

**MARCELO FERNANDES**

**Estudo do padrão respiratório, movimentação  
toracoabdominal e ventilação em pacientes portadores de  
doença pulmonar obstrutiva crônica durante respiração  
diafragmática**

**Tese apresentada à Faculdade de Medicina  
da Universidade de São Paulo para obtenção  
do título de Doutor em Ciências**

**Área de Concentração: Cardiologia  
Orientadora: Dra. Maria Ignêz Zanetti Feltrim**

**São Paulo  
2007**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Preparada pela Biblioteca da  
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Fernandes, Marcelo

Estudo do padrão respiratório, movimentação toracoabdominal e ventilação em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica durante respiração diafragmática / Marcelo Fernandes. -- São Paulo, 2007.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.  
Departamento de Cardio-Pneumologia.

Área de concentração: Cardiologia.

Orientadora: Maria Ignêz Zanetti Feltrim.

Descritores: 1.Doença pulmonar obstrutiva crônica 2.Músculos respiratórios  
3.Pletismografia 4.Diafragma 5.Exercícios respiratórios 6.Terapia respiratória

USP/FM/SBD-362/07

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Jaime e Imaculada,  
vocês me ofereceram não apenas apoio e carinho,  
mas referenciais de vida

Aos meus queridos irmãos,  
Márcia, Michele e Murilo,  
vocês fazem parte de minha vida, oferecendo-me  
alegria, carinho e amizade, respectivamente

À minha esposa, Lícia, que me ajuda com  
carinho, perspicácia e objetividade

À Dr<sup>a</sup>. Maria Ignêz Zanetti Feltrim:

Agradeço pela orientação que me ofereceu, e que se iniciou há mais de uma década, fazendo-me contemplar a grandeza do ato de curar por meio das mãos, a importância do ensino na formação de pessoas e o reconhecimento da nobreza da ciência. Seu profundo conhecimento e sua visão precisa ajudaram-me a enxergar os significados além dos números.

## **AGRADECIMENTOS**

À Leila Marise de Oliveira, pela ajuda na análise metabólica dos gases. Seu trabalho conferiu confiabilidade aos dados.

Ao Serviço de Informática do Instituto do Coração, na pessoa do engenheiro Nivaldo Bertozzo Júnior. Agradeço a ajuda na elaboração do modelo de análise de imagens radiográficas e atualização do programa de análise pletismográfica.

Aos técnicos do Serviço de Radiologia do Instituto do Coração (Célia, Rose, Antonio, Emílio e Marcelo), pela paciência, disposição, e competência na aquisição de imagens radiográficas pouco convencionais.

Aos colegas do setor de Matrícula do Instituto do Coração (Neuri, Patrícia Fernandes, Fátima e Júnior), pelo trabalho de agendamento dos exames junto ao Serviço de Prova de Função Pulmonar, executado de forma ágil, facilitando assim a pesquisa.

Aos fisioterapeutas e amigos do Serviço de Fisioterapia do Instituto do Coração, pelo reconhecimento, incentivo e amizade. Nossas discussões trouxeram-me maturidade e estímulo.

À Clarice Zanetti Feltrim, pela cuidadosa revisão gramatical de meus textos. Seu trabalho trouxe maior sentido e clareza às idéias.

À família Natal: Prof. Dr. Delsio, Elvira e Thaís. Minha segunda família.

Aos pacientes que participaram deste estudo, motivo maior da pesquisa. Agradeço a colaboração que me foi dada, mesmo sob a difícil perspectiva da doença.

***O fim de toda a nossa exploração***

***Será chegar ao ponto de partida***

***E reconhecê-lo pela primeira vez***

***- T. S. Elliot***

## NORMALIZAÇÃO ADOTADA

Esta tese está de acordo com:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors (Vancouver)*

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2004.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

## SUMÁRIO

Lista de Siglas

Resumo

Summary

<b>1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 – OBJETIVO.....</b>	<b>10</b>
<b>3 – CASUÍSTICA E MÉTODOS.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Casuística.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Protocolo.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2.1 1º dia: Coleta inicial dos dados e aprendizado da                 respiração diafragmática.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2.2 2º dia: Testes de função pulmonar e aprendizado da                 respiração diafragmática.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.3 3º dia: Mobilidade diafragmática e aprendizado da                 respiração diafragmática.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2.4 4º dia: Estudo do padrão respiratório,                 movimentação toracoabdominal e ventilação.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3 Método estatístico.....</b>	<b>25</b>
<b>4 – RESULTADOS.....</b>	<b>26</b>
<b>4.1 Casuística.....</b>	<b>27</b>
<b>4.2 Pressões respiratórias.....</b>	<b>28</b>
<b>4.3 Mobilidade diafragmática.....</b>	<b>29</b>
<b>4.4 Dispneia.....</b>	<b>30</b>
<b>4.5 Padrão respiratório.....</b>	<b>30</b>

4.5.1 Volume corrente.....	30
4.5.2 Tempos respiratórios.....	32
4.6 Movimento toracoabdominal.....	35
4.7 Variáveis ventilatórias, hemodinâmicas e de oxigenação.....	40
5 – DISCUSSÃO.....	47
6 – CONCLUSÕES.....	59
7 – ANEXOS.....	61
8 – REFERÊNCIAS.....	84

## LISTA DE SIGLAS

<b>ATS</b>	American Thoracic Society
<b>CPT</b>	Capacidade pulmonar total
<b>CVF</b>	Capacidade vital forçada
<b>DPOC</b>	Doença pulmonar obstrutiva crônica
<b>ERS</b>	European Respiratory Society
<b>f</b>	Freqüência respiratória
<b>Fc</b>	Freqüência cardíaca
<b>MCA/Vc</b>	Índice de coordenação entre tórax e abdômen
<b>MDPA</b>	Mobilidade diafragmática em incidência postero-anterior
<b>MDPe</b>	Mobilidade diafragmática em incidência perfil
<b>PEMáx</b>	Pressão expiratória máxima
<b>PET CO<sub>2</sub></b>	Pressão expiratória final de gás carbônico
<b>PET O<sub>2</sub></b>	Pressão expiratória final de oxigênio
<b>PIMáx</b>	Pressão inspiratória máxima
<b>PRI</b>	Pletismografia respiratória por indutância
<b>RD</b>	Respiração diafragmática
<b>RER</b>	Quociente respiratório
<b>SBPT</b>	Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia
<b>SpO<sub>2</sub></b>	Saturação periférica de oxigênio
<b>TE</b>	Tempo expiratório
<b>Ti</b>	Tempo inspiratório
<b>Ti/TTOT</b>	Tempo efetivo da inspiração

<b>TTOT</b>	Tempo total do ciclo respiratório
<b>VAbd</b>	Volume deslocado pelo abdômen
<b>Vc</b>	Volume corrente
<b>VCO<sub>2</sub></b>	Produção de gás carbônico
<b>Vc/Ti</b>	Fluxo inspiratório médio
<b>VE</b>	Ventilação pulmonar minuto
<b>VEF<sub>1</sub></b>	Volume expiratório forçado no primeiro segundo
<b>VEM/Vc</b>	Ventilação de espaço morto sobre volume corrente
<b>VE/VCO<sub>2</sub></b>	Equivalente ventilatório para o gás carbônico
<b>VE/VO<sub>2</sub></b>	Equivalente ventilatório para o oxigênio
<b>VExp</b>	Volume de expansão
<b>VO<sub>2</sub></b>	Consumo de oxigênio
<b>VO<sub>2</sub>/Fc</b>	Pulso de oxigênio
<b>VR</b>	Volume residual
<b>VRE</b>	Volume de reserva expiratório
<b>VRI</b>	Volume de reserva inspiratório
<b>VTx</b>	Volume deslocado pelo tórax
<b>% Abd</b>	Percentual de participação do abdômen
<b>% Tx</b>	Percentual de participação do tórax



FERNANDES M. *Estudo do padrão respiratório, movimentação toracoabdominal e ventilação em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica durante respiração diafragmática* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2007. 94p.

**Introdução:** A respiração diafragmática (RD) é uma técnica que integra um conjunto de ações de auto-cuidado no programa de reabilitação pulmonar com objetivo de melhorar a mecânica ventilatória e reduzir a dispnéia em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). No entanto, questiona-se sua indicação e seus efeitos. Nesse contexto avaliamos o efeito da RD no padrão respiratório, movimento toracoabdominal e ventilação em pacientes com DPOC. **Método:** Foram estudados 44 indivíduos entre 45 e 75 anos conforme o grau de obstrução da via aérea ( $VEF_1$ ), divididos em grupos controle, DPOC moderado e DPOC grave. Avaliou-se padrão respiratório, movimento toracoabdominal e ventilação por meio de sistemas de pletismografia respiratória por indutância (Respirace<sup>®</sup>) e análise metabólica de gases (MGC<sup>®</sup>) durante 10 minutos. Após quatro minutos de respiração tranqüila os indivíduos realizavam dois minutos de respiração diafragmática e novamente, quatro de respiração tranqüila. Dispnéia foi avaliada antes, durante e após a RD (escala de Borg modificada). Mobilidade diafragmática foi avaliada utilizando radiografias de tórax. **Resultados:** Verificou-se aumento do volume corrente e redução da frequência respiratória durante a RD a partir da elevação do fluxo inspiratório médio e do tempo inspiratório. Houve maior participação do compartimento abdominal com o grupo moderado apresentando incoordenação. A

ventilação pulmonar se elevou em associação à redução na ventilação em espaço morto, no equivalente ventilatório para o gás carbônico, e elevação da saturação periférica de oxigênio. Mobilidade diafragmática, ausência de dispnéia, menor grau de hipoxemia e movimento toracoabdominal coordenado associaram-se ao melhor desempenho da RD. **Conclusões:** A respiração diafragmática é capaz de promover melhora no padrão respiratório e eficiência ventilatória sem conduzir a dispnéia naqueles pacientes com sistema muscular respiratório preservado.

Descritores:

1. Doença pulmonar obstrutiva crônica
2. Músculos respiratórios
3. Pletismografia
4. Diafragma
5. Exercícios respiratórios
6. Terapia respiratória

## **SUMMARY**

---

FERNANDES M. *Study of respiratory pattern, thoracoabdominal motion and ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease during diaphragmatic breathing* [thesis]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2007. 94p.

**Introduction:** Diaphragmatic breathing (DB) is a technique which is part of a set of self-care actions in the lung rehabilitation program for the purpose of improving the ventilatory mechanical and reducing dyspnea. There are doubts, however, as to its effects and recommended use. In this context we assessed the effect of the DB on respiratory pattern, thoracoabdominal motion and ventilation in patients with chronic pulmonary obstructive disease (COPD). **Method:** Forty-four subjects aged between 45 and 75 years were studied according to the degree of obstruction of the airway (FEV<sub>1</sub>). This group was subdivided into three: a control group and two others, respectively, of moderate and severe COPD. Their breathing pattern, thoracoabdominal motion and ventilation by means of respiratory inductive plethysmograph (Respirace<sup>®</sup>) and metabolic analysis of gases (MGC<sup>®</sup>) systems were assessed during ten minutes. After four minutes of quiet breathing, the subjects would perform two minutes of the DB and four other minutes of quiet breathing. Dyspnea was assessed before, during and after diaphragmatic breathing (modified Borg scale). Diaphragmatic mobility was assessed by thoracic radiography. **Results:** An increase in tidal volume and a reduction in breathing frequency were found during DB as from the rise in mean inspiratory flow and inspiratory time. There was greater participation of the abdominal compartment with the moderate group presenting

asynchronous motion. The pulmonary ventilation increased together with the reduction of the ventilation in the dead space and of the ventilatory equivalent for carbonic gas, with the increase in arterial oxygen saturation. Diaphragmatic mobility, absence of dyspnea, minor degree of hypoxemia and coordinated thoracoabdominal motion were associated with the better DB performance. **Conclusions:** Diaphragmatic breathing is capable of promoting an improvement in the breathing pattern and ventilatory efficiency without provoking dyspnea in patients whose muscular respiratory system has been preserved.

Descriptors:

1. Chronic obstructive pulmonary disease
2. Respiratory muscles
3. Plethysmograph
4. Diaphragm
5. Breathing exercises
6. Respiratory therapy

## 1 - INTRODUÇÃO

---

## 1. Introdução

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) pode ser definida como um estado de doença evitável e tratável, caracterizado por limitação ao fluxo de ar que não é totalmente reversível. Tal limitação é geralmente progressiva e associada a uma resposta inflamatória anormal dos pulmões à partículas ou gases nocivos, primariamente causada pela fumaça de cigarro. Seu diagnóstico deve ser considerado em qualquer paciente que apresente os sintomas de tosse, produção de expectoração, dispnéia ou história de exposição a fatores de risco e desenvolve-se como consequência de mudanças em quatro diferentes compartimentos dos pulmões: vias aéreas centrais, vias aéreas periféricas, parênquima e vasculatura pulmonar. Dentre os principais mecanismos patogênicos encontram-se a resposta inflamatória e um desequilíbrio entre proteases e anti-proteases nos pulmões. Esses mecanismos produzem mudanças patológicas que conduzem às anormalidades fisiológicas: hipersecreção de muco e disfunção ciliar; limitação ao fluxo de ar e hiperinflação; anormalidades na troca gasosa; hipertensão pulmonar e efeitos sistêmicos (Celli e MacNee, 2004).

A DPOC é uma das principais causas de morbidade e mortalidade mundial e associa-se a um importante impacto econômico e social. Nos Estados Unidos e Europa é a 4ª causa de morte. Atualmente os custos relacionados à DPOC superam aos de outras doenças pulmonares como a asma e, dependendo do país, associam-se em grande parte às

exacerbações (Celli e MacNee, 2004). Torna-se cada vez mais claro o entendimento de que a DPOC tem sua origem décadas antes do início dos sintomas (Anto et al., 2001). Sua história natural é variável e nem todos os indivíduos seguem o mesmo curso (Prescott, 2000). A freqüente observação de que apenas 15 a 20% dos fumantes desenvolvem DPOC clinicamente significativa pode subestimar o impacto da doença (Celli e MacNee, 2004).

No Brasil não se conhece a real prevalência da DPOC. Dados obtidos por meio de questionários permitem estimá-la em cerca de 12% da população acima de 40 anos, cerca de 5.500.000 indivíduos (Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia – SBPT, 2004). Mais recentemente, um estudo conduzido na área metropolitana da Grande São Paulo constatou uma prevalência total da DPOC de 15,8%, a qual se mostrou crescente em conformidade com o aumento da faixa etária (Menezes et al., 2005).

Um dos sintomas mais limitantes nos pacientes portadores de DPOC é a sensação de dispnéia. Seu aparecimento está ligado à interação de um conjunto de alterações fisiopatológicas, tais como, hiperinflação, aumento na demanda energética da inspiração, má nutrição, uso crônico de glucocorticóides (Laghi e Tobin, 2003), fraqueza muscular inspiratória, anormalidades na troca gasosa e efeitos cardiovasculares (Gosselink, 2003). Essas alterações conduzem a um desequilíbrio entre a capacidade dos músculos respiratórios e a carga mecânica imposta à respiração.

Modificações no modelo de acionamento ventilatório estão presentes na DPOC. Embora a ventilação alveolar diminua em decorrência do aumento

na ventilação do espaço-morto, o nível de ventilação por minuto permanece normal ou aumentado. Mesmo assim, o modelo respiratório é diferente quando comparado a indivíduos saudáveis. O volume corrente tende a ser abaixo do normal com aumento concomitante da frequência respiratória, contribuindo para o aumento da ventilação do espaço-morto. A respiração torna-se rápida e superficial e a diminuição do tempo inspiratório acentua a redução do volume corrente. O tempo expiratório diminui, porém sua diminuição é proporcionalmente menor que a observada no tempo inspiratório, conduzindo à redução no tempo efetivo da inspiração ( $T_i/T_{TOT}$ ) (Weitzenblum, 1992). Os determinantes dos ajustes no volume e frequência frente à doença vêm sendo estudados e não estão completamente elucidados (Roussos e Koutsoukou, 2003). Em estudo anterior nosso grupo verificou comportamentos distintos no volume corrente e frequência respiratória de pacientes com DPOC, com grau moderado e grave de obstrução da via aérea. Essas diferenças foram associadas à presença de trabalho elástico e resistivo em proporções diferentes nos grupos (Fernandes, 2004).

Alterações no movimento toracoabdominal são comuns em pacientes com DPOC, que evoluem com aumento da contribuição dos músculos do tórax e pescoço e diminuição da contribuição relativa do diafragma (Martinez et al., 1990). Essas alterações associam-se à mudanças no desempenho mecânico dos músculos respiratórios, principalmente do diafragma, que frente à hiperinflação pulmonar reduz sua relação tensão-comprimento, a

zona de aposição e o raio de curvatura. Esses fatores, em conjunto com as mudanças no arranjo mecânico das fibras musculares (costal e vertebral) e o aumento no recolhimento elástico da caixa torácica, conduzem à redução da eficácia mecânica da contração diafragmática (Laghi e Tobin, 2003).

A reabilitação pulmonar é uma ampla intervenção multiprofissional, baseada em evidência, para pacientes com doença pulmonar crônica, sintomáticos e com redução das atividades de vida diária. Integrada a um tratamento individualizado ao paciente, a reabilitação pulmonar objetiva reduzir sintomas, otimizar o estado funcional, aumentar os conhecimentos relacionados à doença e reduzir custos em saúde por meio da estabilização ou reversão das manifestações sistêmicas da doença (American Thoracic Society - ATS/European Respiratory Society - ERS, 2006). Inserido nas ações da reabilitação pulmonar, o programa de educação e auto-cuidado qualificado objetiva o controle da doença por meio da modificação de comportamento em relação à saúde, melhorando, assim, os resultados clínicos. O auto-cuidado enfatiza as intervenções que tentam integrar as demandas da doença à rotina diária por meio do conhecimento de estratégias respiratórias, técnicas de remoção de secreção brônquica e de conservação de energia (ATS/ERS, 2006).

As **estratégias respiratórias** consistem em um conjunto de medidas aplicadas para o alívio da dispnéia, que englobam técnicas para redução da hiperinflação dinâmica, melhora da função muscular inspiratória e otimização dos movimentos toracoabdominais (Gosselink, 2003). Nesse último caso, a

ação integrada dos músculos torácicos e diafragma é um importante foco terapêutico para o alívio da dispnéia. A percepção da dispnéia está ligada ao recrutamento dos músculos acessórios da caixa torácica, enquanto o aumento da atividade diafragmática associa-se negativamente com a sua presença (Breslin et al., 1990). Portanto, modificações voluntárias no padrão de recrutamento muscular entre tórax e abdômen podem influenciar a dispnéia. Conseqüentemente, técnicas terapêuticas que promovam maior movimento do diafragma têm sido amplamente aplicadas na prática fisioterapêutica com a finalidade de corrigir o movimento anormal da parede torácica, diminuir o trabalho da respiração, a atividade muscular acessória e dispnéia, além de aumentar a eficiência da respiração e melhorar a distribuição da ventilação (Gosselink, 2004).

É nesse contexto que se insere a respiração diafragmática (RD), uma técnica na qual o paciente é estimulado a aumentar a excursão diafragmática movendo para fora o abdômen durante a inspiração, reduzindo o movimento da caixa torácica. Os métodos de realização da RD incluem o posicionamento do indivíduo confortavelmente sentado, semi-sentado ou em supino com uma das mãos localizada sobre o abdômen e outra sobre o tórax superior. O comando verbal deve ser realizado com ênfase no movimento inspiratório para fora do abdômen, seguido de recolhimento abdominal expiratório passivo. O movimento do tórax superior deve permanecer relativamente livre (Cahalin et al., 2002). Geralmente a RD está associada a: estimulação táctil na área abdominal ao final da expiração por meio de uma

rápida compressão, o que poderia promover alongamento do diafragma e facilitação de seu movimento descendente durante a inspiração; a estimulação visual e auditiva, na qual o paciente é instruído a observar a execução da RD pelo terapeuta (Sackner et al., 1974); a utilização de expiração entre os lábios franzidos (freno-labial), com objetivo de promover retardo expiratório (Ambrosino et al., 1981); a utilização de posturas que facilitem a execução da RD (Willeput et al., 1983); a inclusão de “feedback” da RD via eletromiografia dos músculos respiratórios (Holliday e Ruppel, 1985) ou uso de espelhos. Embora a aplicação da RD seja terapeuta-dependente, torna-se necessário a padronização de parâmetros relacionados à competência na sua execução. Atualmente, reconhece-se que a técnica é eficiente quando ocorre, durante sua realização, maior movimentação abdominal, associado ao aumento do volume corrente em duas vezes (Gosselink et al.; 1995). Um período de aprendizado da RD proporciona melhor execução e entendimento do paciente quanto ao papel da técnica em sua doença.

