

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

José Renato Crepaldi Alves

**LIMITAÇÃO DE FLUXO EXPIRATÓRIO DURANTE
ELTGOL EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR
OBSTRUTIVA CRÔNICA**

Rio de Janeiro

Setembro de 2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Lombada

José Renato C. Alves

Limitação de fluxo expiratório durante
ELT_{GOL} em pacientes com doença
pulmonar obstrutiva crônica

UFRJ v.1

José Renato Crepaldi Alves

**Limitação de fluxo expiratório durante ELTGOL em
pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica**

Número de volumes: 1

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Médica, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientadores: Walter Araújo Zin e Fernando Silva Guimarães

Rio de Janeiro

Setembro de 2008

Alves, José Renato Crepaldi

Limitação de fluxo expiratório durante ELTGOL em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica / José Renato Crepaldi Alves. – Rio de Janeiro: UFRJ / Faculdade de Medicina, 2008.

xviii, 75, f. : il. ; 31 cm.

Orientadores: Walter Araújo Zin e Fernando Silva Guimarães

Dissertação (mestrado) – UFRJ/FM, Programa de Pós-Graduação em Clínica Médica, 2008.

Referências bibliográficas: f. 72-78

1. Expiração. 2. Doença pulmonar obstrutiva crônica - complicações. 3 Fluxo expiratório máximo - fisiologia. 4. Oscilometria - métodos . 5. Mecânica respiratória. 6. Índice de gravidade de doença. 7. Humanos, 8, Fisioterapia Respiratória – Tese. I. Zin, Walter Araújo. II. Guimarães, Fernando Silva. III. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação Clínica Médica. IV. Título.

José Renato Crepaldi Alves

**Limitação de fluxo expiratório durante ELTGOL em
pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica**

Rio de Janeiro, 17 de setembro de 2008.

(Orientador – Walter Araújo Zin, DSc, UFRJ)

(Orientador – Fernando Silva Guimarães, DSc, UFRJ)

(Fernanda C. Q. Mello , DSc, UFRJ)

(Cristina Márcia Dias, DSc, UNISUAM)

(Rejane S. Pinheiro, DSc, UFRJ)

A meus pais, José Martins Alves e Rosa Maria Crepaldi Alves, que, com esforço, carinho e apoio incondicional, permitem e acompanham meu crescimento profissional.

AGRADECIMENTOS

Aos professores Fernando Guimarães e Walter Zin, pelo convívio, aprendizado, confiança e oportunidade.

A minha noiva Andrea, por sua paciência, carinho e incentivo.

A minha irmã Flavia pelo carinho e incentivo.

Aos meus amigos Daniela Lemes, Pedro Scheidt, Daniel Egreja, Bruna Sixel, Luciano Chicayban, Flavia Orind e Leandro Ferracini, todos do Laboratório de Fisiologia da Respiração – IBCCF/UFRJ. Tenho orgulho de fazer parte deste grupo !

Aos voluntários desta pesquisa pela gentil colaboração.

RESUMO

ALVES, José Renato Crepaldi. Limitação de fluxo expiratório durante ELTGOL em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. Rio de Janeiro, 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós Graduação em Clínica Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008

ELTGOL é uma técnica fisioterapêutica desobstrutiva que consiste em expirações lentas partindo da capacidade residual funcional até atingir o volume residual, estando o indivíduo em decúbito lateral (DL), com o pulmão comprometido na posição dependente. De acordo com a descrição da técnica, o controle do fluxo expiratório evita a compressão dinâmica das vias aéreas e, conseqüentemente, a ocorrência de limitação ao fluxo expiratório (LFE) e, apesar de diversos autores relatarem a ocorrência de LFE em situações de compressão da parede torácica e durante a expiração forçada, não há estudos que tenham avaliado a mecânica respiratória durante a realização de ELTGOL. Este estudo teve como objetivo avaliar se a ELTGOL acarreta LFE em adultos com função respiratória normal e em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Foram avaliados 10 indivíduos sem história de doença pulmonar e com espirometria forçada normal, e 30 pacientes com DPOC, classificados em moderados (GOLD II), graves (GOLD III) e muito graves (GOLD IV), de acordo com a classificação GOLD 2007. Analisou-se a mecânica respiratória através da oscilometria de impulso (IOS) e a compressão dinâmica de vias aéreas, por meio da diferença entre a reatância inspiratória e expiratória média em 5 Hz (ΔX_5), sendo a LFE caracterizada quando os valores fossem iguais ou superiores a 0,28 kPa/L/s. O efeito mecânico da manobra na posição sentado, DL e durante ELTGOL em indivíduos saudáveis

e nos grupos de pacientes com DPOC foi comparado com Two-way ANOVA ou seu correspondente não paramétrico quando apropriado. As diferenças foram consideradas significativas quando $p < 5\%$. Nos indivíduos saudáveis não houve LFE nos ciclos normais, assim como durante a manobra de ELTGOL. Obteve-se diferença entre a manobra de ELTGOL e DL nos grupos GOLD II ($1,18 \pm 0,25$ kPa/L/s vs $0,04 \pm 0,02$; $p < 0,001$), GOLD III ($1,63 \pm 0,13$ kPa/L/s vs $0,17 \pm 0,04$ kPa/L/s; $p < 0,001$) e GOLD IV ($2,50 \pm 0,35$ kPa/L/s vs $0,44 \pm 0,09$ kPa/L/s; $p < 0,001$). Comparando-se o valor de ΔX_5 durante ELTGOL, houve diferença entre todos os grupos: GOLD IV vs indivíduos saudáveis ($2,50 \pm 0,35$ kPa/L/s vs $0,07 \pm 0,02$ kPa/L/s; $p < 0,001$), GOLD IV vs GOLD III ($2,50 \pm 0,35$ kPa/L/s vs $1,63 \pm 0,13$ kPa/L/s; $p < 0,001$), GOLD IV vs GOLD II ($2,50 \pm 0,35$ kPa/L/s vs $1,18 \pm 0,25$ kPa/L/s; $p < 0,001$), GOLD III vs indivíduos saudáveis ($1,63 \pm 0,13$ kPa/L/s vs $0,07 \pm 0,02$ kPa/L/s; $p < 0,001$), GOLD III vs GOLD II ($1,63 \pm 0,13$ kPa/L/s vs $1,18 \pm 0,25$ kPa/L/s; $p = 0,023$) e GOLD II vs indivíduos saudáveis ($1,18 \pm 0,25$ kPa/L/s vs $0,07 \pm 0,02$ kPa/L/s; $p < 0,001$). O efeito mecânico compressivo sobre as vias aéreas durante ELTGOL é mais pronunciado em pacientes com DPOC que em indivíduos com função respiratória normal, acarretando LFE.

Palavras-chave: DPOC, ELTGOL, mecânica respiratória, oscilometria de impulso.

ABSTRACT

ALVES, José Renato Crepaldi. Limitação de fluxo expiratório durante ELTGOL em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. Rio de Janeiro, 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós Graduação em Clínica Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008

ELTGOL is an desobstructive physiotherapeutic technique that consists of slow expirations starting from the functional residual capacity until it reaches the residual volume, being the subject in lateral (LD) decubitus, with the affected lung in the dependent position. According to the description of the technique, the expiratory flow control avoids the dynamic compression of the airways and, consequently, the occurrence of expiratory flow limitation (EFL). However, although several authors have reported the occurrence of EFL under thoracic wall compression circumstances and during forced expiration, there are no studies evaluating the breathing mechanics while accomplishing ELTGOL. This study aimed at evaluating if ELTGOL causes EFL in adults with normal respiratory function as well as in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). 10 subjects, without pulmonary disease history and with normal forced spirometry were evaluated, and 30 patients with COPD, classified as moderate (GOLD II), serious (GOLD III) and very serious (GOLD IV), according to GOLD 2007 classification. Respiratory mechanics was analyzed through impulse oscillometry (IOS) and dynamic compression of the airways by the difference between the mean inspiratory and expiratory reactance at 5 Hz (.X5), being EFL characterized when the values were equal or higher than 0,28 kPa/L/s. The mechanical effect of the maneuver in seated position, LD and during ELTGOL in healthy subjects and in groups of patients with COPD was compared with Two-way ANOVA or its non-parametric correspondent, when

appropriate. The differences were considered significant when $p < 5\%$. In healthy individuals there was no EFL in the normal cycles, as well as during the ELTGOL maneuver. Difference was obtained between the ELTGOL maneuver and LD in the groups GOLD II ($1,18 \pm 0,25$ kPa / L / s vs $0,04 \pm 0,02$; $p < 0,001$), GOLD III ($1,63 \pm 0,13$ kPa / L / s vs $0,17 \pm 0,04$ kPa / L / s; $p < 0,001$) and GOLD IV ($2,50 \pm 0,35$ kPa / L / s vs $0,44 \pm 0,09$ kPa / L / s; $p < 0,001$). Comparing the .X5 value during ELTGOL, there was difference among all of the groups: GOLD IV vs healthy individuals ($2,50 \pm 0,35$ kPa / L / s vs $0,07 \pm 0,02$ kPa / L / s; $p < 0,001$), GOLD IV vs GOLD III ($2,50 \pm 0,35$ kPa / L / s vs $1,63 \pm 0,13$ kPa / L / s; $p < 0,001$), GOLD IV vs GOLD II ($2,50 \pm 0,35$ kPa / L / s vs $1,18 \pm 0,25$ kPa / L / s; $p < 0,001$), GOLD III vs healthy individuals ($1,63 \pm 0,13$ kPa / L / s vs $0,07 \pm 0,02$ kPa / L / s; $p < 0,001$), GOLD III vs GOLD II ($1,63 \pm 0,13$ kPa / L / s vs $1,18 \pm 0,25$ kPa / L / s; $p=0,023$) and GOLD II vs healthy individuals ($1,18 \pm 0,25$ kPa / L / s vs $0,07 \pm 0,02$ kPa / L / s; $p < 0,001$). The effect of mechanical compression on the airways during ELTGOL is more pronounced in patients with COPD than in individuals with normal breathing function, causing EFL.

Keywords: COPD. ELTGOL. Respiratory mechanics. Impulse Oscillometry.

SUMÁRIO

1 - Introdução	19
1.1 - Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica	19
1.2 - Limitação ao Fluxo Expiratório	24
1.2.1- Curvas Pressão-Fluxo Isovolumétricas	24
1.2.2 - Pressão Negativa Expiratória	26
1.2.3 - Aspectos Clínicos e Terapêuticos	29
1.3 - Técnica de Oscilações Forçadas e Oscilometria de Impulso	30
1.3.1- Utilização da Técnica de Oscilações Forçadas para Detecção de Limitação ao Fluxo Expiratório	33
1.4 – Técnicas de higiene brônquica	37
1.4.1 – ELTGOL (<i>L'expiration Lente Totale Glotte Ouverte en decubitus Lateral</i>)	38
2 - Objetivos	41
2.1- Objetivo Geral	41
2.2 - Objetivo Específico	41
3 - Justificativa	42
4 - Pacientes e métodos	43
4.1 - Desenho do Estudo	43
4.2 - Descrição geral do procedimento experimental	43
4.3 - Caracterização da amostra	43
4.3.1 - Critérios de Inclusão	44
4.3.2 - Critérios de Exclusão	45
4.4 - Descrição para realização de ELTGOL	46
4.5 - Protocolo experimental	47
4.6 - Instrumentação, aquisição e processamento de sinais	48

4.6.1 - Oscilometria de Impulso	48
4.6.2 – Oximetria de pulso	49
4.7 - Financiamento e local do estudo	49
4.8 - Variáveis e desfecho	50
4.9 - Métodos estatísticos	51
4.10 - Questões éticas	51
5 - Resultados	53
6 - Discussão	65
7 - Conclusão	71
Referências	72
ANEXO A - Técnicas fisioterapêuticas utilizadas para desobstrução brônquica	79
ANEXO B – Tabelas de valores de ΔX_5 do estudo piloto utilizados no cálculo do tamanho amostral	81
ANEXO C - Tabelas de valores de ΔX_5, nos diferentes grupos e posições, utilizados no estudo.	83
ANEXO D - Termo de Consentimento livre e esclarecido para pesquisa.	87
ANEXO E – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho / UFRJ.	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Curva pressão-fluxo isovolumétrica (diagrama A) e curva volume-fluxo (diagrama B).	25
Figura 2 - Montagem para avaliação da limitação de fluxo expiratório por meio de pressão negativa na abertura das vias aéreas	27
Figura 3 - Curvas a,b e c: Representam exemplos de curvas fluxo-volume durante o método de pressão negativa expiratória	28
Figura 4 - Comportamento das curvas de resistência e reatância em situação de normalidade (A) e quando há aumento da resistência total do sistema respiratório (B).	33
Figura 5 – Montagem Experimental.	49
Figura 6 – Gráfico de pontos da diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz nos quatro grupos estudados sentados.	57
Figura 7 – Gráfico de pontos da diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz nos quatro grupos estudados em decúbito lateral direito.	58
Figura 8 – Gráfico de pontos da diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz nos quatro grupos estudados durante ELTGOL.	59
Figura 9 - Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz nos quatro grupos estudados em diferentes posições.	60
Figura 10 – Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz nos quatro grupos estudados durante a manobra de ELTGOL.	62
Figura 11 – Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz nos quatro grupos estudados na posição sentado.	63
Figura 12 – Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz nos quatro grupos estudados na posição decúbito lateral.	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela de caracterização dos quatro grupos estudados	54
Tabela 2 - Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz ($\Delta X5$) nos quatro grupos estudados em diferentes posições.	55
Tabela 3 – Comparação entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz nos quatro grupos estudados e em diferentes posições.	56
Tabela 4 - ANEXO B - Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz em decúbito lateral e durante a manobra de ELTGOL em Indivíduos saudáveis no estudo piloto.	81
Tabela 5 - ANEXO B - Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz em decúbito lateral e durante a manobra de ELTGOL em pacientes com DPOC GOLD II no estudo piloto.	82
Tabela 6 - ANEXO C - Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz na posição sentado, em decúbito lateral e durante a manobra de ELTGOL em Indivíduos saudáveis	83
Tabela 7 - ANEXO C - Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz na posição sentado, em decúbito lateral e durante a manobra de ELTGOL em pacientes com DPOC GOLD II.	84
Tabela 8 - ANEXO C - Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz ($\Delta X5$) na posição sentado, em decúbito lateral e durante a manobra de ELTGOL em pacientes com DPOC GOLD III.	85
Tabela 9 - ANEXO C - Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz na posição sentado, em decúbito lateral e durante a manobra de ELTGOL em pacientes com DPOC GOLD IV.	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Seqüência dos Protocolos Experimentais

48

LISTA DE SIGLAS

AX – Integral da reatância entre 5 Hz e a frequência de ressonância do sistema respiratório.

AIDS – Síndrome da imunodeficiência adquirida.

CO₂ – Dióxido de carbono.

CPAP – Pressão positiva contínua nas vias aéreas.