Diversos estudos são unânimes em mostrar que, durante a RD, pacientes com DPOC são capazes de mudar voluntariamente o padrão respiratório e mover de forma mais acentuada o abdômen, reduzindo a excursão torácica (Grimby et al., 1975; Sackner et al., 1984; Gosselink et al.; 1995). Entretanto, ausência de mudanças em diversos índices e efeitos adversos têm sido observados durante sua realização.

Sackner et al., em 1974, estudaram os efeitos da RD na distribuição da ventilação pulmonar em pacientes com DPOC e em indivíduos saudáveis. Mudanças nos índices de distribuição da ventilação para regiões inferiores dos pulmões foram observadas apenas nos indivíduos saudáveis. Utilizando método semelhante, Grimby et al. (1975), confirmaram esses achados, embora tenham constatado aumento significativo na contribuição relativa do abdômen à ventilação pulmonar durante a RD.

Nos anos 80, uma seqüência de estudos demonstrou a capacidade da RD em reduzir a freqüência respiratória e aumentar o volume corrente em pacientes com DPOC, porém esses achados associaram-se à presença de movimentos toracoabdominais paradoxais (Willeput et al., 1983; Sackner et al., 1984).

Na década de 90, Gosselink et al. (1995) analisaram movimento toracoabdominal, eficiência mecânica dos músculos respiratórios e dispnéia durante respiração tranqüila e RD em pacientes com DPOC. Os autores observaram aumento da contribuição do compartimento abdominal durante RD, porém acompanhado de piora na eficiência mecânica dos músculos respiratórios, acentuação dos movimentos fora de fase entre tórax e abdômen e tendência à piora da sensação de dispnéia. Outro estudo envolvendo pacientes com DPOC com hipercapnia crônica, redução da força muscular respiratória e em recuperação de episódio de exacerbação da doença, verificou que a RD conduziu ao aumento significativo da oxigenação

e ventilação, porém com aumento do esforço muscular inspiratório e dispnéia (Vitacca et al., 1998).

Em revisão sistemática Cahalin et al. (2002) analisaram 25 estudos que abordaram a RD no paciente com DPOC. O estudo mostra que há diferenças na aplicação da RD e na instrução aos pacientes, e que não há indicadores que avaliem a eficiência da RD. A inclusão de terapias adjuntas torna difícil a determinação do efeito específico da RD. Os autores salientam que a base de evidência para o uso da RD como uma modalidade de tratamento é questionável. Alguns pacientes com DPOC podem se beneficiar com sua utilização, mas nenhuma característica foi ainda identificada para prever qual o melhor candidato. Seu potencial como gerador de efeitos benéficos e deletérios co-existem; a identificação da população “alvo” para sua aplicação, o ajuste técnico de sua execução e o exame de seus efeitos necessitam de elucidação (Cahalin et al., 2002). Em alguns casos, a melhora clínica é um achado mais consistente do que qualquer impacto medido em parâmetros fisiológicos (Gigliotti et al., 2003). Dúvidas em relação à capacidade dos pacientes com DPOC em aumentar o volume corrente a partir da movimentação do diafragma, alterar os tempos respiratórios e produzir melhora do aproveitamento ventilatório com a RD, permanecem. Nossa hipótese é a de que a RD pode ser empregada em pacientes com DPOC pré-selecionados a partir de determinados preditores, de maneira a trazer benefícios agudos em alguns parâmetros funcionais.

## 2 - OBJETIVO

---

## **2. Objetivo**

Avaliar o efeito da respiração diafragmática no padrão respiratório, na movimentação toracoabdominal e na ventilação em indivíduos portadores de DPOC, com graus moderado e grave de obstrução da via aérea e identificar parâmetros associados ao seu melhor desempenho.

## 3 – CASUÍSTICA E MÉTODO

---

### 3.1 Casuística

O protocolo foi aprovado pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa – CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo sob N° 460/01 (Anexo A).

Foram estudados 44 indivíduos com idade entre 45 e 75 anos, sendo que 29 apresentavam DPOC caracterizada por tosse, expectoração e/ou dispnéia progressiva, associadas à limitação crônica ao fluxo de ar com relação volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ) sobre capacidade vital forçada (CVF) -  $VEF_1/CVF < \text{que } 0,7$  (SBPT, 2004). Os demais indivíduos não apresentavam sintomas respiratórios ou comprometimento às atividades de vida diária e possuíam espirometria normal,  $VEF_1/CVF > 0,7$  e  $VEF_1 > 80\%$  do previsto. Os indivíduos sadios integraram o grupo controle (n=15). Os portadores de DPOC foram divididos nos grupos: moderado (n=14) e grave (n=15), de acordo com o grau de obstrução ao fluxo de ar, identificado por meio do  $VEF_1$  (ATS, 1995), no qual **moderado** é o doente em estágio II, com  $VEF_1$  entre 35 e 49% do previsto e **grave**, ou estágio III, o doente com  $VEF_1 < \text{que } 35\%$  do previsto.

Os pacientes admitidos no estudo cumpriram os seguintes critérios de inclusão: presença de DPOC; idade entre 45 e 75 anos,  $VEF_1 \leq \text{a } 49\%$ ; estabilidade clínica há pelo menos 1 mês; condições de comparecer em quatro momentos distintos ao Instituto do Coração (InCor) do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC –

FMUSP); possibilidade de permanecer mais de 10 minutos em ar ambiente; ausência de deformidade torácica ou abdominal; e ausência de limitação física que impedisse o comparecimento. A duração foi de quatro dias não consecutivos, com duração máxima de duas semanas. Os critérios de exclusão contemplavam piora durante o protocolo, alterando sua condição de estabilidade clínica, e ausência em uma das sessões do estudo.

Todos os indivíduos foram esclarecidos sobre os procedimentos a serem realizados, autorizando sua participação por escrito. Os pacientes foram orientados a manter sua medicação habitual à época do estudo.

## **3.2 – Protocolo**

### **3.2.1 – 1º dia: Coleta inicial dos dados e aprendizado da respiração diafragmática**

No 1º dia foram registrados em ficha padronizada (Anexo B) os dados pessoais, antropométricos, uso de oxigenoterapia, história tabágica, medicação em uso, diagnóstico clínico e antecedentes. A seguir, realizou-se propedêutica respiratória e teste de palpação diafragmática, que classifica a excursão diafragmática como normal, regular, pobre, vestígio e paralisia com base nos critérios de expansão inspiratória, consistência e expulsão da mão examinadora (Cuello, 1980).

Os pacientes foram submetidos a três sessões de aprendizado da RD, uma em cada dia. Durante cada sessão o indivíduo permanecia em decúbito dorsal com o tronco elevado à 45° (posição semi-sentada) e

realizava, mediante comando verbal, três séries de 20 respirações diafragmáticas. O indivíduo era orientado a inspirar pelo nariz profundamente, ao mesmo tempo em que deslocava a parede abdominal para fora. Aplicou-se estímulo táctil na região abdominal para maior conscientização do deslocamento inspiratório do compartimento. A expiração foi realizada de maneira suave e passiva. A aplicação da RD era considerada satisfatória quando havia clara visualização do aumento da excursão inspiratória do abdômen.

### **3.2.2 – 2º dia: Testes de função pulmonar e aprendizado da respiração diafragmática**

As medidas das pressões respiratórias máximas, em centímetros de água (cm H<sub>2</sub>O), (pressão inspiratória máxima – PIMáx e pressão expiratória máxima – PEMáx) foram obtidas a partir da capacidade residual funcional através de manovacuômetro mecânico (Marshall Town<sup>®</sup> – Instrumentation Industries), com variação de zero a -120 cm H<sub>2</sub>O e zero a +120 cm H<sub>2</sub>O. Para cada parâmetro foram executados três testes, considerando-se o de maior valor, desde que este não fosse o último.

A espirometria foi realizada por meio de espirômetro portátil a fluxo (Puritan–Bennett PB 100<sup>®</sup>), com valores de referência para população sadia conforme Knudson et al. (1983). O teste foi realizado no mínimo três vezes e aceito conforme critérios da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SPBT, 2002). Foram obtidos dados de CVF, VEF<sub>1</sub> com seus

respectivos valores em litros e percentuais dos valores previstos, e a relação  $VEF_1/CVF$ .

Ao final das medidas realizou-se nova sessão de aprendizado da RD.

### **3.2.3 – 3º dia: Mobilidade diafragmática e aprendizado da respiração diafragmática**

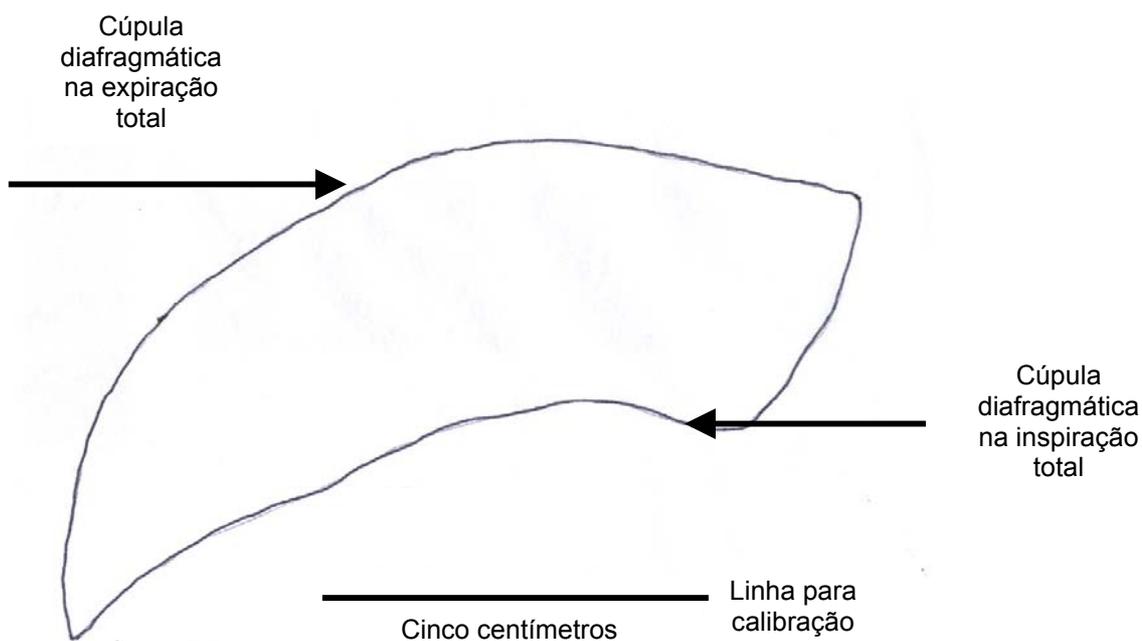
A avaliação da mobilidade diafragmática foi realizada por meio de radiografias de tórax em incidência postero-anterior (PA) e perfil. Com o indivíduo em posição ortostática foram realizadas duas exposições radiográficas em PA no mesmo filme. A primeira ao final de uma inspiração profunda, buscando-se o maior volume pulmonar inspirado (CPT), e a segunda, sem mudar o posicionamento do filme ou do paciente, em expiração profunda, buscando-se o máximo esvaziamento dos pulmões (VR). Seguindo o mesmo modelo foram feitas duas exposições radiográficas em perfil. Os exames foram realizados no Serviço de Radiologia do InCor com a supervisão do pesquisador, que orientava o paciente por comando verbal previamente padronizado.

Feitos os exames radiográficos realizou-se nova sessão de aprendizado da RD.

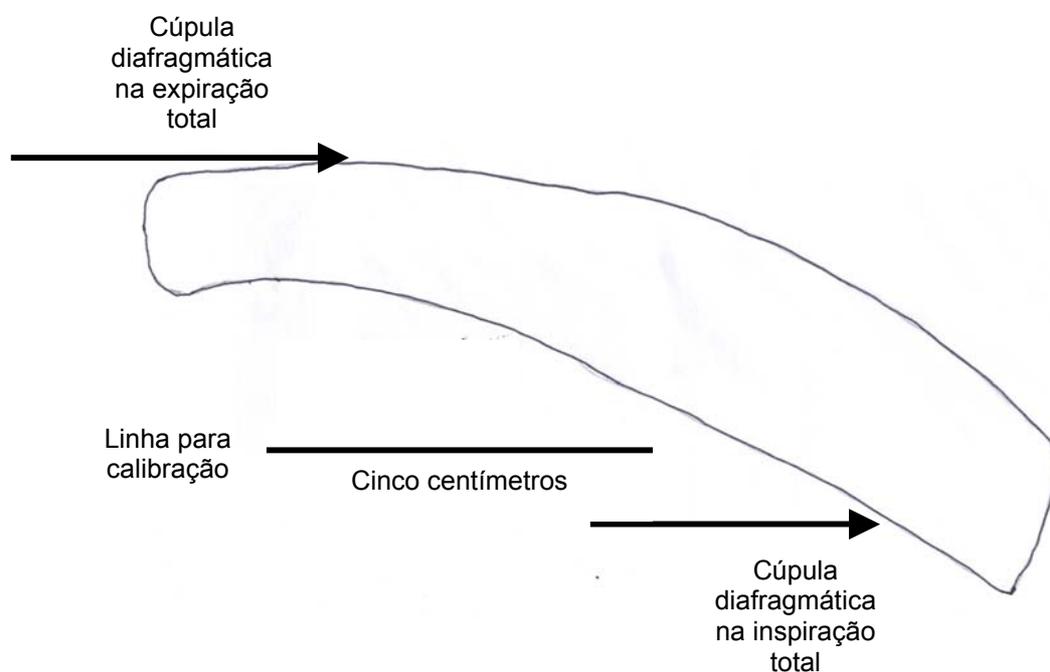
Utilizando-se as radiografias calculou-se a medida da área em centímetros quadrados ( $cm^2$ ), formada pela cúpula diafragmática direita (incidência PA), em inspiração e expiração totais. Os limites desta área nas regiões superior, inferior e lateral eram delineados pela própria cúpula e na

região medial pela borda cardíaca direita. Na incidência perfil, a área teve como limites superior e inferior a cúpula diafragmática na inspiração e expiração máxima; como limites anterior e posterior as regiões anterior e posterior do tórax, respectivamente.

A área foi calculada mediante a aquisição da imagem formada pela excursão diafragmática em um sistema computadorizado. Apoiou-se sobre a radiografia de tórax um papel semitransparente e desenhou-se o contorno das cúpulas diafragmáticas e uma linha de cinco centímetros para calibração. As imagens (Figuras 1 e 2) foram transferidas do papel para o computador mediante digitalização (Scanner digital - HP Scanjet 3570c®). Por meio de “software” especializado (UTHSCSA), procedeu-se a delimitação e cálculo da área em  $\text{cm}^2$  correspondente à movimentação diafragmática em incidência PA (MDPA) e perfil (MDPe). A adequação deste método contou com o apoio do Serviço de Informática do InCor – HCFMUSP.



**Figura 1.** Imagem digitalizada representando a área compreendida entre as cúpulas diafragmáticas à direita na inspiração e expiração total – incidência PA



**Figura 2.** Imagem digitalizada representando a área compreendida entre as cúpulas diafragmáticas na inspiração e expiração total – incidência perfil





**Figura 4. Sistema de pletismografia respiratória por indutância**

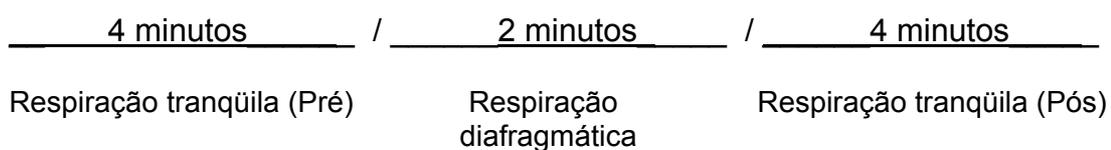
A calibração do sistema foi realizada por meio de espirômetro tipo selo d'água com volume conhecido (800 mL), utilizando-se o “Método dos Mínimos Quadrados” que fornece fatores de calibração para tórax e abdômen (Chadha et al., 1982).

Variáveis ventilatórias foram coletadas por meio de um sistema de análise metabólica dos gases (MGC® - Cardiopulmonary Exercise System CPX, Medical Graphics Corporation). A conexão entre o indivíduo e o sistema foi realizada por meio de peça bucal e extensões, sendo necessário o uso de clipe nasal (Figura 5).



**Figura 5. Paciente conectado aos sistemas de PRI e de análise metabólica dos gases**

Após período de estabilização, no qual se observava regularidade no padrão respiratório e ausência de interferências tais como tosse, ansiedade e desconforto, acionou-se simultaneamente os equipamentos, com registro contínuo e seqüencial da respiração por 10 minutos, dos quais 4 foram destinados à respiração tranqüila, 2 à respiração diafragmática e 4 à respiração tranqüila (Figuras 6).



**Figura 6. Registro das fases do estudo**

As variáveis do padrão respiratório e movimentação toracoabdominal foram obtidas mediante a digitalização dos registros gráficos das curvas do tórax, abdômen e soma (Figura 7), utilizando-se mesa digitalizadora (NewSketch 1812 HR – Genius) e “software” específico (Análise Pletismográfica, 2002).

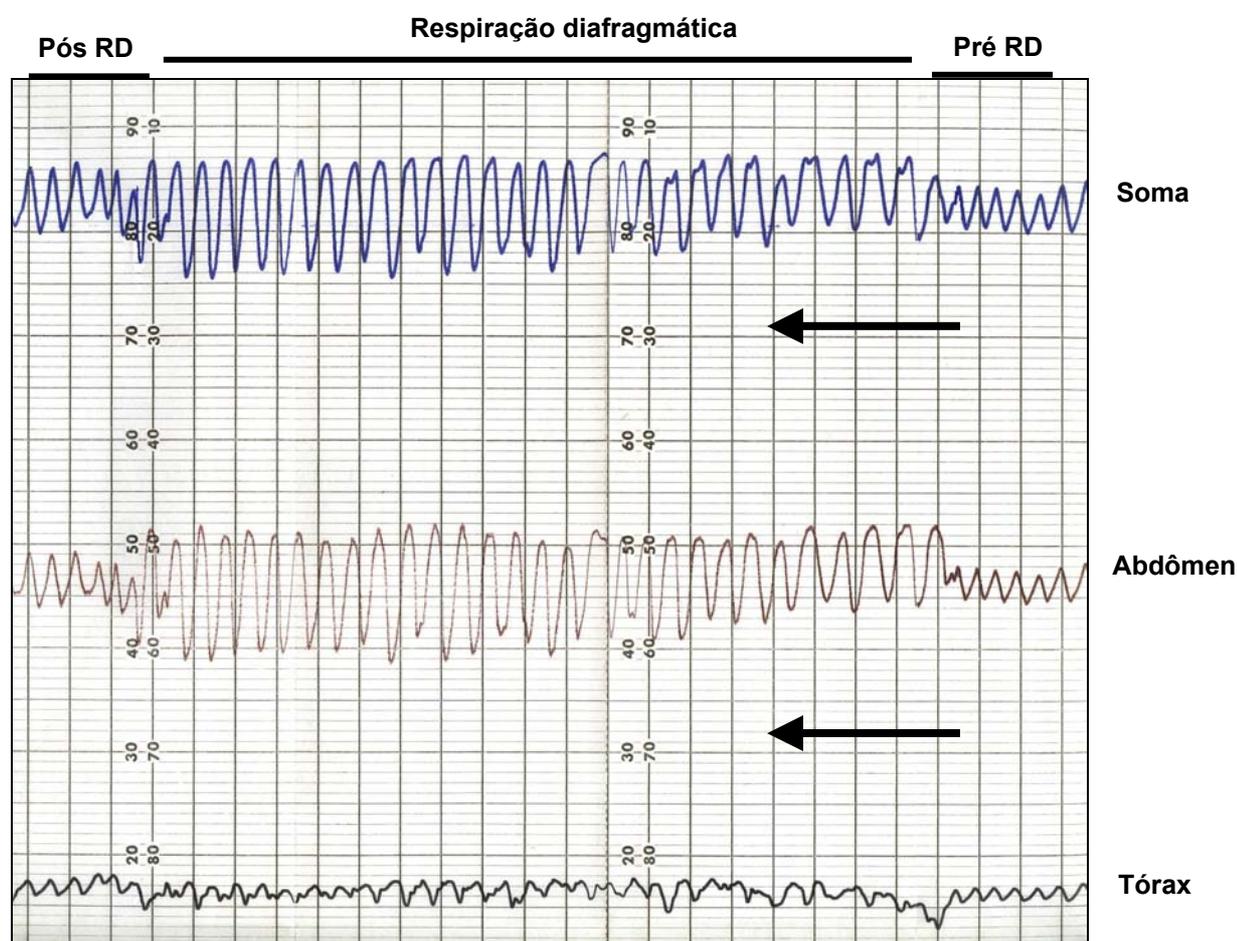
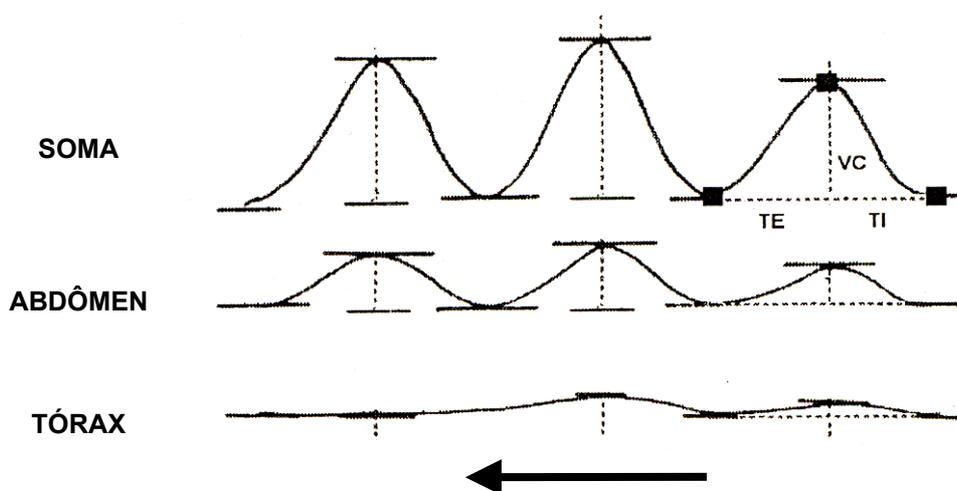


Figura 7. Traçado de “Respirace®” de um paciente com DPOC grave nos momentos pré, durante e após a RD

As curvas foram digitalizadas ponto a ponto. Tomando a linha de base exatamente no ponto de inflexão quando a linha ascendia (base da curva)

obtinha-se o 1º ponto. No final da ascensão, imediatamente antes da descida (pico), digitalizava-se o 2º ponto e, após a descida da curva com estabilização do traçado, registrava-se o 3º ponto. Assim, a medida vertical do 1º ao 2º ponto caracterizava a tomada de volume e, na horizontal, os tempos respiratórios (inspiratório e expiratório) (Figura 8).



**Figura 8.** Representação de traçado de PRI mostrando as curvas referentes aos deslocamentos do tórax, abdômen e soma. Os tempos são mostrados por Ti (tempo inspiratório), TE (tempo expiratório) e o volume deslocado por Vc (volume corrente)

A partir da curva da soma obteve-se: volume corrente (VC) em mililitros (mL); tempo total do ciclo respiratório ( $T_{TOT}$ ), tempo inspiratório (Ti) e tempo expiratório (TE) em segundos (s); tempo efetivo inspiratório ( $Ti/T_{TOT}$ ); fluxo inspiratório médio ( $VC/Ti$ ) em mililitros por segundo (mL/s), e frequência respiratória (f), em respirações por minuto (rpm). Por meio da digitalização das curvas dos compartimentos abdominal e torácico obteve-se o volume deslocado pelo abdômen (VAbd) e tórax (VTx), medidos em mL. O percentual de participação do abdômen (%Abd) e tórax (%Tx) na geração do

VC foi obtido por meio das relações  $(V_{Abd}/VC) \times 100$  e  $(V_{Tx}/VC) \times 100$ . A coordenação toracoabdominal foi analisada por meio do índice amplitude compartimental máxima  $(V_{abd} + V_{Tx}) / \text{volume corrente}$  (MCA/VC). O movimento toracoabdominal sincronizado é considerado quando MCA/VC for igual a um, com variação normal até 1,10 (Tobin et al., 1983b).

As variáveis ventilatórias coletadas foram: produção de gás carbônico ( $V_{CO_2}$ ) e consumo de oxigênio ( $V_{O_2}$ ) em mililitros por minuto (mL/min); quociente respiratório (RER); ventilação pulmonar minuto (VE) em litros por minuto (L/min); pressão parcial de  $CO_2$  no final da expiração ( $PETCO_2$ ) e pressão parcial de  $O_2$  no final da expiração ( $PETO_2$ ), em milímetros de mercúrio (mm Hg); relação ventilação de espaço morto sobre volume corrente ( $V_{EM}/VC$ ) e equivalente ventilatório para o  $CO_2$  ( $VE/V_{CO_2}$ ) e  $O_2$  ( $VE/V_{O_2}$ ). O pulso de oxigênio ( $VO_2/FC$ ) em mL de  $O_2$  por batimento cardíaco foi obtido por meio do sistema de análise metabólica de gases.

A oxigenação (saturação periférica de oxigênio -  $SpO_2$ ) expressa em percentual (%) e a frequência cardíaca (FC) em batimentos por minuto (bpm) foram obtidas ao longo das fases do estudo por meio de oxímetro (Vital Signs Monitor 6100® - BCI, USA) acoplado ao sistema de análise metabólica de gases.

A sensação de dispnéia foi quantificada por meio da escala de Borg modificada (Borg, 1982) com variação de zero a 10, na qual zero corresponde à ausência de sensação de dispnéia e 10, sensação de dispnéia em grau máximo (Anexo C). Aplicou-se a escala mediante

exposição visual, no início do primeiro minuto da fase pré RD, ao final da fase de RD e ao final do último minuto da fase pós RD.

### **3.3 Método estatístico**

Para comparação entre os grupos (controle, moderado e grave) utilizou-se o método estatístico “One Way Analysis of Variance”. Nos casos em que se identificou diferença entre os três grupos a análise se utilizou do teste de “Tukey” para comparações múltiplas. Quando a distribuição não estava dentro da normalidade, utilizou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis com o método de “Dunn” para comparações múltiplas. As diferenças na proporção entre homens e mulheres de cada grupo foram analisadas utilizando-se o teste “Qui-Quadrado” e o teste exato de Fisher (Rosner, 1986).

A comparação entre as fases do estudo (Pré RD, RD e Pós RD) e as diferenças entre os grupos nas fases foi realizada por meio do teste “Two-Way Repeated Measures Analysis of Variance”. Quando identificada diferença entre as fases e/ou entre os grupos, utilizou-se o teste de comparações múltiplas de “Bonferroni” (Rosner, 1986).

O teste de correlação de “Pearson” foi aplicado para análise das variáveis paramétricas e o teste de “Spearman” para variáveis não-paramétricas. O programa estatístico usado para análise dos dados foi o “Sigma Stat Statistical Software – Version 2.0”. O nível de significância utilizado foi de 0,05.

## 4 - RESULTADOS

---

## 4.1 Casuística

Foram avaliados 47 pacientes, sendo três excluídos: um por piora clínica durante o processo de avaliação, um por piora clínica e posterior óbito e um por desistência ao longo do protocolo.

Observou-se diferença estatisticamente significativa entre os grupos grave e controle quanto ao peso ( $p=0,024$ ) e IMC ( $p=0,013$ ), com menores valores para o grupo grave. Nos grupos com DPOC havia maior percentual de homens do que no grupo controle ( $p=0,018$ ). Nos valores espirométricos houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos grave, moderado e controle para CVF%, VEF<sub>1</sub>% e relação VEF<sub>1</sub>/CVF ( $p<0,05$ ). Os dados de idade, antropométricos e espirométricos encontram-se na tabela 1.

A excursão diafragmática, avaliada por meio de teste de palpação, apresentou classificação “normal” nos indivíduos do grupo controle. No grupo moderado três pacientes (21%) apresentaram movimento diafragmático classificado como “regular” para as duas cúpulas e dois pacientes (12%) com movimento “regular” da cúpula diafragmática esquerda. No grupo grave quatro pacientes (27%) apresentaram diafragma classificado como “regular” bilateralmente.

Os valores individuais para idade, antropométricos, espirométricos, força muscular respiratória, sensação de dispnéia, mobilidade diafragmática, padrão respiratório, movimento toracoabdominal, ventilação, hemodinâmica e oxigenação estão listados nas tabelas D1 a D14 no anexo D.

**Tabela 1. Valores para os dados de idade, antropométricos e espirométricos nos grupos controle, DPOC moderado e grave (média, desvio padrão, mínimo e máximo)**

	Controle	Moderado	Grave
<b>Idade (anos)</b>	60±7	63±7	60±8
<b>(mínimo – máximo)</b>	(50 – 72)	(48 – 73)	(46 – 72)
<b>Peso (quilograma)</b>	74±19	67±16	58±11*
<b>(mínimo – máximo)</b>	(52 – 120)	(46 - 98)	(48 – 78)
<b>Altura (metro)</b>	1,67±0,09	1,66±0,11	1,64±0,06
<b>(mínimo – máximo)</b>	(1,53 - 1,85)	(1,40 - 1,78)	(1,51 - 1,70)
<b>IMC (quilograma/metro<sup>2</sup>)</b>	26±4	24±5	21±4*
<b>(mínimo – máximo)</b>	(21 – 36)	(18 – 33)	(17 – 28)
<b>CVF (% do previsto)</b>	104±11	77±14*†	63±18*
<b>(mínimo – máximo)</b>	(81 – 128)	(61 – 103)	(41 – 100)
<b>VEF<sub>1</sub> (% do previsto)</b>	102±13	43±5*†	27±5*
<b>(mínimo – máximo)</b>	(84 – 131)	(35 – 49)	(18 – 34)
<b>VEF<sub>1</sub>/CVF</b>	0,79±0,05	0,44±0,07*†	0,36±0,08*
<b>(mínimo – máximo)</b>	(0,70 – 0,84)	(0,35 – 0,59)	(0,24 – 0,56)

\* p < 0,05 *versus* Controle

† p < 0,05 *versus* Grave

## 4.2 Pressões respiratórias

Não houve diferença entre os grupos quanto à capacidade dos músculos respiratórios em gerar pressões máximas inspiratória (p=0,62) e expiratória (p=0,43). Os dados referentes aos grupos encontram-se na tabela 2 com o percentual do previsto conforme Neder et al. (1999).

**Tabela 2. Valores das pressões máximas inspiratória (PiMáx) e expiratória (PEMáx) nos grupos controle, DPOC moderado e grave (média, desvio padrão, mínimo, máximo e % previsto)**

	Controle	Moderado	Grave	p
<b>PiMáx (cm H<sub>2</sub>O)</b>	89±21	80±30	88±23	0,62
<b>% PiMáx prev.</b>	143	114	119	
<b>(mínimo – máximo)</b>	(60 – 120)	(24 – 120)	(60 – 120)	
<b>PEMáx (cm H<sub>2</sub>O)</b>	103±17	102±24	111±13	0,43
<b>% PEMáx prev.</b>	163	96	139	
<b>(mínimo – máximo)</b>	(68 – 120)	(54 – 120)	(84 – 120)	

### 4.3 Mobilidade diafragmática

A movimentação diafragmática, avaliada pela radiografia de tórax em PA (MDPA), foi menor nos grupos com DPOC: grave e controle ( $p < 0,001$ ), moderado e controle ( $p = 0,008$ ). Em incidência perfil (MDPe) os resultados foram semelhantes, sendo a mobilidade menor nos grupos com DPOC: grave e controle ( $p < 0,001$ ) e moderado e controle ( $p = 0,038$ ) (Tabela 3).

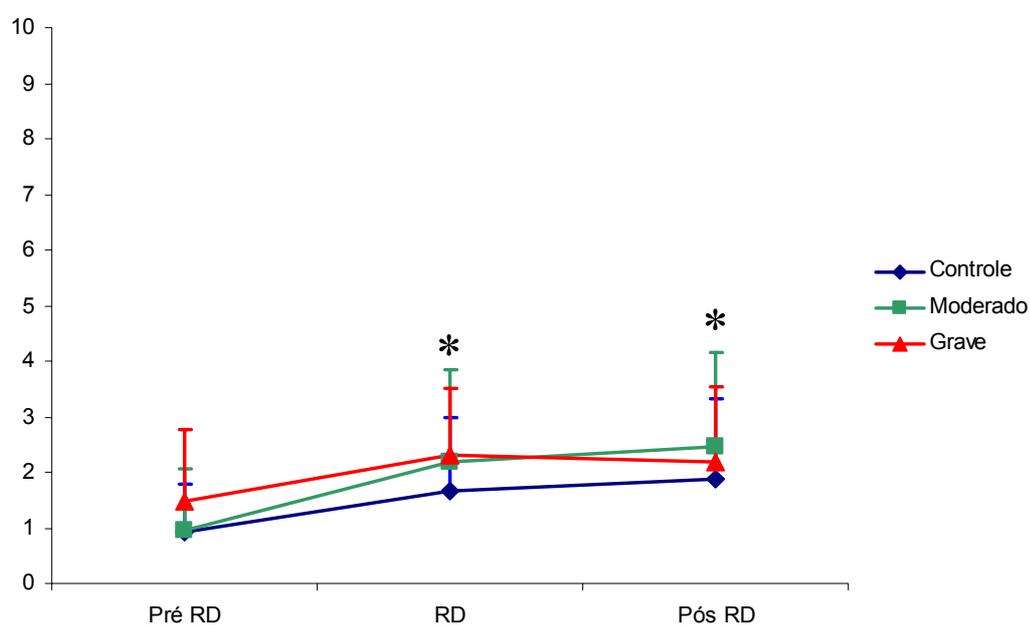
**Tabela 3. Comportamento da mobilidade da cúpula diafragmática direita em incidência PA (MDPA) e em incidência perfil (MDPe) nos grupos controle, DPOC moderado e grave (média, desvio padrão, mínimo e máximo)**

	Controle	Moderado	Grave
<b>MDPA (cm<sup>2</sup>)</b>	74±19	53±19*	41±14*
<b>(mínimo – máximo)</b>	(45 – 96)	(19 – 88)	(20 – 73)
<b>MDPe (cm<sup>2</sup>)</b>	132±41	95±42*	66±32*
<b>(mínimo – máximo)</b>	(72 – 209)	(48 – 174)	(21 – 118)

\*  $p < 0,05$  versus Controle

## 4.4 Dispneia

A sensação de dispnéia apresentou comportamento semelhante ( $p=0,172$ ) e coincidente ( $p=0,48$ ) entre os grupos, com aumento na RD ( $p<0,001$ ) e mantendo-se elevada após o seu término ( $p<0,001$ ). Os descritores variaram de “muito leve” (grau um) para “leve” (grau dois) (Figura 9).



**Figura 9.** Comportamento do índice de dispnéia nos três grupos, nas fases de pré, durante e após RD

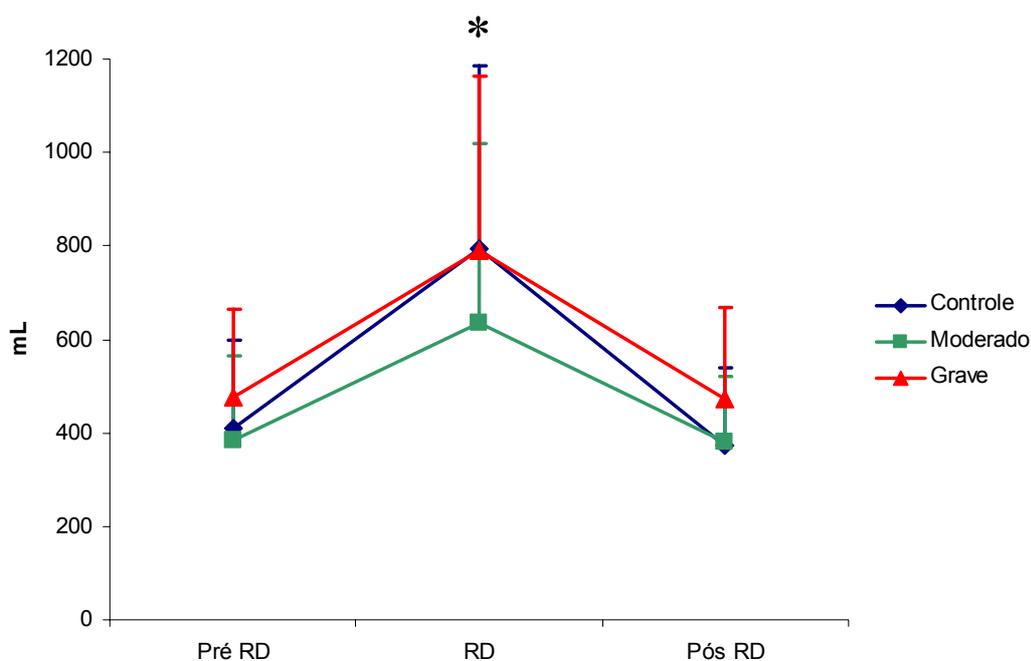
\*  $p < 0,001$  versus Pré RD

## 4.5 Padrão respiratório

### 4.5.1 Volume corrente

Durante a realização da RD houve aumento estatisticamente significativo do volume corrente ( $p<0,001$ ), de maneira semelhante ( $p=0,39$ )

e coincidente ( $p=0,41$ ) nos grupos (Figura 10). O aumento foi de 93% no grupo controle, 65% no moderado e 66% no grave (Tabela 4).



**Figura 10.** Comportamento do volume corrente (Vc) nos três grupos, nas fases de pré, durante e após RD

\*  $p < 0,001$  versus Pré e Pós RD

**Tabela 4.** Valores médios e desvio padrão do volume corrente em mL nas fases pré, RD e pós nos grupos, e percentual de aumento em relação aos valores de repouso inicial (média e desvio padrão)

	Pré RD	RD	Pós RD	% de aumento
<b>Controle</b>	411±187	794±389*	374±167	93
<b>Moderado</b>	384±179	634±384*	380±139	65
<b>Grave</b>	476±191	790±371*	471±196	66

\*  $p < 0,001$  versus Pré e Pós RD

#### 4.5.2 Tempos respiratórios e fluxo inspiratório médio

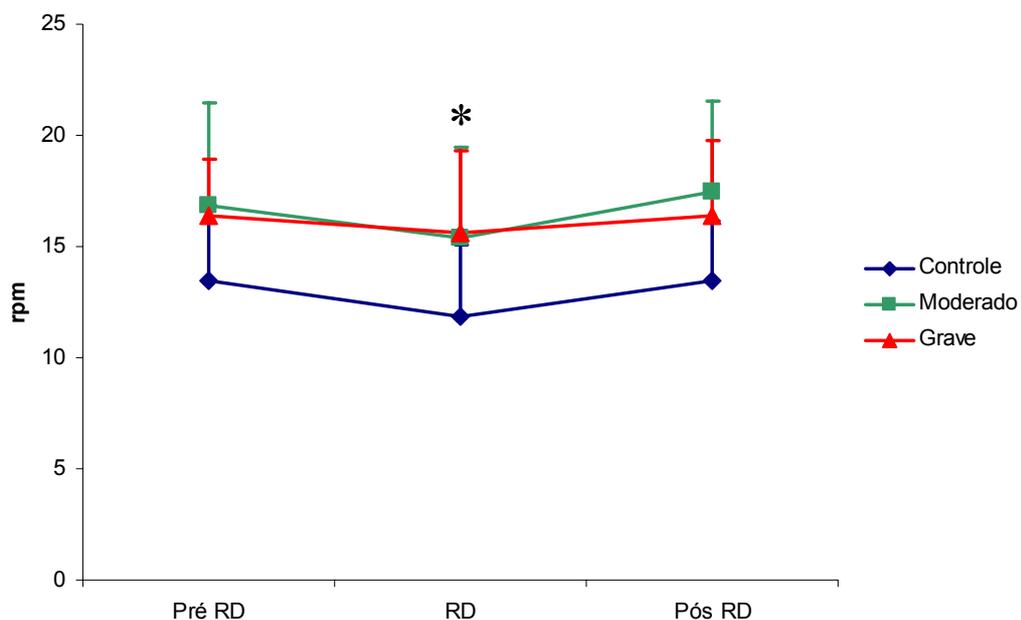
A RD promoveu elevação do tempo inspiratório (Ti) ( $p < 0,001$ ) de maneira semelhante nos três grupos ( $p = 0,052$ ), porém os grupos moderado ( $p = 0,008$ ) e grave ( $p < 0,001$ ) apresentaram menores valores de Ti.