CPT – Capacidade pulmonar total.

CRF - Capacidade residual funcional.

CV – Capacidade vital.

CVF – Capacidade vital forçada.

DA - Drenagem autogênica.

DP – Drenagem postural.

DPOC – Doença pulmonar obstrutiva crônica.

dR/dF – Derivada da resistência em função da frequência de oscilação

ELTGOL - (*L'expiration lente totale glotte ouverte en decubitus lateral*) – Expiração lenta total com a glote aberta em decúbito lateral.

FEF₂₅₋₇₅ - Fluxo expiratório forçado entre 25% e 75% da CVF

FFT - Transformada rápida de fourier

FOT - Técnica de oscilações forçadas.

f₀ – Frequência de ressonância do sistema respiratório.

GOLD - *Global initiative for chronic obstructive lung disease.*

IOS - Oscilometria de impulso.

LFE - Limitação ao fluxo expiratório

MCA - Manobra de compressão da parede abdominal

NEP - Pressão negativa expiratória

P - Pressão

PEP - Pressão expiratória positiva

PEEPi - Pressão positiva intrínseca ao final da expiração.

P_{tm} - Pressão transmural.

P_{aw} - Pressão na abertura das vias aéreas.

P_{pl} - Pressão pleural.

P_{res} – Pressão resistiva.

P_{el} – Pressão Elástica.

P_L – Pressão transpulmonar.

SpO₂ – Saturação periférica de oxigênio.

SUS – Sistema único de saúde.

TEF – Técnica de expiração forçada.

VEF₁ – Volume expirado forçado no 1º segundo.

VEF₁/CVF – Relação entre o volume expirado forçado no 1º segundo e capacidade vital forçada

VNI – Ventilação não-invasiva

VPI - Ventilação percussiva intrapulmonar

VR – Volume residual

X_{SR} – Reatância do sistema respiratório.

X₅ – Reatância do sistema respiratório em 5Hz.

Z_{rs} – Impedância total do sistema respiratório.

LISTA DE SÍMBOLOS

\dot{V} – Fluxo.

ΔX_5 – Diferença entre as médias das reatâncias expiratória e inspiratória em 5 Hz

1 Introdução

1.1 Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC)

De acordo com a Iniciativa Global para a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (GOLD) a definição de DPOC é: "... Uma doença evitável e tratável com alguns efeitos extrapulmonares significativos que podem contribuir para sua gravidade. O componente pulmonar é caracterizado pela obstrução ao fluxo aéreo que não é totalmente reversível. A obstrução ao fluxo aéreo é geralmente progressiva e associada a uma resposta inflamatória anormal do pulmão à partículas nocivas ou gases, tendo como causa principal o tabagismo" (GOLD, 2007). É um problema de caráter progressivo, e apresenta sintomas respiratórios crônicos como tosse, hipersecreção brônquica e dispnéia (Max & cols., 2005).

A DPOC é das principais causas de morbidade crônica e mortalidade em todo o mundo. Muitas pessoas sofrem com esta doença durante anos e morrem prematuramente em decorrência dela ou de suas complicações (Klaus & cols., 2007).

Atualmente, a DPOC é considerada um problema de saúde pública. O fato de não se conhecer a prevalência real da DPOC no mundo deve-se ao caráter silencioso da doença. Segundo o estudo PLATINO, na América Latina, 88,7% dos indivíduos com DPOC (definida como razão $VEF_1/CVF < 0,70$, pós-broncodilatador) não havia sido diagnosticada anteriormente e dentre aqueles com diagnóstico prévio da DPOC, apenas 36,3% tinham a razão $VEF_1/CVF < 0,70$ pós-broncodilatador (Talamo & cols., 2007).

A fase inicial da DPOC é assintomática e quando o paciente percebe o aparecimento de sintomas, geralmente, já há evidências fisiológicas de obstrução ao fluxo aéreo. A fumaça do cigarro é o principal fator de risco para o desenvolvimento da DPOC, sendo sua eliminação um passo importante em direção à prevenção e o controle da doença. No entanto, outros fatores de risco para a DPOC devem ser levados em consideração: poeiras e produtos químicos relacionados às atividades profissionais e a poluição do ar no interior de habitações mal-ventiladas durante cozedura e aquecimento, este último agride especialmente mulheres em países em desenvolvimento (Klaus & cols., 2007).

A DPOC é a quarta maior causa de morte em todo o mundo, juntamente com a AIDS (*Acquired Immunodeficiency Syndrome* ou Síndrome da Imunodeficiência Adquirida - SIDA), doenças cardíacas, cerebrovasculares e pneumonia. A Organização Mundial de Saúde estima que cerca de 210 milhões de pessoas tenham DPOC e cerca de 15 % dos fumantes desenvolvam a doença.

Cerca de 2,75 milhões de pessoas morrem em função da DPOC a cada ano, significando que, aproximadamente a cada dez segundos uma pessoa morre em função da doença. No mundo, mais de 3 milhões de pessoas perderam a vida em decorrência da DPOC em 2005, correspondendo a 5% de todas as mortes. Há uma projeção de que o total de mortes por DPOC aumentará em mais de 30% nos próximos 10 anos, ao menos que se tomem medidas urgentes para a redução dos fatores de risco subjacentes, em especial o tabagismo.

O número de mortes relacionadas com o tabaco é projetado para 8,3 milhões por ano até 2030. No Brasil cerca de 40.000 pessoas morrem anualmente da DPOC, sendo que aproximadamente sete milhões de brasileiros sofrem desta doença. A DPOC é a doença respiratória de maior custo ao Sistema Único de Saúde (SUS), com cerca de 230.000 internações por ano. Estima-se que nos EUA, aproximadamente, 16 milhões de pessoas apresentem DPOC, 90% com predomínio de bronquite e 10% de enfisema, numa proporção de dois homens para cada mulher em função, principalmente, do cigarro, que é considerado o principal fator de risco. Apesar disto, alguns estudos sugerem que a mulher é mais sensível ao efeito do tabaco que o homem (GOLD, 2007; Pauwels & cols., 2001).

Exacerbações periódicas dos sintomas são as maiores causas de morbidade, mortalidade e custos com a saúde em pacientes com DPOC (Cydelkr & cols, 1997; Burge & cols, 2003). As repetições destas exacerbações, normalmente precipitadas por infecções virais e bacterianas, acarretam lesões morfológicas no sistema respiratório e, assim, alterações na mecânica pulmonar. Estas, por sua vez, estão entre as maiores causas da dispnéia na DPOC, visto que a resistência de vias aéreas e o trabalho respiratório estão significativamente aumentados durante as exacerbações (Donaldson & cols., 2002). Seemungal & cols., 1998 e Wedzicha & cols., 2003 demonstram que a recidiva das exarcebações está associada à piora da qualidade de vida e a um rápido declínio do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1) (Seemungal & cols, 1998; Wedzicha & cols, 2003).

O termo DPOC inclui a bronquite crônica e o enfisema pulmonar, que ocorrem, na maioria das vezes, simultaneamente, podendo haver predominância de uma ou outra afecção. A bronquite crônica é definida em bases clínicas pela presença constante, ou por aumentos recorrentes, das secreções brônquicas, suficientes para causar expectoração. A expectoração deve estar presente por ao menos três meses ao ano, em dois anos sucessivos, estando afastadas outras causas capazes de produzir expectoração crônica. A hipersecreção crônica de muco é devida principalmente às alterações patológicas nas vias aéreas centrais, sendo freqüente sua ocorrência antes que seja possível detectar alterações no fluxo aéreo (GOLD, 2007; Pauwels, 2001).