O tempo expiratório não se modificou nas fases do estudo ( $p = 0,054$ ) e os grupos apresentaram o mesmo comportamento ( $p = 0,785$ ), porém no grupo moderado o TE foi significativamente menor em relação ao grupo controle ( $p = 0,049$ ).

Durante a RD o aumento do tempo total do ciclo respiratório ( $p < 0,001$ ) foi semelhante nos três grupos ( $p = 0,4$ ). Os grupos moderado ( $p = 0,011$ ) e grave ( $p = 0,008$ ) apresentaram valores menores de TTOT em relação ao controle.

O tempo efetivo da inspiração apresentou comportamento semelhante nos grupos ( $p = 0,161$ ). Valores menores foram observados no grupo grave em relação ao controle ( $p = 0,04$ ). Diferenças foram constatadas entre as fases de realização da RD e o período de recuperação ( $p = 0,038$ ).

A frequência respiratória diminuiu durante a RD ( $p < 0,001$ ) nos três grupos ( $p = 0,669$ ). Nos grupos moderado ( $p = 0,011$ ) e grave ( $p = 0,033$ ) seus valores foram significativamente mais elevados em relação ao grupo controle (Figura 11).



**Figura 11. Comportamento da frequência respiratória (f) nos três grupos, nas fases de pré, durante e após RD**

\*  $p < 0,001$  versus Pré e Pós RD

O fluxo inspiratório médio elevou-se durante a RD ( $p < 0,001$ ) de forma semelhante entre os grupos ( $p = 0,277$ ). Valores maiores foram encontrados no grupo grave ( $p = 0,008$ ), em relação ao controle.

Os dados referentes aos tempos respiratórios e fluxo inspiratório médio encontram-se na tabela 5.

**Tabela 5.** Tempo inspiratório (Ti), tempo expiratório (TE), tempo total do ciclo respiratório (T<sub>TOT</sub>), tempo inspiratório efetivo (Ti/T<sub>TOT</sub>), frequência respiratória (f) e fluxo inspiratório médio (Vc/Ti) nos três grupos, nas fases de pré, durante e após RD (média e desvio padrão)

Ti (s)			
	Pré RD	RD	Pós RD
<b>Controle</b>	1,85±0,48	2,31±0,71*	1,84±0,44
<b>Moderado</b>	1,51±0,46 <sup>†</sup>	1,74±0,65* <sup>†</sup>	1,36±0,35 <sup>†</sup>
<b>Grave</b>	1,38±0,25 <sup>†</sup>	1,42±0,35* <sup>†</sup>	1,33±0,27 <sup>†</sup>
TE (s)			
	Pré RD	RD	Pós RD
<b>Controle</b>	2,90±0,95	3,13±0,98	2,79±0,67
<b>Moderado</b>	2,33±0,75 <sup>†</sup>	2,46±0,69 <sup>†</sup>	2,26±0,59 <sup>†</sup>
<b>Grave</b>	2,36±0,49	2,59±0,71	2,49±0,66
T <sub>TOT</sub> (s)			
	Pré RD	RD	Pós RD
<b>Controle</b>	4,75±1,28	5,45±1,54*	4,63±1
<b>Moderado</b>	3,84±1,17 <sup>†</sup>	4,19±1,24* <sup>†</sup>	3,62±0,84 <sup>†</sup>
<b>Grave</b>	3,74±0,59 <sup>†</sup>	4,01±0,85* <sup>†</sup>	3,82±0,79 <sup>†</sup>
Ti/T <sub>TOT</sub>			
	Pré RD	RD	Pós RD
<b>Controle</b>	0,39±0,06	0,42±0,05**	0,40±0,05
<b>Moderado</b>	0,39±0,04	0,41±0,06**	0,38±0,05
<b>Grave</b>	0,37±0,06 <sup>†</sup>	0,36±0,07** <sup>†</sup>	0,35±0,06 <sup>†</sup>
f (rpm)			
	Pré RD	RD	Pós RD
<b>Controle</b>	13±3	12±3*	13±3
<b>Moderado</b>	17±5 <sup>†</sup>	15±4* <sup>†</sup>	17±4 <sup>†</sup>
<b>Grave</b>	16±3 <sup>†</sup>	16±4* <sup>†</sup>	16±3 <sup>†</sup>
Vc/Ti (mL/s)			
	Pré RD	RD	Pós RD
<b>Controle</b>	223±80	339±104*	199±61
<b>Moderado</b>	271±146	391±287*	305±152
<b>Grave</b>	345±134 <sup>†</sup>	544±226* <sup>†</sup>	355±137 <sup>†</sup>

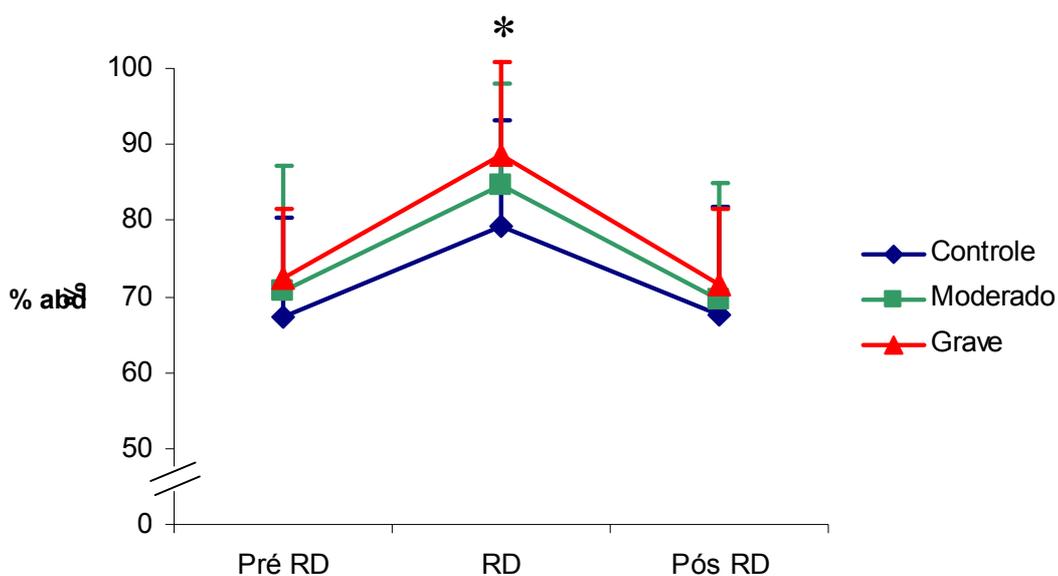
\* p < 0,001 versus Pré e Pós RD

\*\* p < 0,05 versus Pós RD

† p < 0,05 versus Controle

#### 4.6 Movimento toracoabdominal

A RD aumentou significativamente o movimento abdominal ( $p < 0,001$ ) (Figura 12) e reduziu o movimento do tórax ( $p < 0,001$ ) nos três grupos ( $p = 0,86$ ), de forma coincidente ( $p = 0,33$ ).

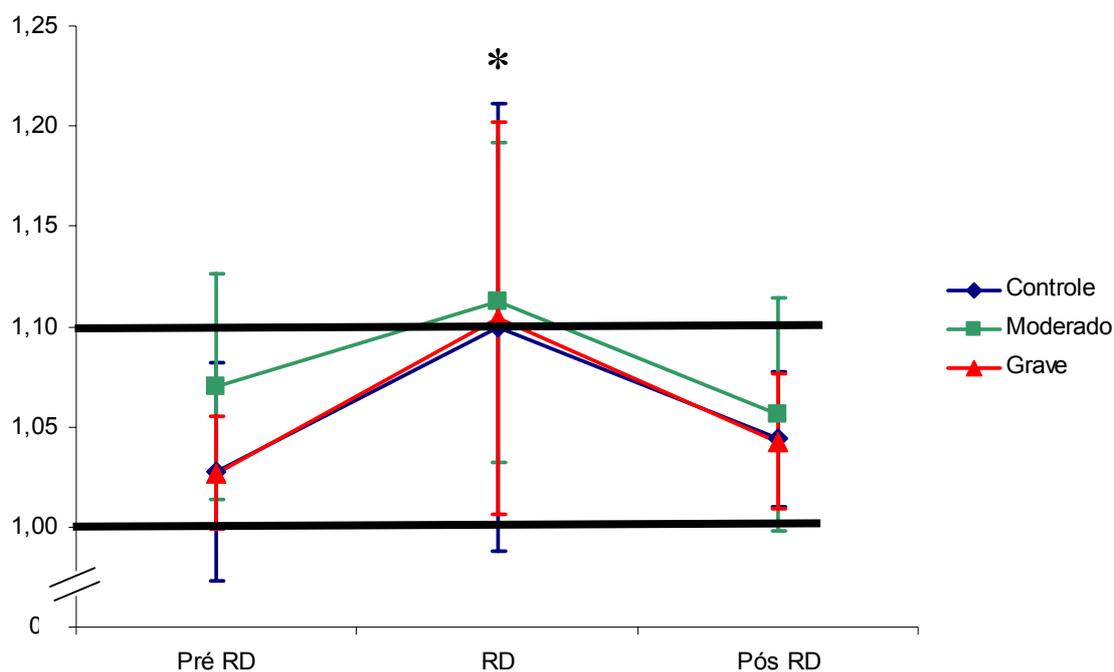


**Figura 12.** Participação do abdômen no volume corrente (%Abd) nos três grupos, nas fases de pré, durante e após RD

\*  $p < 0,001$  versus Pré e Pós RD

O índice de coordenação toracoabdominal (MCA/Vc) elevou-se durante a RD ( $p < 0,001$ ) de forma semelhante ( $p = 0,84$ ) e coincidente ( $p = 0,35$ ) nos grupos (Figura 13).

Os valores referentes ao movimento toracoabdominal encontram-se na tabela 6.



**Figura 13.** Comportamento do índice de coordenação entre os compartimentos (MCA/Vc) nos três grupos, nas fases de pré, durante e após RD (Valores normais 1 – 1,10)

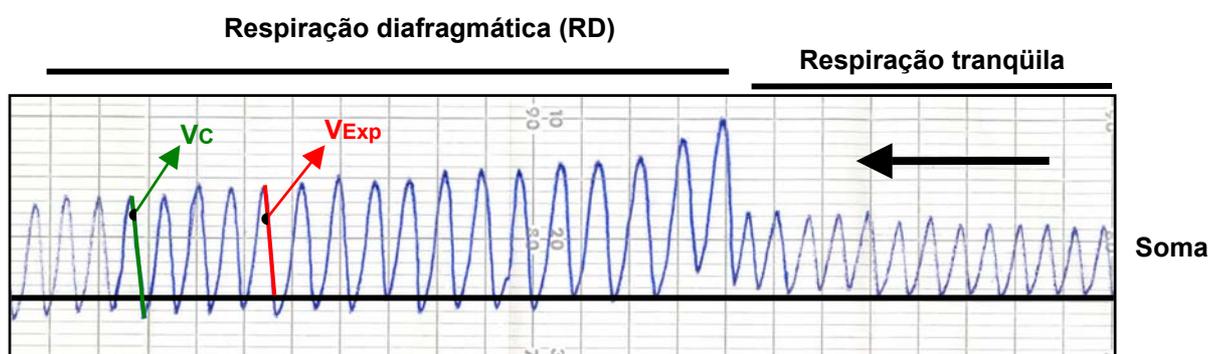
\*  $p < 0,001$  versus Pré e Pós RD

**Tabela 6.** Percentual de participação do abdômen (%Abd) e do tórax (%Tx) na geração do Vc e índice de coordenação toracoabdominal (MCA/Vc) nos três grupos, nas fases de pré, durante e após RD (média e desvio padrão)

% Abd			
	Pré RD	RD	Pós RD
Controle	67±13	79±14*	68±14
Moderado	71±17	85±13*	70±15
Grave	72±9	89±12*	72±10
% Tx			
	Pré RD	RD	Pós RD
Controle	35±12	31±13*	37±14
Moderado	36±16	27±13*	36±13
Grave	30±9	22±8*	33±11
MCA/Vc			
	Pré RD	RD	Pós RD
Controle	1,03±0,05	1,10±0,11*	1,04±0,03
Moderado	1,07±0,06	1,11±0,08*	1,06±0,06
Grave	1,03±0,03	1,10±0,10*	1,04±0,03

\*  $p < 0,001$  versus Pré e Pós RD

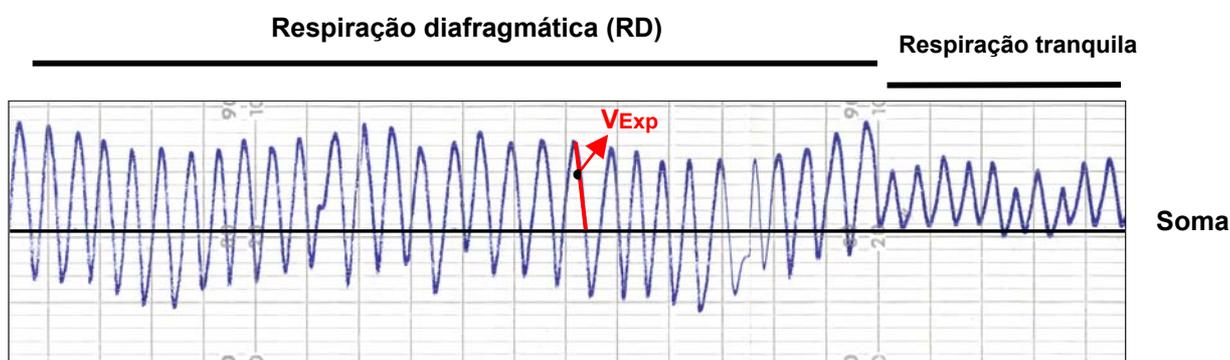
Na observação dos registros gráficos foram identificados dois padrões de execução da respiração diafragmática. O mais comum ocorreu em 19 pacientes (nove do grupo moderado, 10 do grupo grave), que apresentaram movimentação toracoabdominal coordenada durante a RD (MCA/Vc < 1,1). Esses pacientes realizaram a aquisição do VC a partir de pequenas oscilações ao nível do repouso expiratório final, observado traçando-se uma linha a partir da respiração tranqüila. O volume acima da linha foi denominado volume de expansão (VExp) (linha vermelha). O volume corrente considerado foi aquele medido em toda extensão do ciclo respiratório, iniciado a partir da inflexão da curva inspiratória (Figura 14).



**Figura 14.** Traçado de “Respitace®” de um paciente com DPOC moderado com MCA/Vc = 1,04 durante RD; a linha horizontal escura foi traçada a partir da respiração tranqüila; Vc = volume corrente; VExp = volume de expansão

Entretanto, 10 pacientes (cinco do grupo moderado, cinco do grupo grave) apresentaram movimentação toracoabdominal assincrônica durante RD. Observando seus gráficos verificamos que em oito pacientes (três do grupo moderado, cinco do grupo grave) a curva inspiratória iniciava-se em

um ponto abaixo da linha de repouso expiratório final, a partir do volume de reserva expiratório (VRE) (Figura 15).



**Figura 15.** Traçado de “Respirace®” de um paciente com DPOC moderado com  $MCA/Vc = 1,12$  durante RD; a linha horizontal escura foi traçada a partir da respiração tranqüila; a linha vermelha refere-se ao volume de expansão ( $V_{Exp}$ )

Assim, analisamos o  $V_{Exp}$  gerado por esses dois padrões:

a) Os pacientes que realizaram a RD de forma coordenada ( $MCA/Vc < 1,10$ ) apresentaram valores médios de VC antes e durante a técnica de 480 e 776 mL, respectivamente. O  $V_{Exp}$  correspondente foi de 480 e 682 mL, sem diferenças estatísticas entre os volumes durante a técnica ( $V_{CRD}$  versus  $V_{ExpRD}$ ) ( $p=0,3$ ) (Figura 16).

b) Os pacientes que executaram a RD com movimentação toracoabdominal assincrônica ( $MCA/Vc > 1,10$ ) apresentaram VC antes e durante a técnica de 340 e 599 mL. Os valores médios do  $V_{Exp}$  foram 340 e 417 mL, respectivamente, com diferenças estatísticas entre os volumes durante a RD ( $V_{CRD}$  versus  $V_{ExpRD}$ ) ( $p=0,02$ ) (Figura 16).

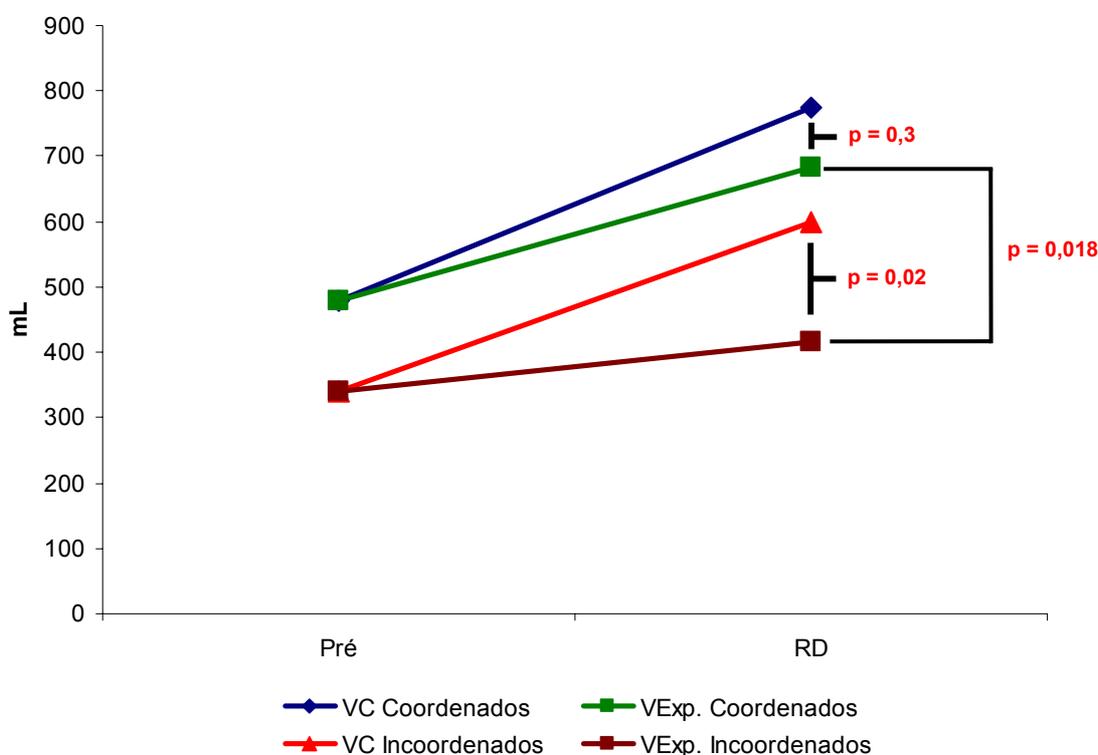
Comparando-se o  $V_{Exp}$  obtido durante a RD no grupo coordenado e no grupo incoordenado verificou-se diferenças significantes ( $p=0,018$ ) (Tabela 7) (Figura 16).

**Tabela 7. Volume corrente (Vc) e volume de expansão ( $V_{Exp}$ ) em pacientes com movimento toracoabdominal coordenado e incoordenado durante RD (média)**

	Coordenação Toracoabdominal (RD)				Incoordenação Toracoabdominal (RD)			
	Pré	RD	Aumento		Repouso	RD	Aumento	
<b>Vc (mL)</b>	480	776	296	0,6 x	340	599	259	0,8 x
<b><math>V_{Exp}</math> (mL)</b>	480	682	202	0,4 x	340	417*†	77	0,2 x

\*  $p < 0,05$ :  $V_{Exp}$  durante RD versus VC durante RD

†  $p < 0,05$ :  $V_{Exp}$  durante RD (incoordenado) versus  $V_{Exp}$  durante RD (coordenado)



**Figura 16. Volume corrente (Vc) e volume de expansão ( $V_{Exp}$ ) em pacientes com movimento toracoabdominal coordenado e incoordenado durante RD**

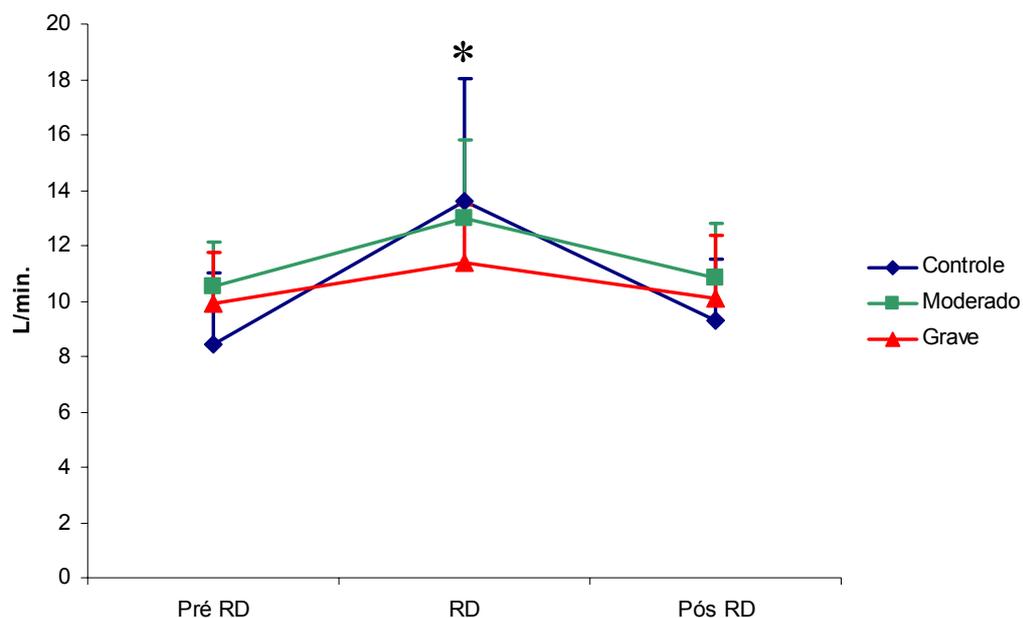
Com os novos valores de VC corrigido para  $V_{Exp}$ , correlacionou-se a variação do VC ( $\Delta VC = VC_{RD} - VC_{Repouso}$ ) com as variáveis estudadas. Encontrou-se diferenças significantes com a mobilidade diafragmática em incidência PA e perfil (MDPA e MDPe), e as seguintes variáveis ao repouso, índices de dispnéia (Borg), saturação periférica de oxigênio ( $SpO_2$ ), coordenação toracoabdominal (MCA/Vc) e reserva ventilatória (%RVE) (Tabela 8). Esta última foi calculada por meio da equação:  $RVE \% = (1 - (VE/VVM)) \times 100$ . A ventilação voluntária máxima (VVM) foi estimada com base na equação sugerida por Neder et al., (1999).

**Tabela 8.** Coeficientes de correlação entre o aumento do volume corrente com a RD ( $\Delta Vc$ ) e mobilidade diafragmática em incidência PA (MDPA) e perfil (MDPe); índice de dispnéia (Borg), saturação periférica de oxigênio ( $SpO_2$ ), índice de coordenação toracoabdominal (MCA/Vc) e reserva ventilatória (%RVE) ao repouso

	MDPA		MDPe		Borg		$SpO_2$		MCA/Vc		%RVE	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
$\Delta Vc$	0,4	0,046	0,3	0,0345	-0,5	0,0132	0,4	0,0223	-0,4	0,012	0,4	0,0168

#### 4.7 Variáveis ventilatórias, hemodinâmicas e de oxigenação

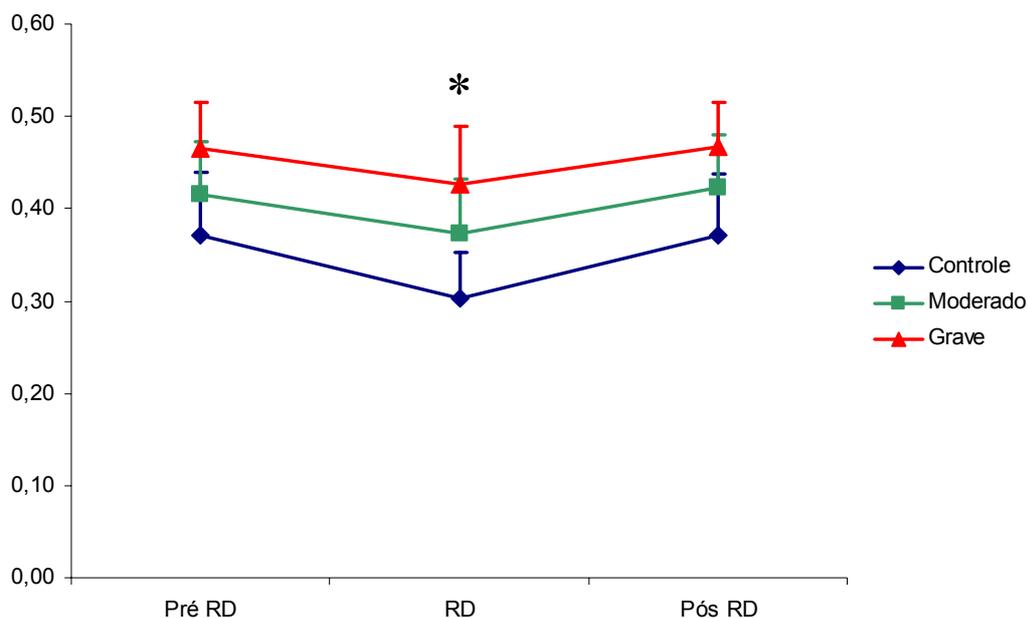
A ventilação pulmonar minuto (VE) elevou-se durante a RD ( $p < 0,05$ ), sobretudo no grupo controle, cuja variação foi diferente dos demais ( $p < 0,001$ ) (Figura 17) (Tabela 19).



**Figura 17. Comportamento da ventilação pulmonar (VE) nos três grupos, nas fases de pré, durante e após RD**

\*  $p < 0,05$  versus Pré e Pós RD

A RD promoveu redução da ventilação em espaço morto ( $p < 0,001$ ) com diferença de comportamento entre os grupos ( $p = 0,03$ ). Nas fases de repouso, o grupo grave apresentou valores maiores em relação ao grupo controle ( $p < 0,001$ ); na RD as diferenças entre os grupos se acentuaram: controle versus moderado ( $p = 0,007$ ) e grave ( $p < 0,001$ ), e moderado versus grave ( $p = 0,049$ ) (Figura 18) (Tabela 9).



**Figura 18. Comportamento da relação ventilação espaço morto sobre volume corrente ( $V_{EM}/V_c$ ) nos três grupos, nas fases de pré, durante e após RD**

\*  $p < 0,001$  versus Pré e Pós RD

Houve redução no equivalente ventilatório para o gás carbônico ( $VE/V_{CO_2}$ ) com a RD ( $p < 0,001$ ) nos grupos ( $p = 0,548$ ), porém o grupo grave registrou valores maiores em relação ao grupo controle ( $p = 0,002$ ). O equivalente ventilatório para o oxigênio ( $VE/V_{O_2}$ ) apresentou comportamento diferente nos grupos ( $p < 0,001$ ) elevando-se no grupo controle de forma significativa durante a RD e mesmo após seu término ( $p < 0,001$ ). O grupo grave apresentou valores maiores em relação ao grupo controle ( $p < 0,001$ ) no momento pré RD (Tabela 9).

**Tabela 9.** Ventilação pulmonar minuto (VE), ventilação em espaço morto sobre volume corrente (VEM/Vc), equivalentes ventilatórios para o gás carbônico (VE/VCO<sub>2</sub>) e oxigênio (VE/VO<sub>2</sub>) nos grupos durante as fases do estudo (média e desvio padrão)

VE (L/min)			
	Pré RD	RD	Pós RD
Controle	8±3	14±4*	9±2
Moderado	11±2	13±3*	11±2
Grave	10±2	11±2*	10±2
VEM/Vc			
	Pré RD	RD	Pós RD
Controle	0,37±0,07	0,30±0,05*	0,37±0,07
Moderado	0,42±0,06	0,37±0,06*†	0,42±0,06
Grave	0,47±0,05†	0,43±0,06*§†	0,47±0,05†
VE/VCO <sub>2</sub>			
	Pré RD	RD	Pós RD
Controle	54±11	47±6*	58±10‡
Moderado	61±13	55±11*	66±14‡
Grave	71±14†	61±14*†	71±12††
VE/VO <sub>2</sub>			
	Pré RD	RD	Pós RD
Controle	45±9	55±12‡	49±17‡
Moderado	53±12	55±10	58±12
Grave	61±9†	57±10	62±10

\* p < 0,05 versus Pré e Pós RD

‡ p < 0,05 versus Pré

† p < 0,05 versus Controle

§ p < 0,05 versus Moderado

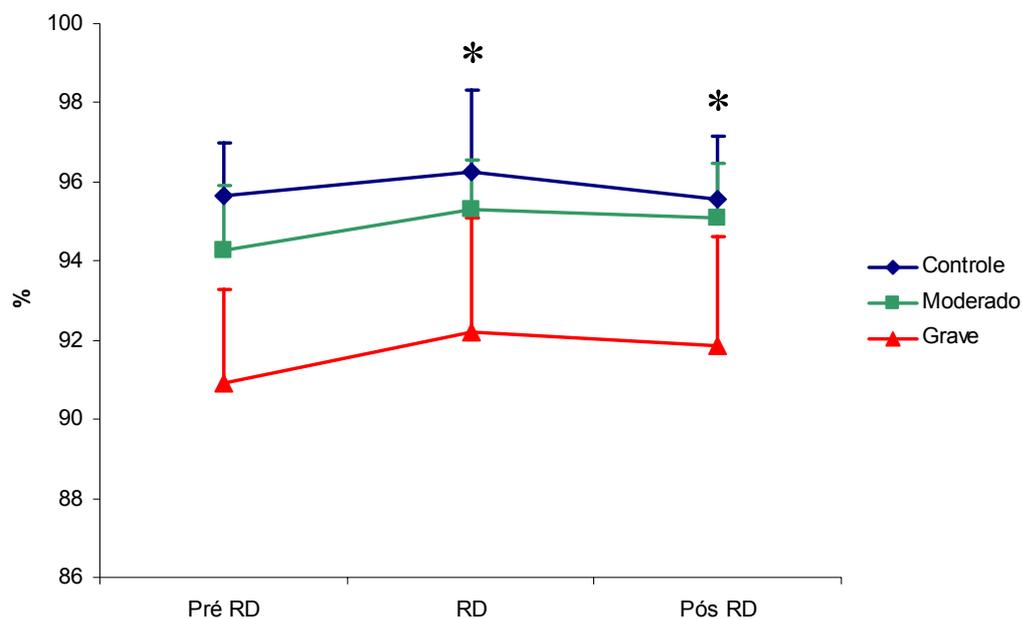
Os grupos tiveram um mesmo comportamento em relação a SpO<sub>2</sub> (p=0,39), que se elevou de maneira significativa durante RD (p<0,001), e assim se manteve (p=0,01). O grupo grave apresentou valores de inferiores aos dos grupos controle (p<0,001) e moderado (p<0,001) (Tabela 10) (Figura 19).

**Tabela 10.** Saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) nos grupos, durante as fases do estudo (média e desvio padrão)

SpO <sub>2</sub> (%)			
	Pré RD	RD	Pós RD
Controle	95,7±1	96,3±2*	95,6±2*
Moderado	94,3±2	95,3±1*	95,1±1*
Grave	90,9±2†	92,2±3*†	91,9±3*†

\* p < 0,05 versus Pré RD

† p < 0,001 versus Controle e Moderado



**Figura 19. Comportamento da saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) nos três grupos, nas fases de pré, durante e após RD**

\*  $p < 0,001$  versus Pré RD

A RD promoveu elevação nos valores de VCO<sub>2</sub> nos grupos ( $p < 0,001$ ), porém com diferença de comportamento ( $p < 0,001$ ) entre eles. Durante a técnica os grupos com DPOC apresentaram valores menores ( $p < 0,05$ ).

O consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>) elevou-se durante a RD ( $p < 0,001$ ), nos três grupos ( $p = 0,102$ ), sem diferença entre eles ( $p = 0,167$ ).

O comportamento foi diferente entre os grupos ( $p < 0,001$ ) para a PETCO<sub>2</sub> que se reduziu nos grupos controle e moderado ( $p < 0,001$ ) com a RD e assim se manteve ( $p < 0,05$ ). Houve diferença entre os grupos quanto a PETO<sub>2</sub> ( $p = 0,001$ ), que se elevou nos grupos controle e moderado ( $p < 0,001$ ), porém os valores do grupo grave foram inferiores aos do grupo controle, durante a técnica ( $p = 0,001$ ).

O quociente respiratório (RER) elevou-se com a RD ( $p < 0,05$ ) nos três grupos, embora em magnitudes diferentes ( $p < 0,001$ ), sendo que os grupos com DPOC apresentaram valores inferiores aos do controle no momento da técnica ( $p < 0,001$ ).

A frequência cardíaca elevou-se durante a RD ( $p = 0,006$ ) com o mesmo comportamento nos grupos ( $p = 0,81$ ), sem diferença entre eles ( $p = 0,19$ ).

O comportamento dos grupos foi diferente ( $p = 0,015$ ) quanto ao  $VO_2/Fc$ , que se elevou no grupo controle durante a RD ( $p < 0,001$ ). No grupo moderado diferenças foram observadas entre as seguintes fases: RD *versus* pós ( $p < 0,001$ ) e pós *versus* pré ( $p = 0,004$ ). Diferenças entre os grupos ocorreram apenas durante a técnica, onde o grupo grave apresentou menores valores em relação aos grupos controle ( $p = 0,01$ ) e moderado ( $p = 0,007$ ). Os valores das variáveis acima citadas encontram-se resumidos na tabela 11.

**Tabela 11. Produção de gás carbônico (VCO<sub>2</sub>), consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>), pressões expiratórias finais de gás carbônico e oxigênio (PETCO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>), quociente respiratório (RER), frequência cardíaca (FC) e pulso de oxigênio (VO<sub>2</sub>/Fc), comportamento dos grupos nas fases do estudo: pré, durante e após RD (média e desvio padrão)**

VCO <sub>2</sub> (mL/min)			
	Pré RD	RD	Pós RD
Controle	165±70	300±101*	172±49
Moderado	181±45	245±64*†	173±52
Grave	147±40	197±53*†	150±41
VO <sub>2</sub> (mL/min)			
	Pré RD	RD	Pós RD
Controle	193±69	247±64*	184±48
Moderado	212±56	248±63*	195±55
Grave	170±45	206±49*	168±47
PETCO <sub>2</sub> (mm Hg)			
	Pré RD	RD	Pós RD
Controle	40±4	35±3‡	36±3‡
Moderado	37±4	35±5‡	36±5‡
Grave	38±5	38±6	38±6
PEO <sub>2</sub> (mm Hg)			
	Pré RD	RD	Pós RD
Controle	103±7	113±6*	105±9
Moderado	104±5	110±5‡	107±5
Grave	101±7	104±9†	103±8
RER			
	Pré RD	RD	Pós RD
Controle	0,84±0,08	1,20±0,17*	0,95±0,18‡
Moderado	0,85±0,06	0,98±0,07*†	0,88±0,07
Grave	0,87±0,07	0,95±0,11††	0,89±0,08
FC (bpm)			
	Pré RD	RD	Pós RD
Controle	73±13	74±14‡	73±13
Moderado	76±14	78±14‡	77±15
Grave	81±14	83±13‡	83±13
VO <sub>2</sub> /FC (mLO <sub>2</sub> /bat)			
	Pré RD	RD	Pós RD
Controle	2,7±0,9	3,3±0,9*	2,6±0,7
Moderado	3±1	3,4±1,2**	2,5±0,9‡
Grave	2,3±0,7	2,3±0,6†§	2,1±0,7

\* p < 0,05 versus Pré e Pós RD

‡ p < 0,05 versus Pré RD

\*\* p < 0,05 versus Pós RD

† p < 0,05 versus Controle

§ p < 0,05 versus Moderado

## 5 - DISCUSSÃO

---

Exercícios respiratórios ou controle respiratório há muito são utilizados como estratégias terapêuticas em situações de afecções pulmonares. A respiração diafragmática (RD) faz parte de um conjunto de técnicas de controle respiratório que tem como objetivo aumentar o volume corrente (VC), facilitar a eliminação de secreções, o relaxamento e a mobilidade da caixa torácica (Ciesla, 1988). Embora amplamente empregada na prática clínica, o estudo de Gosselink et al., (1995) mostrou que durante a RD pode ocorrer redução da eficiência mecânica dos músculos respiratórios, aumento de movimentos assíncronos entre tórax e abdômen e tendência ao aumento da dispnéia. O impacto desses resultados levou à questionamentos quanto à sua indicação e forma de realização em pacientes com DPOC. Nosso estudo insere-se nesse contexto. Acreditamos que a RD pode resultar em benefícios, embora não há clareza sobre seus efeitos imediatos e em quais pacientes estaria indicada. Verificamos que a RD aumentou o volume corrente (VC) e reduziu a frequência respiratória (f) a partir da elevação do tempo inspiratório (Ti). A capacidade de elevação do VC foi maior nos indivíduos saudáveis e reduziu-se na presença da DPOC. A RD levou à maior participação do deslocamento abdominal na maioria dos indivíduos; no entanto, houve incoordenação entre os compartimentos torácico e abdominal no grupo moderado. O aumento na ventilação pulmonar minuto (VE) foi acompanhado de redução na ventilação no espaço morto ( $VEM/VC$ ), aumento na lavagem de  $CO_2$  em relação à VE desenvolvida ( $VE/VCO_2$ ) e aumento na oxigenação ( $SpO_2$ ). A sensação de esforço

percebido aumentou e alterações hemodinâmicas clinicamente significativas não foram observadas.

A respiração diafragmática foi executada a partir de incentivo verbal, buscando-se o maior deslocamento de volume. A adoção de um padrão respiratório com maior VC e menor f produz um melhor aproveitamento ventilatório, na medida em que uma maior porção da VE é efetivamente utilizada na troca gasosa (ventilação alveolar). Alterações significativas em determinadas variáveis ventilatórias apóiam essa hipótese. A redução na ventilação em espaço morto ( $V_{EM}/VC$ ), no equivalente ventilatório para o gás carbônico ( $VE/VCO_2$ ) e na pressão expiratória final de  $CO_2$  ( $PETCO_2$ ) reflete o aumento da VE em território alveolar e maior retirada de  $CO_2$  dos pulmões. Elevações na pressão expiratória final de oxigênio ( $PETO_2$ ) e no índice de oxigenação ( $SpO_2$ ) demonstram maior captação e oferta de  $O_2$  aos tecidos, reforçando a idéia de que com a RD a ventilação foi mais eficiente. Apesar de estatisticamente significantes, as mudanças observadas nas variáveis hemodinâmicas (FC e  $VO_2/FC$ ) durante a RD não se traduziram em distúrbios clínicos.

O incremento ventilatório ocorreu a partir de respostas ventilatórias baseadas sobretudo no aumento do  $VC/Ti$  e  $Ti$ , que foram traduzidas em um maior custo da RD ao paciente, conforme observado pelo aumento significativo no consumo de oxigênio ( $VO_2$ ). A elevação do índice tensão-tempo, inerente à adoção desse modelo ventilatório, pode conduzir o sistema muscular respiratório à fadiga (Bellemare e Grassino, 1982) e ao

aumento da dispnéia (ATS, 1999). No entanto, a força muscular respiratória preservada, expressa por meio das pressões respiratórias máximas (PIMáx e PEMáx), possivelmente tenha conferido aos nossos indivíduos a capacidade de realizar a RD mantendo o sistema muscular respiratório fora da zona de fadiga, evitando a elevação da dispnéia a patamares significativos. Esse entendimento pode ser reforçado levando-se em consideração o estudo de Vitacca et al. (1998), no qual se verificou piora estatisticamente significativa nos índices de dispnéia durante RD em pacientes com DPOC que apresentavam fraqueza muscular respiratória. Em geral, esses pacientes elevam sua ventilação durante a RD por meio da elevação do fluxo inspiratório médio ( $VC/TI$ ) e redução estratégica do tempo inspiratório efetivo ( $TI/TTOT$ ) (Willeput et al., 1983; Sackner et al., 1984; Gosselink et al., 1995; Vitacca et al., 1998; Pasto et al., 2000). No presente estudo, nossos pacientes aumentaram a VE a partir da elevação no  $VC/TI$  sem alterações significativas no  $TI/TTOT$ , o que expressa um trabalho respiratório tolerável durante a RD, sem a necessidade de redução no tempo de contração.