O enfisema é definido, anatomicamente, como um alargamento anormal e permanente dos espaços aéreos distais ao bronquíolo terminal, acompanhado de destruição de suas paredes e instabilidade da via aérea que, por sua vez, decorrem dos efeitos inflamatórios nas pequenas vias aéreas (edema de mucosa, impactação de muco e remodelamento da via aérea). Eventualmente estes efeitos aumentam o tônus da musculatura lisa, possibilitando a ocorrência do colapso precoce das vias aéreas e, conseqüentemente, a limitação ao fluxo expiratório (O'Donnell & Laveneziana, 2006).

A obstrução crônica ao fluxo aéreo característica da DPOC é causada por uma mistura de doença de pequenas vias aéreas (bronquiolite obstrutiva) e destruição parenquimatosa (enfisema), sendo variável a contribuição de cada um destes fatores entre os indivíduos.

Os mecanismos desencadeantes de obstrução crônica ao fluxo aéreo presentes na bronquite crônica são: espessamento das paredes brônquicas, aumento da quantidade de muco intraluminal e alterações nas pequenas vias aéreas. No enfisema pulmonar, a obstrução ao fluxo aéreo ocorre por perda da retração elástica pulmonar associada à perda dos pontos de estabilização das vias aéreas terminais, ocasionando o seu colapso (Pauwells, 2001; Gelb, 1996).

A DPOC é diagnosticada com base em elementos obtidos na história clínica, no exame físico e nos exames complementares. O estadiamento da DPOC baseia-se na história clínica e, principalmente, no grau de obstrução das vias aéreas, caracterizado por meio da espirometria forçada, pois este teste de função pulmonar é o mais amplamente disponível e reprodutível, sendo essencial para o diagnóstico e descrição da gravidade da doença (GOLD, 2007).

O impacto da DPOC para o indivíduo não depende somente do grau de obstrução, mas também, da gravidade dos sintomas (especialmente dispnéia), do decréscimo na capacidade de exercício e das complicações da doença (GOLD, 2007).

Os 4 estágios da DPOC são:

Estágio 1: DPOC leve – caracterizada por leve obstrução ao fluxo aéreo ($VEF_1/CVF < 70\%$ e $VEF_1 \geq 80\%$ do predito), usualmente com tosse crônica e produção de secreção. Neste estágio o indivíduo pode até mesmo não ter consciência da anormalidade espirométrica.

Estágio 2: DPOC moderada – caracterizada por piora da gravidade da obstrução ($VEF_1/CVF < 70\%$ e $50 \leq VEF_1 < 80\%$ do predito) e, usualmente, a progressão dos sintomas com breves dificuldades respiratórias típicas do exercício. Neste estágio o indivíduo procura os cuidados médicos por dispnéia ou exacerbação da doença.

Estágio 3: DPOC grave – caracterizada por grande piora da obstrução ao fluxo aéreo ($VEF_1/CVF < 70\%$ e $30\% \leq VEF_1 < 50\%$ do predito) e repetidas exacerbações, que comprometem a qualidade de vida do paciente.

Estágio 4: DPOC muito grave – caracterizada por grave obstrução ao fluxo aéreo ($VEF_1/CVF < 70\%$ e $VEF_1 \leq 30\%$ do predito) ou presença de insuficiência respiratória crônica. Esta é caracterizada por uma pressão parcial de oxigênio arterial (PaO_2) < 60 mmHg com ou sem pressão parcial de CO_2 arterial ($PaCO_2$) > 50 mmHg ao nível do mar. Neste estágio a insuficiência respiratória pode estar associada à insuficiência cardíaca direita e *cor-pulmonale* (GOLD, 2007).

1.2 Limitação ao Fluxo Expiratório

1.2.1 Curvas Pressão-Fluxo Isovolumétricas

Fry & Hyatt (1960) descreveram a limitação ao fluxo expiratório (LFE), definindo-a como a ocorrência de um pico máximo de fluxo expiratório, em que o incremento do esforço muscular não mais acarreta aumento da vazão de gás

exalado levando à ocorrência de um platô na curva de pressão-fluxo isovolumétrica. Esta teoria foi estabelecida a partir de uma série de experimentos, obtendo-se as curvas de fluxo, volume e pressão esofágiana (para estimar as variações da pressão pleural) com o indivíduo sentado no interior de um pletismógrafo, realizando manobras de expiração forçada com diferentes graus de esforço a partir da capacidade pulmonar total.

Em indivíduos saudáveis, quando se expira partindo de volumes pulmonares superiores a 90% da Capacidade Vital (CV), o fluxo aéreo aumenta com o incremento da pressão, sem que seja atingido um claro limite de fluxo (caracterizado por um platô na curva *fluxo vs pressão esofágiana*). Entretanto, para volumes pulmonares iniciais menores, geralmente abaixo de 80-85% da CV do indivíduo, o fluxo primeiramente aumenta com a elevação da pressão esofágiana até alcançar um valor máximo e não mais se eleva, caracterizando a LFE. Ainda que ocorram aumentos consideráveis da pressão, às custas da contração dos músculos expiratórios, a vazão expiratória não se elevará (Figura 1-A).

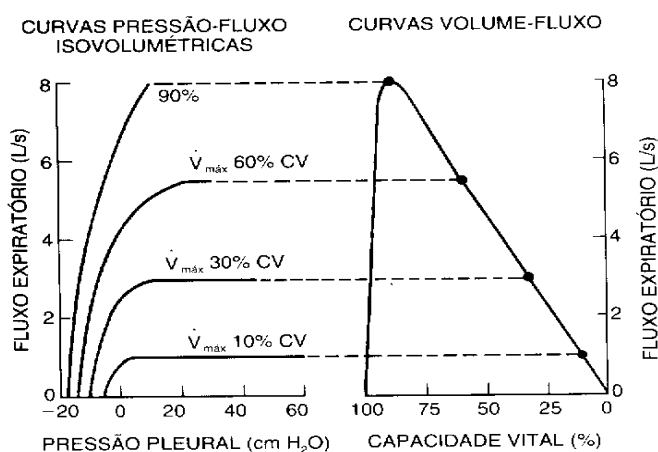


Figura 1 - Curva pressão-fluxo isovolumétrica (diagrama A) e curva volume-fluxo (diagrama B).

\dot{V}_{max} - fluxo expiratório máximo, CV - capacidade vital. Modificado de Fry & cols., 1960.

Na curva fluxo-volume, o pico de fluxo é alcançado logo após o início da expiração, que corresponde a 20% da CV (região esforço dependente). Posteriormente, o fluxo aéreo diminui com a redução do volume pulmonar (região esforço independente), em que o fluxo depende, principalmente, da retração elástica pulmonar, assim como das dimensões das vias aéreas.

A razão para este comportamento é a compressão dinâmica das vias aéreas pela pressão intratorácica. Sendo composta por estruturas elásticas, as vias aéreas respondem com alterações de forma e calibre às variações da pressão que age sobre suas paredes (pressão transmural), esta se caracteriza pela diferença entre a pressão na abertura das vias aéreas e a pressão pleural (Equação 1):

$$P_{tm} = P_{ao} - P_{pl} \quad (1)$$

Onde: P_{tm} = pressão transmural; P_{ao} = pressão na abertura das vias aéreas; P_{pl} = pressão pleural.

1.2.2 Pressão Negativa Expiratória (NEP)

Esta técnica consiste na aplicação de uma pressão negativa na abertura das vias aéreas durante a expiração e a comparação da curva expiratória com a expiração precedente (Figura 2). Momentaneamente, a NEP aumenta o fluxo expiratório em indivíduos saudáveis, enquanto em pacientes “fluxo-limitados” o fluxo expiratório não muda, independentemente do valor da NEP.