A dispnéia classificada como “leve” durante a RD, na maioria dos indivíduos, está, possivelmente, relacionada ao adequado ajuste entre o fluxo inspiratório médio e a capacidade máxima do sistema gerar fluxo inspiratório. O aumento dessa relação (Bowie et al., 1984; LeBlanc et al., 1986) e a limitada capacidade de gerar fluxo frente a ventilação requerida se associam com a presença da dispnéia (Tobin et al., 1983a). Provavelmente

a exigência ventilatória da RD foi alcançada em função da ampla capacidade de elevação do VC/TI verificada nos indivíduos, o que favoreceu o equilíbrio entre ventilação e fluxo e manteve a percepção da dispnéia em limites clinicamente aceitáveis.

Os grupos realizaram a RD com um nível de eficiência semelhante, conforme observado pela relação entre trabalho executado e reserva de força disponível,  $VC_{RD}/PIMáx$ , em mL/cm H<sub>2</sub>O. Encontramos no controle  $8\pm 3$ , moderado  $9\pm 7$  e grave  $9\pm 4$  ( $p=0,803$ ), o que demonstra que os indivíduos foram capazes de mobilizar o diafragma e aumentar o VC proporcionalmente à reserva de força muscular respiratória.

Embora a eficiência mecânica dos músculos respiratórios esteja diminuída durante a RD (Gosselink et al., 1995; Pasto et al., 2000), acreditamos que pacientes que apresentem adequado equilíbrio entre trabalho desenvolvido e reserva de força são capazes de executar estratégias ventilatórias que, apesar de promoverem maior trabalho muscular respiratório, o fazem dentro de limites que permitam melhorias de parâmetros funcionais como ventilação e oxigenação.

O aumento do VC é proposto como um importante marcador de eficiência da RD (Gosselink et al., 1995), porém sua relação com o grau de obstrução da via aérea ( $VEF_1$ ) não está clara. Estudos realizados em pacientes com DPOC submetidos à RD demonstraram diferenças na capacidade dos indivíduos elevarem seu VC, que variou de 0,29 a 1,3 vezes, sem relação com o  $VEF_1$ , que variou de 32 a 55% do previsto (Brach et al,

1977; Willeput et al, 1983; Sackner et al. 1984; Gosselink et al., 1995; Vitacca et al., 1998). Nossos pacientes apresentaram resultados semelhantes, tendo o VC aumentado em 0,65 e 0,66 vezes nos grupos moderado e grave, respectivamente, enquanto que o VEF<sub>1</sub> foi de 43±5 e 27±5%, sem correlação ( $r=0,06$ ,  $p=0,75$ ) entre  $\Delta VC$  e VEF<sub>1</sub>. É possível, assim, considerar que o VEF<sub>1</sub> não seja o melhor parâmetro para a identificação, investigação e estratificação dos indivíduos aptos a realizarem a RD.

A constatação de que alguns pacientes apresentaram movimento toracoabdominal incoordenado durante RD, conduziu-nos a análise qualitativa das curvas referentes aos deslocamentos do abdômen e tórax. Verificamos dois padrões distintos de realização da RD. No primeiro, o aumento do VC ocorreu a partir de pequenas oscilações no nível de repouso expiratório final. Tais oscilações, também presentes em indivíduos saudáveis, provavelmente fazem parte de uma resposta fisiológica que ocorre em função da própria complacência do sistema abdominal estimulado nesse momento. Esse padrão foi predominante naqueles pacientes que apresentavam movimento toracoabdominal coordenado durante a RD e a ausência de diferenças entre o volume medido em toda extensão da curva inspiratória (VC) e o volume medido a partir da linha de repouso expiratório (V<sub>Exp</sub>) revela a capacidade de elevação do VC utilizando-se o volume de reserva inspiratório (VRI). Nesses pacientes, o V<sub>Exp</sub> foi significativamente maior em relação aos demais, reforçando a idéia de que o movimento

toracoabdominal coordenado durante o exercício passa a estar relacionado à maior capacidade de elevação do VC, a partir da capacidade residual funcional (CRF).

Os pacientes que executaram a RD com movimento toracoabdominal incoordenado apresentaram, em sua maioria, recrutamento do volume de reserva expiratório (VRE) na tentativa de elevar o VC. Esse comportamento traduz, provavelmente, a incapacidade de incremento ventilatório acima da CRF, verificado por meio do reduzido V<sub>Exp</sub>. Nesse grupo de pacientes, os valores de dispnéia foram estatisticamente maiores (Borg 3) durante o exercício ( $p=0,006$ ). Esses achados nos levam a crer que a presença de movimento toracoabdominal incoordenado durante a respiração diafragmática reflete a limitação do paciente em aumentar o VC, conduzindo à dispnéia. Este paciente, provavelmente, terá menor possibilidade de se beneficiar da respiração diafragmática.

O movimento da parede torácica está intimamente ligado à eficiência da RD (Cahalin et al., 2002) e anormalidades na coordenação entre tórax e abdômen relacionam-se ao aumento na carga muscular respiratória, sendo, portanto, considerado precursor de fadiga muscular (Tobin et al., 1987). A piora no movimento toracoabdominal produzida pela RD está, possivelmente, associada à presença de alterações específicas como a hiperinflação dos pulmões e retificação do diafragma. Nessas condições ocorre um maior uso dos músculos acessórios da inspiração, redução na zona de aposição do diafragma e presença de movimento para dentro das

costelas inferiores, em função das fibras do diafragma contraírem-se em série (De Troyer e Estenne, 1988). No entanto, determinadas adaptações crônicas no diafragma frente à hiperinflação, como remodelamento muscular (Levine et al., 2002), mudança na composição de fibras musculares (Levine et al., 1997), redução no número de sarcômeros em série (Farkas e Roussos, 1983; Orozco-Levi et al., 1999) e manutenção da geometria diafragmática (Gauthier et al., 1994; Cassart et al., 1997) poderiam manter a excursão diafragmática eficiente e a parede torácica livre de sofrer distorções. Os pacientes que apresentaram movimento toracoabdominal coordenado durante a RD, provavelmente apresentavam alguns desses mecanismos, o que lhes possibilitou maior VC ao repouso e maior V<sub>Exp</sub> durante a técnica.

O método que escolhemos de avaliação para mobilidade diafragmática baseou-se na aquisição de imagens de estruturas anatômicas e posterior cálculo de sua área. Esse método foi utilizado anteriormente para imagens das cavidades cardíacas (Toscano, 1991; Mesquita, 1995). Diversos investigadores no passado e, mais recentemente, (Simon et al., 1969; Walsh et al., 1992; Cassart et al., 1996) têm usado técnicas radiológicas para estudar configuração e dimensão do tórax.

Simon et al. (1969), estudando indivíduos fumantes, realizaram radiografias de tórax em inspiração e expiração total em incidência PA traçando uma linha vertical unindo as cúpulas. Em seu estudo, excursão menor que três centímetros caracterizava baixa mobilidade diafragmática,

atribuída à hiperinflação. Optamos por realizar radiografias em inspiração e expiração total medindo não apenas a excursão em um único ponto por meio de uma linha vertical, mas calculando-se a área total do deslocamento no intuito de diminuir a imprecisão técnica. Outros autores chamam atenção para aspectos determinantes nesse tipo de investigação: **1)** variações técnicas durante a exposição radiográfica; **2)** postura do indivíduo; **3)** grau de hiperinflação e de contração ativa dos músculos inspiratórios e expiratórios durante a manobra de inspiração e expiração máxima; e **4)** intensidade do estímulo do examinador junto ao indivíduo durante a manobra (Laghi e Tobin, 2003). Com objetivo de minimizar tais problemas, procuramos padronizar a técnica radiográfica, a postura durante a exposição, o estímulo verbal realizado buscando o grau máximo de contração inspiratória e expiratória e a condução dos exames, que foram realizados sempre pelo mesmo examinador. Escolhemos esta forma de avaliação da mobilidade diafragmática por: **1)** ser de fácil realização e compreensão; **2)** proporcionar medida indireta do grau de hiperinflação; **3)** apresentar caráter não invasivo e pouco dispendioso.

O movimento diafragmático, apesar de reduzido em sua capacidade de excursão máxima nos pacientes, não comprometeu o deslocamento do compartimento abdominal durante as fases de respiração tranqüila e diafragmática. A associação positiva e significativa entre o movimento diafragmático e a elevação do VC durante RD sugere que a mobilidade do diafragma pode ser determinante na capacidade de incremento ventilatório,

sendo um parâmetro de auxílio na identificação do melhor candidato. A presença de outros fatores, tais como, ausência de dispnéia, coordenação toracoabdominal dentro dos limites de normalidade, oxigenação e reserva ventilatória (%RVE) adequada, nos parece apontar os indivíduos com maior habilidade para realizar a RD. A preservação da capacidade ventilatória pode garantir a demanda exigida pela técnica, uma vez que os indivíduos apresentaram %RVE durante o repouso e na RD de  $76\pm 15\%$  e  $72\pm 14\%$ , respectivamente. Tais achados corroboram a hipótese de que a mecânica respiratória relativamente preservada, em pacientes com DPOC, conduz a maior capacidade de elevação do VC e eficiência da técnica. No entanto, com a RD, indivíduos que apresentem disfunção muscular respiratória poderiam ser expostos ao aumento do trabalho respiratório e piora dos sintomas.

Determinados aspectos nos parecem fundamentais para o sucesso da RD, dentre eles: posição corporal confortável e apropriada; necessidade de instruções prévias por meio das quais seja garantido o entendimento da técnica; estimulação tátil, auditiva e/ou visual, que nos foi útil em diversos pacientes que melhoraram seu desempenho a partir desses estímulos; avaliação constante da eficiência da técnica, por meio da observação direta do movimento toracoabdominal, aumento da excursão do abdômen e, caso disponível, avaliação constante do VC.

O efeito do bucal e clipe nasal em nosso estudo deve ser considerado. A utilização desses dispositivos em indivíduos sadios (Martucci

e Jardim, 1992) e em pacientes com DPOC (Loveridge et al., 1984) promove aumento do VC e diminuição da f. É possível que esse efeito tenha influenciado a resposta ventilatória observada em nosso estudo, por meio de maior estímulo sensorial na região de face. Diversos pacientes referiram, no entanto, que a sensação de esforço percebida durante as fases do estudo estava relacionada, em maior parte à presença de tais dispositivos do que condicionada apenas à RD. Sendo assim, seu uso deve ser ponderado, na medida em que pode aumentar a sensação de dispnéia.

A respiração diafragmática é, portanto, uma estratégia ventilatória capaz de promover aumento qualitativo na ventilação pulmonar. O aumento do trabalho respiratório, inerente à sua execução, e a elevação da sensação de dispnéia podem ser tolerados na medida em que os pacientes com DPOC possuam seu sistema muscular respiratório relativamente preservado. Nossos resultados mostram que a RD pode ser aplicada em um grupo de pacientes com DPOC com mobilidade diafragmática eficiente, dispnéia leve ou ausente, baixo déficit de oxigenação, ausência de incoordenação no movimento toracoabdominal e reserva ventilatória pouco comprometida. Esses pacientes conseguem melhorar seu padrão respiratório durante a execução da RD de forma efetiva. Assim, a inclusão da RD como estratégia ventilatória em um programa de auto-cuidado pode ser benéfica, embora as atuais recomendações em programas de reabilitação pulmonar lancem dúvidas quanto aos seus resultados (ATS/ERS, 2006). Naqueles pacientes com resposta limitada, a RD pode

não estar indicada por não favorecer a mecânica ventilatória, e levar à incoordenação e conseqüente dispnéia. No entanto, não sabemos se a realização de um programa específico de RD executado durante um período prolongado, pode reverter essa limitação. Se isto ocorrer, os pacientes com maiores limitações ventilatórias teriam indicação de integrar programas que incluam a RD como parte de seu treinamento.

## 6 - CONCLUSÕES

---

## **6. Conclusões**

A respiração diafragmática promoveu melhora no padrão respiratório e nos índices ventilatórios. O movimento toracoabdominal mostrou-se coordenado em pacientes com sistema muscular respiratório preservado e incoordenado naqueles com presença de dispnéia, hipoxemia e maior limitação mecânica.



## **7.1 – ANEXO A**

---



## HOSPITAL DAS CLÍNICAS

DA

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

CAIXA POSTAL, 3671

SÃO PAULO - BRASIL

### DIRETORIA CLÍNICA

## Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa

### **APROVAÇÃO**

A Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 26/07/01, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº 460/01, intitulado: "Estudo do padrão respiratório e da configuração toracoabdominal em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica durante respiração diafragmática", Departamento de Córdio-Pneumologia, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

**Pesquisador Responsável:** Prof. Dr. Alberto Cukier

**Pesquisador Executante:** Marcelo Fernandes

CAPPesq, 6 de agosto de 2001.

  
PROF. DR. JORGE KALIL FILHO

Presidente da Comissão Ética para Análise  
de Projetos de Pesquisa

**OBSERVAÇÃO:** Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar à CAPPesq, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196, de 10.10.1996, inciso IX.2, letra "c")



Referente mem cc 0389

**A**  
**Comissão Científica e de Ética do InCor**

O Presidente da Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em 09.06.05, tomou ciência que o Protocolo de Pesquisa nº 460/01 intitulado "Estudo do padrão respiratório e da configuração toracoabdominal em pacientes com doenças pulmonar obstrutiva crônica durante respiração diafragmática" será tese de doutorado do aluno Marcelo Fernandes , tendo como orientadora Dra. Maria Ignez Zanetti Feltrim.

Pesquisador Responsável : Dra Maria Ignez Zanetti Feltrim

São Paulo, 09 de junho de 2005

**PROF. DR. EUCLIDES AYRES DE CASTILHO**  
Presidente da Comissão de Ética para Análise  
de Projetos de Pesquisa

## **7.2 – ANEXO B**

---

## Ficha de Avaliação Padronizada

### 1. Dados Pessoais e Clínicos:

Nome: \_\_\_\_\_ Reg. HC \_\_\_\_\_  
 Sexo: ( ) F ( ) M Idade: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_ IMC: \_\_\_\_\_  
 Profissão: \_\_\_\_\_ Oxigênio: ( ) Sim ( ) Não Litros/minuto: \_\_\_\_\_  
 Tabagismo: ( ) Sim ( ) Não Tempo: \_\_\_\_\_ Maços/dia: \_\_\_\_\_ Parou há: \_\_\_\_\_  
 Medicação em uso: \_\_\_\_\_  
 Diagnóstico Clínico: \_\_\_\_\_  
 Antecedentes: \_\_\_\_\_  
 Endereço: \_\_\_\_\_  
 Bairro: \_\_\_\_\_ CEP \_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_  
 Telefone: \_\_\_\_\_ Identidade: \_\_\_\_\_ Data Nasc.: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
 Obs.: \_\_\_\_\_

### 2. Exame físico:

#### 2.1 Palpação:

##### Expansibilidade torácica:

( ) Normal ( ) Diminuída ( ) Simétrica ( ) Assimétrica Local \_\_\_\_\_

##### Frêmito tóraco vocal:

( ) Normal ( ) aumentado ( ) diminuído Local \_\_\_\_\_

##### Palpação diafragmática:

	Expansão inspiratória	Consistência	Expulsão da mão examinadora	Observações
Normal	Sim	Sim	Sim	-
Regular	Sim	Sim	Não	-
Pobre	Sim	Não	Não	Diminuição da Excursão
Vestígio	Sim	Não	Não	Arritmico, Débil
Paralisia	Não	Não	Não	Redução ângulo epigástrico Tosse superficial Introdução exagerada dos dedos na região diafragmática

##### • Hemicúpula esquerda:

( ) Normal ( ) Regular ( ) Vestígios ( ) Paralisia

##### • Hemicúpula direita:

( ) Normal ( ) Regular ( ) Vestígios ( ) Paralisia

#### 2.2 Percussão torácica:

( ) Normal ( ) Alterada Local: \_\_\_\_\_

#### 2.3 Ausculta Pulmonar: \_\_\_\_\_

**2.4 Tosse:** ( ) Eficaz ( ) Ineficaz ( ) Seca ( ) Produtiva  
 Secreção (Aspecto e quantidade): \_\_\_\_\_

### 3. Medidas:

**3.1 Força Muscular respiratória:** PiMáx: \_\_\_\_\_ PeMáx: \_\_\_\_\_

**3.2 Espirometria:** CVF: \_\_\_\_\_ CVF%: \_\_\_\_\_  
 VEF<sub>1</sub>/CVF: \_\_\_\_\_ VEF<sub>1</sub>/CVF%: \_\_\_\_\_ VEF<sub>1</sub> \_\_\_\_\_ VEF<sub>1</sub> % \_\_\_\_\_

## **7.3 – ANEXO C**

---

**Escala de Borg modificada para índices de esforço percebido****Índices de esforço percebido**

- 0 NENHUMA
- 0,5 MUITO, MUITO LEVE
- 1 MUITO LEVE
- 2 LEVE
- 3 MODERADA
- 4 POUCO INTENSA
- 5 INTENSA
- 6
- 7 MUITO INTENSA
- 8
- 9 MUITO, MUITO INTENSA
- 10 MÁXIMA

## **7.4 – ANEXO D**

---

**TABELA D1: Valores individuais para idade, dados antropométricos e espirométricos - grupos controle, DPOC moderado e grave**

<b>GRUPO CONTROLE</b>											
n	Iniciais	Idade	Peso	Altura	IMC	CVF		VEF <sub>1</sub>		VEF <sub>1</sub> /CVF	
						Litros	% Prev	Litros	% Prev	-	% Prev
1	JAS	50	70	1,69	25	5,11	128	4,28	131	0,84	102
2	AABC	52	99	1,85	29	5,49	104	4,52	106	0,82	103
3	VFC	61	68	1,65	25	3,52	106	2,78	104	0,79	97
4	FG	65	76	1,71	26	4,14	112	3,43	116	0,83	103
5	JRS	72	82	1,76	26	4,08	104	3,37	109	0,83	105
6	RA	57	120	1,82	36	4,74	97	3,84	98	0,81	102
7	FM	70	90	1,75	29	3,17	81	2,58	84	0,81	103
8	RT	57	53	1,58	21	2,66	93	2,11	90	0,79	97
9	DSC	58	58	1,64	22	3,58	115	2,70	107	0,76	94
10	NCO	60	62	1,65	23	3,22	102	2,45	96	0,76	96
11	HRM	69	85	1,62	32	3	106	2,47	110	0,82	105
12	NMT	54	60	1,53	26	2,75	102	2,32	104	0,84	101
13	CLSP	60	55	1,61	21	2,94	100	2,01	84	0,70	85
14	TN	54	72	1,65	27	3,56	111	2,84	108	0,79	99
15	MY	61	52	1,56	21	2,74	101	1,91	87	0,70	86
<b>GRUPO MODERADO</b>											
1	PR	68	46	1,60	18	2,50	93	0,99	46	0,40	49
2	PP	73	66	1,73	22	3,31	91	1,31	46	0,40	50
3	LJS	57	63	1,66	23	2,74	78	1,38	48	0,50	62
4	IVS	71	49	1,47	23	1,86	73	0,85	41	0,46	58
5	IAM	48	74	1,68	26	2,60	73	1,06	39	0,41	54
6	MBS	67	60	1,67	22	3,09	93	1,07	41	0,35	43
7	RIF	60	50	1,65	18	2,87	85	1,37	49	0,48	59
8	ANP	68	71	1,74	23	2,65	68	1,09	36	0,41	53
9	MLO	59	92	1,73	31	2,74	67	1,13	35	0,41	51
10	LCMS	57	59	1,75	19	4,45	103	1,66	48	0,37	45
11	AMQ	58	84	1,78	27	2,97	67	1,36	39	0,46	60
12	JFP	60	98	1,72	33	2,45	64	1,45	47	0,59	73
13	ORM	66	80	1,66	29	1,99	61	1,11	43	0,56	70
14	JAM	70	52	1,40	27	1,13	62	0,63	43	0,41	56
<b>GRUPO GRAVE</b>											
1	JSS	57	48	1,61	19	2,92	94	0,78	31	0,27	32
2	YDC	71	50	1,70	17	2,09	61	0,51	19	0,24	31
3	NEC	63	78	1,67	28	1,69	48	0,57	20	0,34	42
4	BV	68	49	1,58	20	1,36	54	0,49	24	0,36	44
5	FPM	61	54	1,58	22	2,15	78	0,67	30	0,31	38
6	TAL	72	58	1,51	25	1,15	46	0,65	33	0,56	71
7	JRF	53	53	1,65	19	2,04	57	0,81	28	0,40	48
8	FFL	46	66	1,70	23	2,77	61	1,01	29	0,36	48
9	AAC	51	48	1,64	18	1,46	41	0,51	18	0,35	42
10	TK	64	48	1,60	19	2,83	100	0,81	34	0,29	36
11	LS	70	75	1,70	26	2,72	78	0,91	33	0,33	42
12	ACL	57	48	1,65	18	2,41	70	0,76	27	0,31	39
13	SDC	50	52	1,65	19	1,86	43	0,71	22	0,38	51
14	GBS	59	64	1,69	22	1,79	52	0,81	29	0,45	56
15	FMN	62	74	1,69	26	2,52	69	0,99	33	0,39	50

**TABELA D2: Valores individuais para força muscular respiratória e mobilidade diafragmática - grupos controle, DPOC moderado e grave**

<b>GRUPO CONTROLE</b>					
<b>n</b>	<b>Iniciais</b>	<b>Força Muscular Respiratória</b>		<b>Mob. Diafragmática</b>	
		<b>PiMáx cmH<sub>2</sub>O</b>	<b>PeMáx cmH<sub>2</sub>O</b>	<b>PA cm<sup>2</sup></b>	<b>Perfil cm<sup>2</sup></b>
1	JAS	⊗	⊗	87	144
2	AABC	⊗	⊗	83	161
3	VFC	⊗	⊗	95	152
4	FG	102	120	95	155
5	JRS	60	120	82	196
6	RA	78	114	96	209
7	FM	120	108	95	153
8	RT	80	92	92	101
9	DSC	92	96	56	108
10	NCO	92	120	53	99
11	HRM	92	104	58	98
12	NMT	120	120	52	118
13	CLSP	60	68	45	72
14	TN	104	92	72	134
15	MY	68	84	54	77
<b>GRUPO MODERADO</b>					
1	PR	48	100	31	55
2	PP	64	120	56	122
3	LJS	84	120	63	103
4	IVS	24	60	51	61
5	IAM	60	54	44	65
6	MBS	76	116	73	103
7	RIF	96	120	19	48
8	ANP	120	120	48	49
9	MLO	84	104	76	174
10	LCMS	116	96	67	89
11	AMQ	112	120	88	171
12	JFP	60	72	35	77
13	ORM	120	120	58	130
14	JAM	60	112	36	86
<b>GRUPO GRAVE</b>					
1	JSS	96	120	47	54
2	YDC	120	120	30	28
3	NEC	66	120	38	61
4	BV	40	100	36	39
5	FPM	92	120	73	53
6	TAL	100	90	20	51
7	JRF	112	120	64	118
8	FFL	90	120	51	31
9	AAC	92	120	26	21
10	TK	60	84	⊗	⊗
11	LS	92	120	37	100
12	ACL	60	108	32	93
13	SDC	100	116	38	64
14	GBS	120	96	47	101
15	FMN	76	116	41	107

⊗ Valor não aferido

TABELA D3: Valores individuais referentes ao padrão respiratório e índices de esforço percebido - grupo controle

	Iniciais	JAS	AABC	VFC	FG	JRS	RA	FM	RT	DSC	NCO	HRM	NMT	CLSP	TN	MY
<b>VC (mL)</b>	Pré RD	384	871	346	278	286	578	199	391	480	226	567	151	412	604	389
	RD	1270	1842	773	739	451	827	430	614	845	538	1104	221	730	825	708
	Pós RD	298	736	339	204	251	463	408	330	526	185	652	132	354	392	334
<b>Ti (s)</b>	Pré RD	1,58	2,58	2,08	1,84	1,17	2,36	1,49	2,66	1,53	1,56	1,64	1,72	1,68	2,5	1,3
	RD	2,55	4,16	2	2,99	1,24	1,84	1,9	2,59	1,95	1,66	2,95	1,9	2,71	2,07	2,18
	Pós RD	1,85	2,77	1,5	1,82	1,28	1,9	1,67	1,9	1,94	1,6	2,68	1,6	1,63	2,28	1,25
<b>TE (s)</b>	Pré RD	2,2	4,14	3,12	2,31	1,84	2,64	2,22	2,75	1,82	2,27	4,07	2,81	3,53	5,18	2,67
	RD	3,67	4,26	2,57	3,19	2,03	2,37	1,94	2,96	2,65	2,66	3,68	2,19	5,24	3,02	4,59
	Pós RD	2,49	2,92	2,61	2,24	1,86	2,83	2,14	2,94	2,1	2,57	3,99	3,13	3,31	4,24	2,46
<b>TTOT (s)</b>	Pré RD	3,78	6,72	5,19	4,15	3,01	5	3,71	5,41	3,35	3,83	5,72	4,53	5,21	7,67	3,98
	RD	6,22	8,42	4,56	6,19	3,27	4,21	3,84	5,55	4,61	4,33	6,63	4,08	7,95	5,1	6,77
	Pós RD	4,33	5,69	4,11	4,06	3,13	4,74	3,82	4,84	4,04	4,17	6,68	4,73	4,94	6,52	3,72
<b>Ti/TTOT</b>	Pré RD	0,42	0,38	0,4	0,44	0,39	0,47	0,4	0,49	0,46	0,41	0,29	0,38	0,32	0,33	0,33
	RD	0,41	0,49	0,44	0,48	0,38	0,44	0,49	0,47	0,42	0,38	0,44	0,46	0,34	0,41	0,32
	Pós RD	0,43	0,49	0,37	0,45	0,41	0,4	0,44	0,39	0,48	0,38	0,4	0,34	0,33	0,35	0,34
<b>f (rpm)</b>	Pré RD	16	9	12	14	20	12	16	11	18	16	11	13	12	8	15
	RD	10	7	13	10	18	14	16	11	13	14	9	15	8	12	9
	Pós RD	14	11	15	15	19	13	16	12	15	14	9	13	12	9	16
<b>VC/Ti (mL/seg)</b>	Pré RD	243	337	167	151	244	245	134	147	313	144	345	88	246	242	299
	RD	498	443	387	247	363	449	226	237	433	323	375	116	270	398	325
	Pós RD	162	266	226	112	197	243	244	174	271	116	243	83	218	172	266
<b>Borg</b>	Pré RD	0,5	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	3	0,5	0,5	0,5	3	1	0,5	0,5
	RD	0,5	3	1	1	4	3	1	1	0,5	0,5	1	4	1	0,5	3
	PósRD	1	3	2	0,5	4	3	0,5	1	0,5	0,5	0,5	3	4	0,5	4

TABELA D4: Valores individuais referentes ao movimento toracoabdominal - grupo controle

	Iniciais	JAS	AABC	VFC	FG	JRS	RA	FM	RT	DSC	NCO	HRM	NMT	CLSP	TN	MY
% Abd	Pré RD	77	91	78	56	48	69	56	74	66	55	61	85	76	48	70
	RD	87	86	78	58	54	83	91	80	95	87	67	98	76	93	58
	Pós RD	80	91	83	60	47	59	51	83	60	56	63	86	75	52	68
% Tx	Pré RD	19	23	22	48	61	34	44	23	30	41	43	24	30	51	38
	RD	14	19	25	42	45	31	48	22	11	25	43	21	26	35	51
	Pós RD	23	14	20	50	52	46	49	21	42	44	40	20	33	57	40
MCA/Vc	Pré RD	0,97	1,14	1,00	1,04	1,09	1,03	1,00	0,97	0,97	0,96	1,03	1,09	1,06	0,99	1,08
	RD	1,01	1,05	1,03	1,00	1,00	1,14	1,39	1,02	1,06	1,12	1,10	1,19	1,02	1,28	1,09
	Pós RD	1,03	1,04	1,03	1,10	0,99	1,05	1,00	1,04	1,02	1,00	1,03	1,06	1,08	1,09	1,08

TABELA D5: Valores individuais referentes às variáveis ventilatórias e de oxigenação - grupo controle

	Iniciais	JAS	AABC	VFC	FG	JRS	RA	FM	RT	DSC	NCO	HRM	NMT	CLSP	TN	MY
<b>VCO<sub>2</sub></b> (mL/min)	Pré RD	290	138	133	185	182	339	182	110	144	129	199	129	111	94	103
	RD	544	318	308	351	298	464	328	190	238	307	314	224	162	264	196
	Pós RD	226	206	147	192	168	284	159	114	188	134	200	118	115	205	122
<b>VO<sub>2</sub></b> (mL/min)	Pré RD	338	182	146	215	212	333	237	147	160	165	230	152	140	116	125
	RD	396	290	206	291	254	338	276	204	211	228	274	184	180	182	184
	Pós RD	265	242	136	213	202	258	214	138	165	157	216	126	141	138	144
<b>RER</b>	Pré RD	0,86	0,76	0,91	0,86	0,9	1,01	0,76	0,7	0,9	0,78	0,86	0,85	0,79	0,82	0,82
	RD	1,37	1,09	1,48	1,2	1,18	1,37	1,18	0,9	1,13	1,33	1,14	1,21	0,9	1,42	1,05
	Pós RD	1	0,85	1,1	0,87	0,83	1,09	0,74	0,82	1,14	0,84	0,92	0,91	0,8	1,43	0,84
<b>SpO<sub>2</sub></b> (%)	Pré RD	95	96	97	95	93	94	95	97	97	96	96	97	⊗	⊗	95
	RD	96	97	97	96	90	97	96	97	97	97	97	98	⊗	⊗	97
	Pós RD	95	95	98	94	93	95	94	97	97	95	97	97	⊗	⊗	97
<b>VE</b> (L/min)	Pré RD	10	8	7	10	12	14	10	6	9	7	8	8	6	4	7
	RD	20	13	15	10	18	21	19	8	12	15	14	12	7	12	9
	Pós RD	9	10	10	9	13	14	10	7	11	8	9	7	6	10	8
<b>PET CO<sub>2</sub></b> (mm Hg)	Pré RD	46	43	41	36	34	35	37	41	40	42	37	38	41	45	37
	RD	38	39	35	32	30	30	30	39	37	35	34	34	41	35	36
	Pós RD	40	41	34	35	33	31	36	39	35	37	33	35	41	31	37
<b>PET O<sub>2</sub></b> (mm Hg)	Pré RD	118	94	103	107	109	111	101	96	105	97	105	105	96	93	105
	RD	114	106	117	116	119	122	117	103	113	115	112	116	99	117	111
	Pós RD	98	93	113	104	106	115	98	99	116	98	109	107	95	122	105

⊗ Valor não aferido

TABELA D6: Valores individuais para variáveis ventilatórias e hemodinâmicas - grupo controle

	Iniciais	JAS	AABC	VFC	FG	JRS	RA	FM	RT	DSC	NCO	HRM	NMT	CLSP	TN	MY
<b>VEM/Vc</b>	Pré RD	0,27	0,43	0,43	0,35	0,44	0,27	0,4	0,4	0,46	0,39	0,29	0,4	0,36	0,26	0,42
	RD	0,22	0,28	0,34	0,27	0,37	0,23	0,36	0,31	0,37	0,32	0,25	0,35	0,31	0,26	0,31
	Pós RD	0,29	0,35	0,44	0,35	0,5	0,29	0,43	0,4	0,4	0,4	0,4	0,27	0,4	0,37	0,27
<b>VE/VCO<sub>2</sub></b>	Pré RD	34	60	54	52	69	42	58	56	66	57	42	59	51	40	69
	RD	37	43	49	47	59	46	57	44	50	49	43	53	42	43	49
	Pós RD	42	51	67	56	78	49	65	59	58	66	45	64	54	52	65
<b>VE/VO<sub>2</sub></b>	Pré RD	29	45	49	44	58	42	43	41	59	44	37	50	38	33	55
	RD	52	44	73	35	69	63	68	40	56	64	51	64	38	63	52
	Pós RD	34	40	71	40	63	5	47	47	65	53	41	58	45	76	55
<b>Fc (bpm)</b>	Pré RD	86	54	66	76	77	73	78	55	83	75	101	84	66	52	69
	RD	89	55	70	75	75	76	79	55	86	75	101	86	65	53	67
	Pós RD	88	57	67	74	78	74	78	54	83	76	100	76	66	54	71
<b>VO<sub>2</sub>/Fc (mLO<sub>2</sub>/bat)</b>	Pré RD	4	3	2	3	3	5	3	3	2	2	2	2	2	2	2
	RD	4	5	3	4	3	4	3	4	2	3	3	2	3	3	3
	Pós RD	3	4	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	2

TABELA D7: Valores individuais referentes ao padrão respiratório e índices de esforço percebido – grupo com DPOC moderado

	Iniciais	PR	PP	LJS	IVS	IAM	MBS	RIF	ANP	MLO	LCMS	AMQ	JFP	ORM	JAM
<b>Vc (mL)</b>	Pré RD	530	232	283	236	707	202	257	265	527	527	235	328	710	341
	RD	801	371	329	290	1756	403	542	381	651	885	678	356	897	533
	Pós RD	506	218	278	491	494	250	468	217	422	503	238	275	643	319
<b>Ti (s)</b>	Pré RD	1,35	1,99	1,54	0,88	1,07	1,24	1,43	1,86	2,58	1,32	1,48	1,35	2,02	1,05
	RD	1,95	1,34	1,58	1,13	1,34	1,48	1,34	1,71	3,32	1,41	2,2	1,17	2,89	1,45
	Pós RD	1,25	1,91	1,4	0,89	0,91	1,34	1,22	1,73	2,13	1,2	1,43	1,15	1,41	1,13
<b>TE (s)</b>	Pré RD	1,83	3,69	2,24	1,42	2,1	1,78	1,82	2,79	3,33	2,45	2,14	1,56	3,65	1,83
	RD	2,15	2,29	2,53	1,82	3,27	1,96	1,96	2,26	3,69	2,96	2,27	1,29	3,61	2,36
	Pós RD	2,16	2,72	2,35	1,59	1,84	1,99	1,76	2,57	2,58	2,92	2,46	1,39	3,54	1,73
<b>TTOT (s)</b>	Pré RD	3,18	5,68	3,77	2,3	3,17	3,02	3,25	4,65	5,92	3,76	3,62	2,91	5,67	2,87
	RD	4,1	3,63	4,11	2,95	4,61	3,44	3,3	3,96	7,01	4,37	4,47	2,46	6,51	3,8
	Pós RD	3,41	4,63	3,76	2,48	2,75	3,32	2,97	4,3	4,71	4,11	3,89	2,54	4,94	2,86
<b>Ti/TTOT</b>	Pré RD	0,42	0,35	0,41	0,38	0,34	0,41	0,44	0,4	0,44	0,35	0,41	0,46	0,36	0,36
	RD	0,48	0,37	0,38	0,38	0,29	0,43	0,41	0,43	0,47	0,32	0,49	0,47	0,45	0,38
	Pós RD	0,37	0,41	0,37	0,36	0,33	0,40	0,41	0,4	0,45	0,29	0,37	0,45	0,28	0,4
<b>Vc/Ti (mL/s)</b>	Pré RD	391	117	184	269	660	163	180	142	204	400	159	243	351	326
	RD	411	277	208	257	1311	272	405	223	196	629	308	305	310	368
	Pós RD	406	114	198	551	543	186	385	126	198	420	166	240	457	282
<b>f (rpm)</b>	Pré RD	19	11	16	26	19	20	18	13	10	16	17	21	11	21
	RD	15	17	15	20	13	17	18	15	9	14	13	24	9	16
	Pós RD	18	13	16	24	22	18	20	14	13	15	15	24	12	21
<b>Borg</b>	Pré RD	0,5	3	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	4	0,5	0,5
	RD	3	4	4	⊗	3	0,5	0,5	0,5	4	1	1	5	1	1
	Pós RD	3	4	5	⊗	3	1	0,5	0,5	4	1	1	5	3	1

⊗ Valor não aferido

TABELA D8: Valores individuais referentes ao movimento toracoabdominal - grupo com DPOC moderado

	Iniciais	PR	PP	LJS	IVS	IAM	MBS	RIF	ANP	MLO	LCMS	AMQ	JFP	ORM	JAM
	Pré RD	71	60	98	65	82	74	57	82	86	72	86	36	72	47
% Abd	RD	72	91	102	81	108	79	93	87	79	91	96	77	58	70
	Pós RD	61	67	94	72	61	73	62	87	87	81	80	41	62	48
% Tx	Pré RD	35	45	10	46	27	30	48	18	26	27	27	72	45	51
	RD	32	30	13	45	16	27	14	16	31	13	12	41	48	34
	Pós RD	38	38	14	38	49	30	42	16	32	24	28	54	42	58
MCA/Vc	Pré RD	1,06	1,05	1,08	1,11	1,09	1,04	1,05	1,00	1,12	0,99	1,13	1,08	1,18	0,98
	RD	1,04	1,21	1,15	1,26	1,24	1,06	1,08	1,03	1,09	1,04	1,08	1,18	1,06	1,04
	Pós RD	0,99	1,05	1,09	1,10	1,11	1,03	1,04	1,02	1,19	1,04	1,08	0,94	1,04	1,06

TABELA D9: Valores individuais referentes às variáveis ventilatórias e de oxigenação – grupo com DPOC moderado

	Iniciais	PR	PP	LJS	IVS	IAM	MBS	RIF	ANP	MLO	LCMS	AMQ	JFP	ORM	JAM
<b>VCO<sub>2</sub></b> (mL/min)	Pré RD	180	206	120	159	175	176	153	140	267	129	193	222	259	148
	RD	226	272	111	178	264	285	206	246	288	190	330	336	304	196
	Pós RD	155	192	100	141	155	201	128	134	252	125	232	225	254	133
<b>VO<sub>2</sub></b> (mL/min)	Pré RD	210	227	142	166	194	206	183	182	314	165	232	259	328	159
	RD	233	254	123	175	253	274	219	255	309	216	324	320	341	181
	Pós RD	183	201	116	157	167	209	165	166	281	159	232	227	319	143
<b>RER</b>	Pré RD	0,86	0,91	0,84	0,96	0,9	0,85	0,83	0,77	0,85	0,78	0,8	0,85	0,8	0,93
	RD	0,96	1,06	0,9	1,02	1,05	1,04	0,94	0,96	0,93	0,88	1	1,05	0,89	1,08
	Pós RD	0,85	0,94	0,87	0,9	0,92	0,96	0,78	0,79	0,9	0,79	0,97	0,97	0,8	0,92
<b>SpO<sub>2</sub></b> (%)	Pré RD	95	93	95	92	96	92	97	94	93	97	94	93	94	95
	RD	96	96	96	93	96	94	97	95	93	97	95	95	95	96
	Pós RD	95	96	95	92	96	94	97	95	93	97	96	95	95	95
<b>VE</b> (L/min)	Pré RD	10,4	10,5	8,4	12,8	11,5	12,5	11,8	8,1	8,7	9,2	10,2	11,8	12,1	9,5
	RD	11,4	14,7	8	12,5	14	17,9	14,1	13	9,6	11,25	15,5	17	13	10
	Pós RD	9,5	10,6	7,9	11,9	12,2	14	11,3	8,6	9,4	8,5	12,6	13,6	12,3	9
<b>PETCO<sub>2</sub></b> (mm Hg)	Pré RD	37	35	40	34	36	35	32	36	48	32	38	41	35	42
	RD	36	32	38	33	35	31	30	33	47	30	35	36	33	42
	Pós RD	37	33	39	33	34	31	31	35	47	32	34	38	34	42
<b>PETO<sub>2</sub></b> (mm Hg)	Pré RD	105	108	100	110	105	104	112	103	91	111	103	100	106	102
	RD	109	113	105	111	110	114	116	112	94	115	109	110	111	106
	Pós RD	105	110	102	110	108	111	110	105	94	111	111	106	107	101

TABELA D10: Valores individuais para variáveis ventilatórias e hemodinâmicas – grupo com DPOC moderado