Semelhante ao método de Hyatt & cols. (1961), a LFE ocorre quando um platô de fluxo expiratório máximo é alcançado na curva *pressão-fluxo* isovolumétrica. A NEP tem sido aplicada em diferentes situações, mas em 1995 Koulouris & cols. a utilizaram para detectar a LFE em indivíduos com DPOC durante a respiração tranqüila (Figura 3).

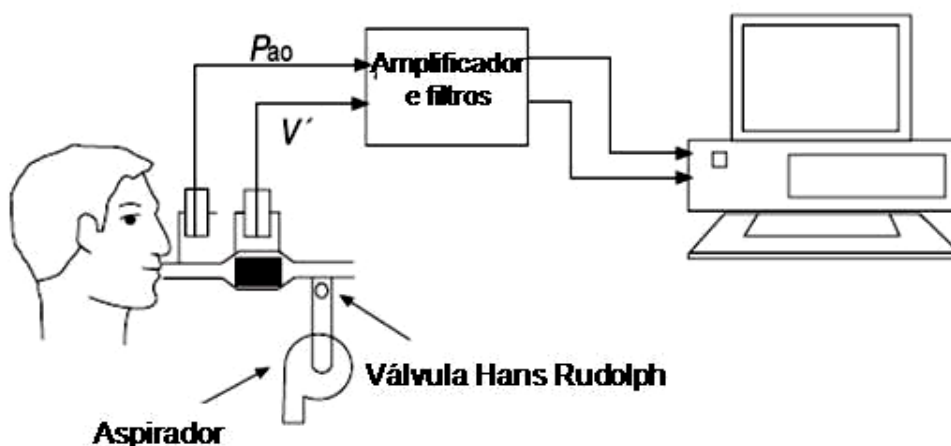


Figura 2 - Montagem para avaliação da limitação de fluxo expiratório por meio do método de pressão negativa expiratória (NEP). P_{ao} = pressão na abertura das vias aéreas; \dot{V} = Fluxo. Modificado de Koulouris & cols. (1995).

De acordo com Dellacà & cols. (2004), a LFE é definida como uma redução do fluxo expiratório simultânea à elevação da pressão resistiva (P_{res}). Em 2007 estes autores avaliaram os sinais respiratórios de 21 pacientes com DPOC através da NEP e da Técnica de Oscilações Forçadas (FOT) tendo caracterizado a concordância entre os resultados dos dois métodos. A FOT é um método automático e pode medir vários ciclos respiratórios durante longos períodos, permitindo a identificação de LFE em pacientes que a desenvolvam de forma leve e não contínua. Nestes casos a amostragem intermitente pode ser incapaz de identificar a LFE. No entanto, a FOT não é usada como padrão-

ouro, por ainda necessitar de estudos comparativos com outros métodos fisiológicos de detecção da LFE em pacientes respirando espontaneamente, além da influência negativa nos resultados por alteração de complacência das vias aéreas superiores (Dellacà & cols., 2004).

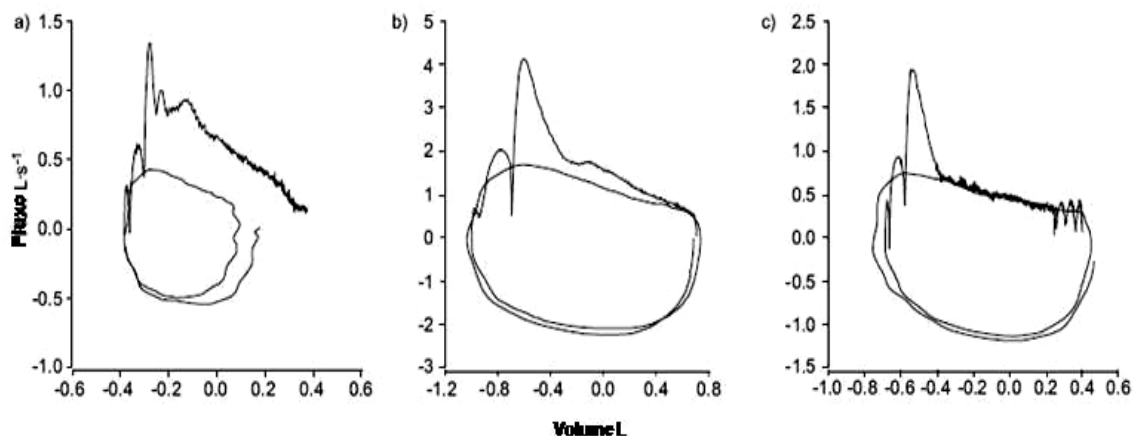


Figura 3 - Exemplos de curvas fluxo-volume utilizadas para avaliação da limitação de fluxo expiratório durante o método de pressão negativa expiratória (NEP). a) curva não fluxo-limitante; b) curva parcialmente fluxo-limitante; c) curva fluxo-limitante. Modificado de Koulouris & cols. (1995).

Walker & cols. (2007), avaliaram se a limitação ao fluxo expiratório (LFE), analisada através da NEP, é um melhor preditor de dispnéia do que a espirometria forçada. A população do estudo consistiu de 117 pacientes com DPOC. Avaliou-se a dispnéia através de um questionário e a LFE foi medida nas posições supina e sentado, sendo expressa em porcentagem do volume corrente expirado controle (LFE, VT%). Como resultados, a LFE foi quase tão sensível quanto o VEF₁ (pred %), mas muito mais específica com relação à gravidade da dispnéia. Estes resultados sugerem que a LFE, medida através

da NEP, pode ser útil na avaliação da dispnéia em pacientes com DPOC que as medições espirométricas.

1.2.3 Aspectos Clínicos e Terapêuticos

Do ponto de vista clínico, a LFE é importante, uma vez que tem sido associada à hiperinsuflação dinâmica, em que o volume pulmonar expiratório final é maior que o volume de relaxamento do sistema respiratório, mantendo a pressão intrapulmonar positiva ao final da expiração (PEEPi), com conseqüente aumento do esforço respiratório e efeitos hemodinâmicos adversos (Pepe & cols., 1982). Estes efeitos, juntamente com a compressão dinâmica das vias aéreas durante a respiração tranqüila, podem contribuir para a dispnéia (O'Donnell & cols., 1987).

Além de ser útil para caracterizar a LFE, a expiração forçada também tem sido utilizada como componente da fisioterapia respiratória. Durante este procedimento, os pontos de igual pressão movem-se gradualmente da traquéia para os brônquios periféricos.

De acordo Oberwaldner & cols (2000) a compressão dinâmica das vias aéreas cria uma onda de pontos de obstrução e quando o muco se encontra com esta área é expelido pelo fluxo aéreo expiratório, cuja velocidade se encontra aumentada devido à diminuição do raio da via aérea (aceleração convectiva). Por outro lado, a compressão dinâmica pode provocar LFE em

uma via aérea instável. Neste caso, a LFE ocorre no ponto em que a pressão transmural se torna nula, a partir do qual o valor da pressão pleural excede o valor da pressão no interior das vias aéreas (ponto de igual pressão). Nesta situação, o segmento comprimido passa a limitar o fluxo, sendo que qualquer incremento adicional da pressão pleural não aumenta o fluxo aéreo, o que prejudica o *clearance* de secreção periférica.

Em termos práticos, isto significa que a aplicação de uma pressão transtorácica extremamente elevada, o que é preconizado em algumas técnicas de fisioterapia respiratória, pode promover a interrupção ao fluxo aéreo (Oberwaldner & cols., 2000). Este princípio também explica porque a tosse e/ou a técnica de expiração forçada são efetivas apenas para eliminação de secreções de vias aéreas centrais (Hyatt & cols., 1963).

1.3 Técnica de Oscilações Forçadas e Oscilometria de Impulso

A Técnica das Oscilações Forçadas foi descrita primeiramente por Dubois e cols. (1956) como um método para estudar as propriedades mecânicas do sistema respiratório em diversas frequências. Estes autores utilizaram um sistema de bombeamento de gás com pressão positiva produzido por um pistão, que gera ondas senoidais de fluxo e pressão, aplicadas durante o final da expiração com o indivíduo relaxado.

Mead (1960) demonstrou que as oscilações forçadas poderiam ser superpostas ao ciclo respiratório normal, utilizando a partir deste princípio,

Fisher e cols. (1968) através da técnica de oscilações forçadas caracterizaram as propriedades resistivas do sistema respiratório de indivíduos normais e de pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. Grimby e cols. (1968) serviram-se da técnica para confirmar a dependência entre frequência e resistência do sistema respiratório, já previsto por Otis & cols. em 1956.

Estes estudos iniciais utilizaram sistemas eletromecânicos simples para promover oscilações, partindo de uma ou mais frequências de ondas senoidais.

Em 1975, Michaelson & cols. introduziram a análise espectral do ruído gerado digitalmente e aplicado à respiração espontânea por um alto-falante posicionado na abertura das vias aéreas. Os autores também propuseram a *coerência* como um índice qualitativo para os resultados observados. Assim conseguiram detectar se o sistema apresenta comportamento não-linear e se o ruído observado é contaminado por ruídos não previstos, analogamente ao coeficiente de correlação utilizado em alguns outros métodos de identificação de parâmetros de mecânica respiratória. Além disso, acrescentaram a idéia da dissipação de força oscilatória nas vias aéreas extratorácicas e a utilização da compressão manual nas bochechas para evitar este artefato. A partir da mesma técnica, Landser & cols (1976) realizaram a análise espectral de não-fumantes e de pacientes com limitação crônica ao fluxo aéreo, aplicando impulsos repetidos a cada 0,5 s, gerados por um alto-falante.

Os autores validaram seus resultados comparando-os com os obtidos através de oscilações senoidais de mesma frequência (6 Hz), observando dependência significativa entre frequência e Rrs (resistência do sistema respiratório), que foi reduzida após broncodilatação. Em 1982, os mesmos

autores avaliaram 400 indivíduos e constataram a dependência entre frequência e Rrs em fumantes assintomáticos, posteriormente, estes resultados foram corroborados por Brochard & cols (1987).

Clement & cols. (1983) estudaram 125 indivíduos com problemas respiratórios, manifestando a importância da reatância (Xrs) para identificação dos distúrbios obstrutivos, além da já descrita Rrs. Os pacientes com distúrbio obstrutivo moderado e grave apresentaram deslocamento da curva de reatância em função da frequência para a direita e para baixo, além de uma diferença significativa em sua forma (figura 4). Os indivíduos com obstrução crônica ao fluxo aéreo grave, comparados aos indivíduos com obstrução moderada, apresentaram diferenças maiores na curva de reatância. O mesmo comportamento não foi observado com relação à Rrs. Os autores também notaram o mesmo comportamento de reatância e resistência entre pacientes sintomáticos com alteração espirométrica leve, comparados com indivíduos normais.

Em crianças, a FOT já foi utilizada por diversos autores, que definem seus valores de referência e com aplicação em diversas situações clínicas tais como asma e bronquiolite (Duiverman & cols, 1985; Bisgaard & Klug, 1995; Ducharme & Davis, 1997; Ducharme & cols, 1998; Ducharme & Davis, 1998; Klug & Bisgaard, 1998; Delacourt & cols, 2000).

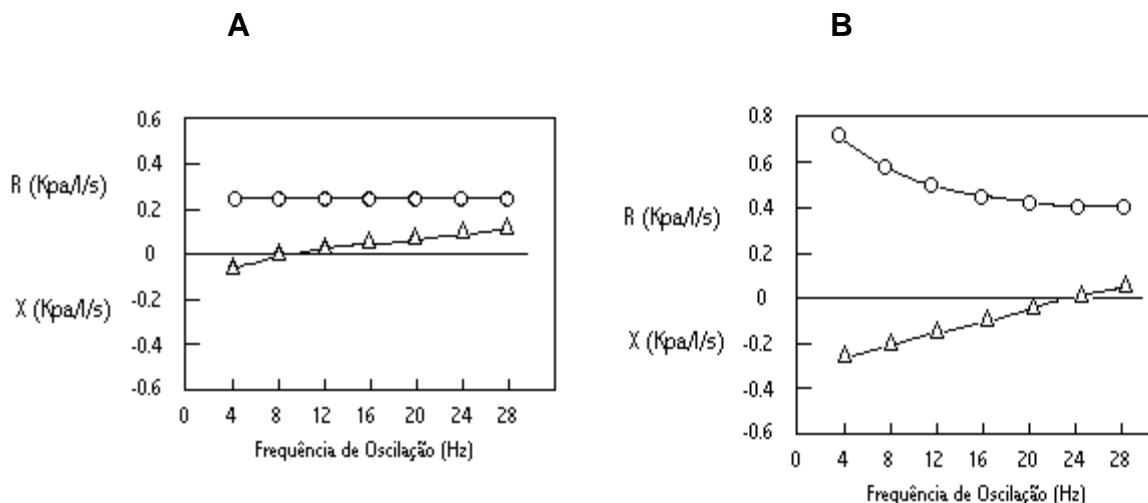


Figura 4 – Modificado de Goldman, 2001. Comportamento das curvas de resistência, R, (O) e reatância, X, (Δ) em situação de normalidade (A) e quando há aumento da resistência total do sistema respiratório (B). Em "B" observa-se o deslocamento da curva de reatância para a direita e para baixo, além da dependência entre resistência e frequência.

1.3.1 Utilização da Técnica de Oscilações Forçadas (IOS) para Detecção da LFE

A Oscilometria de Impulso (IOS) consiste em um dispositivo com interface amigável para FOT. Conforme já descrito, a base matemática da FOT fundamenta-se na utilização de pulsos oscilatórios forçados de mono ou múltiplas frequências, que se sobrepõem à respiração espontânea do indivíduo. A IOS se difere das formas clássicas de FOT, pois, através de um alto-falante (oscilômetro de impulso), produz pulsos aperiódicos de onda retangular e curta duração (30-40 ms), contendo múltiplas frequências, preferível a sinais pseudorrandômicos (Goldman, 2001; Goldman & cols, 2002). A desvantagem da aquisição de sinais com pulsos oscilatórios de alta frequência está na perda da sensibilidade para avaliação do comportamento

mecânico de unidades com constantes de tempo muito grandes. Para evitar esta limitação, a IOS fornece registros de cinco espectros de impedância por segundo (Smith & cols., 2005).

Os sinais que contêm múltiplas frequências permitem medidas superiores a 10 espectros de impedância por segundo. Isto propicia uma análise mais efetiva das variações de impedância do sistema respiratório (Zrs) ciclo a ciclo, quando comparado aos instrumentos com apenas uma frequência (Smith & cols, 2005). Além disto, a aquisição dos sinais respiratórios pode ser realizada por períodos superiores a 120 s, e, assim, uma extensa faixa de medidas pode ser obtida em uma única aquisição (Goldman, 2001).