	Iniciais	PR	PP	LJS	IVS	IAM	MBS	RIF	ANP	MLO	LCMS	AMQ	JFP	ORM	JAM
<b>VE/VCO<sub>2</sub></b>	Pré RD	58	51	70	82	66	71	78	58	33	72	53	53	49	64
	RD	51	54	72	70	53	63	69	53	33	60	48	51	43	52
	Pós RD	62	55	79	86	81	70	88	66	38	69	56	63	48	68
<b>VE/VO<sub>2</sub></b>	Pré RD	50	56	59	77	59	61	64	45	29	55	44	45	39	61
	RD	49	58	65	71	55	65	66	52	33	51	51	53	40	54
	Pós RD	52	53	68	76	73	67	67	51	36	54	54	59	39	63
<b>VEM/Vc</b>	Pré RD	0,4	0,4	0,49	0,47	0,46	0,47	0,47	0,41	0,29	0,42	0,39	0,4	0,32	0,43
	RD	0,36	0,36	0,48	0,45	0,39	0,42	0,43	0,35	0,29	0,36	0,33	0,36	0,26	0,38
	Pós RD	0,41	0,37	0,5	0,47	0,48	0,46	0,49	0,42	0,33	0,41	0,37	0,43	0,32	0,45
<b>Fc (bpm)</b>	Pré RD	81	62	79	110	71	73	90	63	63	66	73	63	93	80
	RD	80	67	81	111	73	76	93	63	63	71	75	63	92	82
	Pós RD	80	58	82	108	73	77	89	63	63	69	75	61	101	82
<b>VO<sub>2</sub>/Fc (mLO<sub>2</sub>/bat)</b>	Pré RD	3	4	2	1	3	3	2	3	5	3	3	4	4	2
	RD	3	4	1	2	4	4	2	4	5	3	4	5	4	2
	Pós RD	2	3	1	1	2	3	2	3	4	2	3	4	3	2

TABELA D11: Valores individuais referentes ao padrão respiratório e índices de dispnéia – grupo com DPOC grave

	Iniciais	JSS	YDC	NEC	BV	FPM	TAL	JRF	FFL	AAC	TK	LS	ACL	SDC	GBS	FMN
<b>Vc (mL)</b>	Pré RD	748	650	333	208	445	166	387	697	446	591	730	408	252	634	439
	RD	1392	607	680	181	633	200	971	915	799	824	994	732	351	1269	1302
	Pós RD	655	626	338	208	464	164	372	762	485	602	798	355	266	599	373
<b>Ti (s)</b>	Pré RD	1,75	1,09	1,64	1,08	1,64	1,34	1,4	1,77	1,21	1,15	1,39	1,13	1,14	1,67	1,33
	RD	1,37	1,06	1,46	0,76	1,59	1,05	1,83	1,21	1,11	1,58	1,76	1,53	1,32	2,1	1,56
	Pós RD	1,52	1,28	1,28	0,86	1,55	0,91	1,43	1,64	1,37	1,08	1,3	0,95	1,74	1,57	1,45
<b>TE (s)</b>	Pré RD	2,27	2,79	2,01	2,02	3,47	2,22	2,28	2,78	2,19	2,75	2,8	1,59	2,59	1,9	1,81
	RD	2,65	2,59	2,06	1,69	3,43	1,94	2,55	3,39	2,8	4,22	2,75	1,45	2,48	2,34	2,54
	Pós RD	1,98	2,84	2,22	2,21	3,71	2,21	2,17	3,47	2,06	3,02	3,23	1,53	2,98	1,69	2,07
<b>TTOT (s)</b>	Pré RD	4,03	3,87	3,65	3,11	5,1	3,55	3,68	4,55	3,4	3,89	4,19	2,72	3,72	3,57	3,14
	RD	4,02	3,65	3,53	2,45	5,03	2,99	4,38	4,59	3,91	5,81	4,51	2,98	3,8	4,44	4,1
	Pós RD	3,5	4,12	3,51	3,06	5,26	3,13	3,6	5,11	3,43	4,09	4,53	2,48	4,71	3,26	3,53
<b>Ti/TTOT</b>	Pré RD	0,44	0,28	0,45	0,35	0,32	0,38	0,38	0,39	0,36	0,29	0,33	0,42	0,31	0,47	0,42
	RD	0,34	0,29	0,41	0,31	0,32	0,35	0,42	0,26	0,28	0,27	0,39	0,51	0,35	0,47	0,38
	Pós RD	0,43	0,31	0,37	0,28	0,29	0,29	0,4	0,32	0,4	0,26	0,29	0,38	0,37	0,48	0,41
<b>Vc/Ti (mL/s)</b>	Pré RD	426	597	203	193	272	124	276	394	367	515	524	361	222	380	329
	RD	1017	572	465	239	398	190	529	759	719	521	565	479	267	604	834
	Pós RD	432	490	263	242	299	180	261	464	355	559	616	374	153	382	256
<b>f (rpm)</b>	Pré RD	15	15	16	19	12	17	16	13	18	15	14	22	16	17	19
	RD	15	16	17	24	12	20	14	13	15	10	13	20	16	14	15
	Pós RD	17	15	17	20	11	19	17	12	18	15	13	24	13	18	17
<b>Borg</b>	Pré RD	0,5	3	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	4	3	1	3	0,5	3	0,5
	RD	0,5	3	4	3	3	1	3	1	3	3	3	3	0,5	3	0,5
	Pós RD	0,5	3	4	3	0,5	1	3	3	3	3	1	3	0,5	4	0,5

**TABELA D12: Valores individuais referentes ao movimento toracoabdominal - grupo com DPOC grave**

	Iniciais	JSS	YDC	NEC	BV	FPM	TAL	JRF	FFL	AAC	TK	LS	ACL	SDC	GBS	FMN
% Abd	Pré RD	92	69	83	59	79	73	72	77	73	66	82	68	60	71	60
	RD	92	69	98	71	87	104	100	77	110	77	83	99	93	78	89
	Pós RD	86	63	86	54	81	75	74	73	78	65	74	62	64	80	58
% Tx	Pré RD	11	29	19	42	27	32	37	24	30	37	21	33	42	28	41
	RD	9	31	12	41	23	28	13	26	22	28	23	13	17	23	20
	Pós RD	14	35	19	55	26	29	33	27	28	37	27	43	39	28	50
MCA/Vc	Pré RD	1,03	0,98	1,03	1,02	1,06	1,05	1,10	1,01	1,03	1,03	1,04	1,01	1,02	0,99	1,02
	RD	1,01	1,00	1,10	1,12	1,10	1,32	1,13	1,03	1,32	1,04	1,07	1,11	1,10	1,01	1,10
	Pós RD	1,00	0,98	1,05	1,09	1,07	1,05	1,08	1,00	1,06	1,02	1,02	1,04	1,03	1,08	1,08

TABELA D13: Valores individuais referentes às variáveis ventilatórias e de oxigenação – grupo com DPOC grave

	Iniciais	JSS	YDC	NEC	BV	FPM	TAL	JRF	FFL	AAC	TK	LS	ACL	SDC	GBS	FMN
<b>VCO<sub>2</sub></b> (mL/min)	Pré RD	128	160	160	100	138	71	150	210	130	157	180	210	176	87	148
	RD	246	161	199	90	214	117	213	267	141	169	241	241	207	186	258
	Pós RD	125	149	169	142	121	89	132	236	144	145	203	208	155	91	134
<b>VO<sub>2</sub></b> (mL/min)	Pré RD	148	161	197	123	140	92	176	254	170	189	195	244	178	105	175
	RD	239	161	230	113	193	139	210	289	183	193	245	275	201	169	251
	Pós RD	139	149	199	165	114	111	152	272	186	173	195	249	159	103	153
<b>RER</b>	Pré RD	0,86	0,99	0,81	0,82	0,99	0,77	0,9	0,83	0,76	0,83	0,9	0,86	0,98	0,83	0,85
	RD	1,03	1	0,86	0,79	1,1	0,84	1,01	0,92	0,77	0,87	0,98	0,88	1,03	1,09	1,02
	Pós RD	0,88	1	0,85	0,87	1,05	0,8	0,87	0,87	0,78	0,84	1,04	0,84	0,97	0,85	0,86
<b>SpO<sub>2</sub></b> (%)	Pré RD	90	92	91	89	89	87	94	90	⊗	90	93	88	95	92	93
	RD	97	92	92	87	91	88	95	92	⊗	91	93	89	95	94	95
	Pós RD	96	93	93	88	91	89	94	91	⊗	88	94	88	95	92	94
<b>VE</b> (L/min)	Pré RD	9,5	11	9,6	9	6,9	7,3	9,5	11,8	10,4	10,9	13,1	12,4	10,4	7,2	10
	RD	13,7	11,4	11,2	9,1	8,7	9,1	11,2	14,6	9	9,9	15,2	13	11,1	11	13
	Pós RD	10	10,5	10,6	10,4	6,4	8,1	8,9	12,9	10,6	10	14,9	13	8,6	7	9,4
<b>PETCO<sub>2</sub></b> (mm Hg)	Pré RD	38	38	38	42	45	40	37	32	36	31	28	50	39	36	39
	RD	35	39	37	45	44	41	36	31	40	32	28	49	39	33	36
	Pós RD	35	38	37	45	43	40	37	32	38	31	26	50	40	35	37
<b>PETO<sub>2</sub></b> (mm Hg)	Pré RD	103	105	99	96	88	97	104	106	100	109	115	89	105	104	102
	RD	110	105	103	91	92	97	109	109	95	109	116	90	106	114	109
	Pós RD	106	105	102	93	94	98	105	106	98	109	121	89	105	106	104

⊗ Valor não aferido

TABELA D14: Valores individuais para variáveis ventilatórias e hemodinâmicas – grupo com DPOC grave

	Iniciais	JSS	YDC	NEC	BV	FPM	TAL	JRF	FFL	AAC	TK	LS	ACL	SDC	GBS	FMN
<b>VE/VCO<sub>2</sub></b>	Pré RD	75	69	60	92	50	103	63	57	80	70	73	59	59	82	68
	RD	56	71	56	103	42	78	54	55	65	59	63	54	54	60	51
	Pós RD	83	71	64	74	55	94	68	55	74	70	73	62	56	93	72
<b>VE/VO<sub>2</sub></b>	Pré RD	64	68	49	73	49	79	55	48	60	58	66	52	60	69	57
	RD	57	71	49	81	45	65	54	51	50	54	61	46	56	67	52
	Pós RD	72	70	53	63	56	73	59	47	57	59	78	52	53	79	60
<b>VEM/Vc</b>	Pré RD	0,5	0,51	0,43	0,54	0,4	0,54	0,43	0,38	0,51	0,44	0,44	0,51	0,44	0,46	0,46
	RD	0,42	0,52	0,41	0,55	0,35	0,49	0,39	0,36	0,47	0,38	0,4	0,49	0,42	0,38	0,37
	Pós RD	0,51	0,52	0,45	0,53	0,41	0,51	0,45	0,37	0,51	0,44	0,42	0,51	0,43	0,47	0,47
<b>Fc</b> (bpm)	Pré RD	104	76	103	75	80	61	64	94	66	86	73	95	86	87	70
	RD	100	77	106	81	81	66	66	89	65	85	76	96	92	90	75
	Pós RD	106	77	104	78	78	61	67	92	67	85	74	96	87	91	75
<b>VO<sub>2</sub>/Fc</b> (mLO <sub>2</sub> /bat)	Pré RD	1	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	2	1	3
	RD	2	2	2	1	2	2	3	3	3	2	3	3	2	2	3
	Pós RD	1	2	2	2	1	2	2	3	3	2	3	3	2	1	2

## 8 – REFERÊNCIAS

---

Ambrosino N, Paggiaro PL, Macchi M, Filieri M, Toma G, Aghini Lombardi F, Del Cesta F, Parlanti A, Loi AM, Baschieri L. A study of short-term effect of rehabilitative therapy in chronic obstructive pulmonary disease. *Respiration*. 1981;41:40-4.

American Thoracic Society. Dyspnea: mechanisms, assessment, and management: a consensus statement. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;159:321-40.

American Thoracic Society/European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2006;173:1390-413.

American Thoracic Society. Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;152:77-120.

Análise pletismográfica: Serviço de Informática do InCor/HCFMUSP [programa de computador]. São Paulo (SP); 2002.

Anto JM, Vermeire P, Vestbo J, Sunyer J. Epidemiology of chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J*. 2001;17:982-94.

Bellemare F, Grassino A. Effects of pressure and timing of contraction on human diaphragm fatigue. *J Appl Physiol*. 1982;53:1190–5.

Borg GAV. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exercise*. 1982;14:377-81.

Bowie DM, LeBlanc P, Killian KJ, Summers E, Jones NL. Can the intensity of breathlessness be predicted from the inspiratory flow rate? [abstract]. *Am Rev Respir Dis*. 1984;129(Suppl 239).

Brach BB, Chao RP, SgROI VL, Minh VD, Ashburn WL, Moser KM. <sup>133</sup>Xenon washout patterns during diaphragmatic breathing. *Chest*. 1977;71:735-9.

Breslin EH, Garouette BC, Kohlman-Carrieri V, Celli BR. Correlations between dyspnea, diaphragm and sternomastoid recruitment during inspiratory resistance breathing in normal subjects. *Chest*. 1990;98:298-302.

Cahalin LP, Braga M, Matsuo Y, Hernandez ED. Efficacy of diaphragmatic breathing in persons with chronic pulmonary disease: A review of the literature. *J Cardiopulm Rehabil*. 2002;22:7-21.

Cassart M, Gevenois PA, Estenne M. Rib cage dimensions in hyperinflated patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1996;154:800–5.

Cassart M, Pettiaux N, Gevenois PA, Paiva M, Estenne M. Effect of chronic hyperinflation on diaphragm length and surface area. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997;156:504–8.

Celli BR, Macnee W, and committee members. Standards for the diagnosis and treatment of patients with COPD: a summary of the ATS/ERS position paper. *Eur Respir J.* 2004;23:932-46.

Chadha ST, Watson H, Birch S, Jenouri GA, Schneider AW, Cohn MA, Sackner MA. Validation of respiratory inductive plethysmography using different calibration procedures. *Am Rev Respir Dis.* 1982;125:644–9.

Ciesla N. Drenagem posturas, posicionamento e exercícios respiratórios. In: Mackenzie CF, Ciesla N, Imle PC, Klemic N. (eds). *Fisioterapia respiratória em Unidade de Terapia Intensiva.* São Paulo: Panamericana; 1988. p.61-88.

Cuello AF. *Kinesiologia neumo cardiologica.* Buenos Aires: Editorial Silka; 1980.

De Troyer A, Estenne M. Functional anatomy of the respiratory muscles. *Clin Chest Med*. 1988;9:175-93.

Farkas GA, Roussos C. Diaphragm in emphysematous hamsters: sarcomere adaptability. *J Apply Physiol*. 1983;54:1635–40.

Fernandes M. *Estudo comparativo do padrão respiratório, movimentação toracoabdominal e ventilação em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica de graus moderado, grave e indivíduos sadios* [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2004.

Gauthier AP, Verbanck S, Estenne M, Segebarth C, Macklem PT, Paiva M. Three-dimensional reconstruction of the in vivo human diaphragm shape at different lung volumes. *J Appl Physiol*. 1994;76:495–506.

Gigliotti F, Romagnoli I, Scano G. Breathing retraining and exercise conditioning in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD): a physiological approach. *Respir Med*. 2003;97:197-204.

Gosselink RAAM, Wagenaar RC, Rijswijk H, Sargeant AJ, Decramer MLA. Diaphragmatic breathing reduces efficiency of breathing in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;151:1136-42.

Gosselink R. Breathing techniques in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Chron Respir Dis*. 2004;1:163-72.

Gosselink R. Controlled breathing and dyspnea in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Rehabil Res Dev*. 2003;40:25-34.

Grimby G, Oxhøj H, Bake B. Effects of abdominal breathing on distribution of ventilation in obstructive lung disease. *Clin Sci Mol Med*. 1975; 48:193-9.

Holliday JE, Ruppel GL. Breathing pattern changes in CPOD patients using respiratory inductive plethysmograph and EMG feedback [abstract]. *Am Rev Respir Dis*. 1985;132:163A.

Knudson RJ, Lebowitz MD, Holberg CJ, Burrows B. Changes in the maximal expiratory flow-volume curve with growth and ageing. *Am Rev Respir Dis*. 1983;127:725-34.

Laghi F, Tobin MJ. Disorders of the respiratory muscles. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;168:10–48.

LeBlanc P, Bowie DM, Summers E, Jones NL, Killian KJ. Breathlessness and exercise in patients with cardiorespiratory disease. *Am Rev Respir Dis.* 1986;133:21–5.

Levine S, Kaiser L, Leferovich J, Tikunov B. Cellular adaptations in the diaphragm in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med.* 1997;337:1799-806.

Levine S, Nguyen T, Kaiser LR, Shrager JB. Evaluating respiratory muscle adaptations: a new approach. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166:1418–9.

Loveridge B, West P, Anthonisen NR, Kryger MH. Breathing patterns in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis.* 1984;130:730–3.

Martinez FJ, Couser JI, Celli BR. Factors influencing ventilatory muscles recruitment in patients with chronic airflow obstruction. *Am Rev Respir Dis.* 1990;142:276–82.

Martucci RC, Jardim JRB. Influência do bocal sobre o padrão ventilatório em indivíduos normais. *J Bras Pneumol*. 1992;18:101-4.

Menezes AMB, Jardim JR, Pérez-Pailla R, Camelier A, Rosa F, Nascimento O, Hallal PC, and Platino Team. Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease and associated factors: the PLATINO Study in São Paulo, Brazil. *Cad Saúde Pública*. 2005;21:1565-73.

Mesquita ET. *Avaliação da movimentação diastólica parietal do ventrículo esquerdo pelo método da linha média na doença arterial coronária* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 1995.

Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res*. 1999;32:719-27.

Orozco-Levi M, Gea J, Lloreta JL, Félez M, Minguella J, Serrano S, Broquetas JM. Subcellular adaptation of the human diaphragm in chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J*. 1999;13:371-8.

Pasto M, Gea J, Aguar MC, Barreiro E, Orozco-Levi M, Fález M, Broquetas J. Características de la actividad mecánica de los músculos respiratorios durante la técnica de “respiración diafragmática”. *Arch Bronconeumol* 2000;36:13-8.

Prescott E. Tobacco-related diseases: the role of gender. *Dan Med Bull.* 2000;47:115-31.

Rosner B. *Fundamentals of biostatistics*. 2nd ed. Massachusetts: PWS Publishers; 1986.

Roussos C, Koutsoukou A. Respiratory failure. *Eur Respir J.* 2003;22(Suppl 47):3–14.

Sackner MA, Silva G, Banks JM, Watson DD, Smoak WM. Distribution of ventilation during diaphragmatic breathing in obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis.* 1974;109:331-7.

Sackner MA, Gonzalez HF, Jenouri G, Rodriguez M. Effects of abdominal and thoracic breathing on breathing pattern components in normal subjects and in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis.* 1984;130:584–7.

Simon G, Bonnell J, Kazantzis G, Waller RE. Some radiological observations on the range of movement of the diaphragm. *Clin Radiol*. 1969;20:231–3.

Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. II Consenso brasileiro sobre doença pulmonar obstrutiva crônica - DPOC. *J Bras Pneumol*. 2004;30(supl 5):1–41.

Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Pneumol*. 2002;28(supl 3):1–238.

Tobin MJ, Chadha TS, Jenouri G, Birch SJ, Gazeroglu HB, Sackner MA. Breathing patterns. 2. Diseased subjects. *Chest*. 1983a;84:286–94.

Tobin MJ, Jenouri G, Lind B, Watson H, Schneider A, Sackner MA. Validation of respiratory inductive plethysmography in patients with pulmonary disease. *Chest*. 1983b;4:615–20.

Tobin MJ, Perez W, Guenther SM, Lodato RF, Dantzker DR. Does rib cage–abdominal paradox signify respiratory muscle fatigue? *J Appl Physiol*. 1987;63:851–60.

Toscano MBF. *Avaliação do movimento segmentar de parede de ventrículo esquerdo após reconstrução geométrica* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 1991.

UTHSCSA: Image tool for windows [computer program]. Version 1.28. Texas: Image Processing and Analysis Program; 1997.

Vitacca M, Clini E, Bianchi L, Ambrosino N. Acute effects of deep diaphragmatic breathing in COPD patients with chronic respiratory insufficiency. *Eur Respir J*. 1998;11:408-15.

Walsh JM, Webber CL Jr, Fahey PJ, Sharp JT. Structural changes of the thorax in chronic obstructive pulmonary disease. *J Appl Physiol*. 1992;72:1270–8.

Weitzenblum E. Insuficiência respiratória aguda no paciente com doença obstrutiva das Vias Aéreas. In: Fishman P. *Diagnóstico das doenças pulmonares*. 2a ed. São Paulo: Manole; 1992. v.3, p.2359–71.

Willeput R, Vachaudéz JP, Lenders D, Nys A, Knoops T, Sergysels R. Thoracoabdominal motion during chest physiotherapy in patients affected by chronic obstructive lung disease. *Respiration*. 1983;44:204-14.