As características dos pulsos aperiódicos produzidos pelo IOS resultam em um espectro contínuo após a transformação dos sinais obtidos no domínio do tempo para o domínio da frequência. Isto se possibilita por meio da transformada rápida de Fourier (FFT). As vantagens da obtenção de uma faixa de parâmetros espectrais contínua são particularmente importantes nas alterações mecânicas do sistema respiratório, pois, devido às propriedades não homogêneas do sistema, os sinais de Rsr, Xsr e coerência em função da frequência podem apresentar desvios do curso de espectro, que em situações de normalidade, geralmente, encontram-se contínuos e uniformes (Smith & cols, 2005).

Esta análise dos valores espectrais de mecânica em função de uma faixa de frequência múltipla de 5 Hz pode fornecer informações clínicas importantes quanto ao comportamento mecânico de vias aéreas de pequeno, médio e grande calibre, comumente aferido pela espirometria (Smith e cols

2005). Com esta finalidade, o sistema disponibiliza um modelo matemático para estimar variáveis mecânicas referentes às partes central e periférica do sistema respiratório (Mead, 1969; Van Noord, 1990). Entretanto, a acurácia e reprodutibilidade dos valores de resistência central e periférica deste modelo matemático permanecem discutíveis (Hellinckx & cols, 2001).

A IOS permite a obtenção das seguintes variáveis: resistência (Rrs) e reatância (Xrs) do sistema respiratório entre 0 e 35 Hz, frequência de ressonância (f_0) e integral da reatância de 5 Hz à frequência de ressonância (AX), além de permitir a separação de parâmetros inspiratórios e expiratórios. As medidas de mecânica expiratória podem fornecer informações importantes quanto à obstrução ao fluxo aéreo (Goldman 2002), principalmente no que diz respeito à detecção de limitação ao fluxo expiratório (Dellàca & cols, 2004).

Existem métodos propostos para detectar a LFE em pacientes com DPOC, cada um com suas limitações. No entanto, nenhum autor comparou algum destes métodos contra um tido como “padrão-ouro”, utilizando medidas com o paciente respirando espontaneamente (Dellacà & cols., 2004).

Em 2004, Dellacà & cols. sugeriram que as alterações da reatância do sistema respiratório em 5 Hz (X_5), observadas ciclo a ciclo através da Técnica de Oscilações Forçadas (FOT), poderiam ser um método sensível e específico para identificar a LFE em indivíduos respirando espontaneamente. Eles avaliaram os ciclos respiratórios de pacientes com DPOC respirando tranqüilamente através de um bocal, enquanto estes tinham a mecânica do sistema respiratório medida pela FOT.

Utilizando a análise de Mead-Whittenberger, publicada em 1953, os ciclos respiratórios foram classificados em “fluxo limitantes” quando a elevação da pressão resistiva (P_{res}), dada pela subtração do componente elástico da pressão transpulmonar (equações 2 e 3), não era acompanhada pela elevação do fluxo expiratório.

$$P_L = P_{res} + P_{el} \quad (2)$$

$$P_{res} = P_L - P_{el} \quad (3)$$

Onde: P_L = Pressão transpulmonar; P_{res} = Pressão resistiva; P_{el} = Pressão elástica.

A partir desta classificação foram avaliadas a sensibilidade e especificidade de alguns índices da X_{SR} para detecção de LFE, são eles: média da reatância expiratória (X_{EXP}); reatância expiratória mínima (X_{EXPmin}); reatância pico a pico ($X_{pico-pico}$); e diferença entre as médias da reatância expiratória e reatância inspiratória (ΔX_{SR}). “Limiares ótimos” (valores onde a sensibilidade e especificidade fossem de 100%) foram obtidos para cada índice. Dentre as quatro variáveis medidas, a que permaneceu por uma extensão maior de valores com sensibilidade e especificidade máximos foi ΔX_{SR} em 5 Hz (ΔX_5), sendo a LFE caracterizada quando seu valor fosse superior ou igual a 0,28 kPa/L/s.

De acordo com o método proposto acima, a FOT apresenta sensibilidade e especificidade satisfatórias para detectar LFE na respiração espontânea tranqüila. Sua fácil aplicabilidade para avaliação da impedância do sistema respiratório a torna um método simples para detecção dos efeitos da

compressão dinâmica das vias aéreas na respiração em repouso (Farré & Navajas, 2004).

1.4 Técnicas de higiene brônquica

A retenção de secreção é um dos fatores, dentre outros, que propiciam a limitação crônica ao fluxo aéreo. As principais conseqüências da obstrução mecânica por secreção são a hiperinsuflação, atelectasias, alterações na distribuição da ventilação e da relação ventilação-perfusão, e o aumento do trabalho respiratório (Van der Shans & cols, 1999; Oberwaldner, 2000).

A terapia de higiene brônquica tem um papel importante para a prevenção dos efeitos deletérios gerados pela estase de secreção (Hess, 2001). A fisioterapia convencional inclui técnicas especiais como percussão, vibração e drenagem postural (DP), com ou sem tosse dirigida. *Percussão* consiste na aplicação de tapotagens, tendo as mãos no formato de concha, alternadamente, nas regiões lateral, anterior e posterior do tórax com freqüência em torno de 4 a 6 Hz. *Vibração* é a aplicação de força vibratória com alta freqüência durante a expiração, ambas podem ser aplicadas manualmente ou com o uso de aparelhos. A *DP* é definida como a utilização da ação da gravidade para facilitar o deslocamento de muco para vias aéreas mais centrais (Hess, 2001). Este conjunto de técnicas é, contudo, dispendioso e deve ser realizado por profissional treinado, o que torna o paciente dependente do terapeuta (Konstan & cols, 1994).

Várias técnicas de fisioterapia respiratória foram criadas nas últimas décadas, objetivando auxiliar a remoção de secreção e, assim, promover a melhora da ventilação em curto prazo (Van der Shans, 1997). Todas visam melhorar o *clearance* de secreção pulmonar com menor esforço, além de promover adesão e independência (Wallis & Prosad, 1999).

Atualmente, as técnicas mais utilizadas e estudadas são: Técnica de Expiração Forçada (TEF), Ciclo Ativo da Respiração, Drenagem Autogênica (DA), Pressão Expiratória Positiva (PEP), Vibração Torácica de Alta Freqüência, Ventilação Percussiva intrapulmonar (VPI) e Flutter (ANEXO A).

Há um nível considerável de evidência destas técnicas em grupos específicos de pacientes, como, por exemplo, na fibrose cística (Thomas & cols., 1995). Na bronquiectasia e na DPOC os resultados de diversas técnicas ainda são contestáveis (Jones & Rowe, 2000).

1.4.1 - ELTGOL

A ELTGOL (*L'expiration Lente Totale Glotte Ouverte en decubitus Lateral*) é uma técnica desobstrutiva ativo-assitida ou ativa, descrita por Postiaux em 1985, que consiste na expiração lenta com a glote aberta, estando o indivíduo em decúbito lateral com o pulmão acometido na posição dependente. O paciente altera seu volume pulmonar expirando lentamente, partindo da capacidade residual funcional (CRF) até atingir o volume residual (VR), com ou sem compressão da parede torácica. A ELTGOL é indicada para pacientes cooperativos, hipersecretivos e para pacientes em que as manobras

forçadas apresentem maior risco de ocasionar colapsos proximais, prejudiciais à eliminação das secreções. É uma técnica simples, de fácil entendimento para o paciente, de baixo custo e que não necessita de equipamentos especiais para a sua execução. A técnica de ELTGOL é descrita como ativo-assistida (com compressão da parede torácica pelo terapeuta durante a expiração) ou ativa, em que o paciente executa a manobra expiratória lenta (Poustiaux & cols., 1990).

Postiaux & cols. (1987) demonstraram, por análise da videobroncografia de um indivíduo tabagista, assintomático com a prova de função respiratória normal, que a manobra de ELTGOL é benéfica, pois diferentemente da tosse e da técnica de expiração forçada, esta técnica não promove o colapso das vias aéreas de médio calibre. Em vista destes resultados, os autores recomendaram a técnica para a remoção de secreção da periferia pulmonar.

Em 1990, Postiaux & cols. estudaram oito pacientes com broncopneumonia crônica estável e hipersecretivos. Em um ensaio clínico cruzado e randomizado os pacientes foram avaliados por meio de cintilografia ventilatória com um *washout* de 2 dias entre as manobras. As imagens de cintilografia foram obtidas com períodos idênticos e a diferença entre os protocolos foi a execução de doze manobras de ELTGOL durante três minutos no protocolo de intervenção. Como resultado, durante a etapa do controle não observou-se diferenças em relação à depuração mucociliar entre os pulmões infralateral e supralateral. Quando os autores compararam a ação da manobra ELTGOL com a etapa controle, encontraram diferença significativa a partir de

quarenta minutos após a realização das manobras em relação à depuração mucociliar na etapa controle em ambos os pulmões.

Em 2000, Bellone & cols. compararam os efeitos do ELTGOL, quanto à função pulmonar (através da espirometria forçada), oxigenação arterial e quantidade de secreção expectorada, com os do *Flutter*[®] e DP em 10 pacientes com bronquite crônica. Neste ensaio clínico cruzado, não houve diferenças quanto à oxigenação arterial e a espirometria, porém com ELTGOL e com *Flutter*[®] os pacientes expectoraram maior quantidade de secreção.

A manobra em questão visa o deslocamento de secreção pelo controle do fluxo expiratório, o que evitaria, teoricamente, a limitação ao fluxo expiratório e o desencadeamento da tosse (Postiaux & cols., 1985). Além disso, supõe-se que durante o procedimento, com a variação do volume pulmonar alternando de expansão a compressão, ocorra regeneração das propriedades do surfactante (Postiaux & cols., 1990). No entanto, os estudos acerca de sua eficácia e seus princípios fisiológicos são muito escassos e não há investigações que possam dar suporte a estas teorias.

2 Objetivos

2.1 Objetivo Geral

Avaliar se a realização da manobra de ELTGOL acarreta LFE em adultos saudáveis e em pacientes com DPOC GOLD II (moderado), GOLD III (grave) e GOLD IV (muito grave).

2.2 Objetivo Específico

Comparar o efeito mecânico da técnica entre os grupos de indivíduos saudáveis, pacientes com DPOC GOLD II (moderado), DPOC GOLD III (grave) e DPOC GOLD IV (muito grave).

3 Justificativa

A fisioterapia respiratória é um componente essencial do tratamento de pacientes com DPOC. As técnicas desobstrutivas auxiliam o *clearance* de secreções pulmonares, impedindo a estase de muco e suas conseqüências deletérias ao sistema respiratório.

O ELTGOL é uma técnica que tem por objetivo o deslocamento de muco localizado em vias aéreas periféricas por meio de expirações lentas, até ser atingido o volume residual. Embora, segundo a descrição da técnica, a compressão dinâmica das vias aéreas suficiente para produzir LFE não ocorra durante esta manobra, não há estudos que tenham avaliado a possível ocorrência deste efeito em indivíduos normais e em doentes pulmonares obstrutivos crônicos. Desta forma, este estudo pode trazer informações importantes quanto aos mecanismos envolvidos na aplicação do ELTGOL em indivíduos saudáveis e em pacientes com DPOC, servindo de referência para outros estudos que contemplem desfechos clínicos e contribuindo para melhor indicação da técnica.

4 Pacientes e métodos

4.1 Desenho do Estudo

Estudo experimental em seres humanos.

4.2 - Descrição geral do procedimento experimental

Após a seleção da amostra (de acordo com os critérios de inclusão e exclusão), os indivíduos com função respiratória normal, bem como os doentes pulmonares obstrutivos crônicos (3 grupos de acordo com a classificação GOLD 2007), realizaram o protocolo de avaliação da mecânica respiratória por meio da Oscilometria de Impulso nas posições sentado, em decúbito lateral direito e mantendo a posição anterior, executaram a manobra de ELTGOL. Os indivíduos saudáveis realizaram a espirometria forçada após o protocolo do estudo. Já os pacientes com DPOC que possuíam a prova de função pulmonar acima de seis meses precedentes ao estudo, também realizaram a espirometria forçada após o protocolo.

4.3 Caracterização da amostra

Foram selecionados pacientes com diagnóstico de doença pulmonar obstrutiva crônica, em acompanhamento ambulatorial no Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF), e indivíduos saudáveis sem história de doença pulmonar, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão (itens 4.3.1 e 4.3.2). As etapas do protocolo experimental estão descritas no item 4.5.

Os indivíduos saudáveis foram recrutados nos ambulatórios do HUCFF, e inseridos no estudo de acordo com os critérios de inclusão e exclusão descritos no item 4.3.1.

A mecânica do sistema respiratório dos pacientes do estudo foi avaliada por meio de um oscilômetro de impulso (Erich Jaeger, Hoechberg, Alemanha) e seus componentes: pneumotacógrafo tipo *Lilly*, transdutores de fluxo e pressão Sensym SLP004D (Honeywell Sensing and Control, Golden Valley, MN, EUA) com modo de rejeição comum de 70 dB a 35Hz e 60 dB a 50 Hz, alto-falante VISATON W100 S (VISATON GmbH & Co. KG, Haan, Germany) produzindo pulsos de 45 ms de duração a cada 0,33 s, conversor análogo-digital de 12 bits - modelo AD7874 (Analog Devices, Inc., Norwood, MA, EUA) e filtro passa-baixa de 50 Hz.

Devido à escassez de trabalhos que utilizassem os parâmetros espectrais da FOT, que poderiam servir de base para o cálculo do tamanho amostral, este foi calculado através dos dados do estudo piloto, utilizando os valores do grupo de indivíduos saudáveis e do grupo de DPOC II (ANEXO B). Tais valores espectrais apresentaram a menor diferença entre as médias de ΔX_5 durante a manobra de ELTGOL.

O tamanho amostral foi calculado com a utilização do programa SigmaStat, versão 3.1 (Jandel Scientific, San Rafael, Califórnia), considerando-se poder do teste igual a 80 %, alfa igual a 5 % e diferença mínima entre as médias igual a 1,45 e desvio-padrão igual 0,81 . Para cada grupo o tamanho amostral estimado foi de oito indivíduos.

4.3.1 Critérios de Inclusão

Pacientes com DPOC

- Apresentar diagnóstico clínico de DPOC, classificados em moderado, grave e muito grave, de acordo com a classificação GOLD (2007);
- estar em tratamento regular no Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF);
- prova de função respiratória (espirometria forçada) nos últimos seis meses antes da avaliação.
- estar de acordo em participar do protocolo (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado);
- possuir idade acima de 35 anos.

Indivíduos saudáveis

- Apresentar prova de função respiratória com padrões de normalidade e ausência de história de comprometimento ou doença pulmonar e de tabagismo, e com idade acima de 40 anos;
- estar de acordo em participar do protocolo (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado).

4.3.2 Critérios de Exclusão

Pacientes com DPOC

- Dor torácica aguda ou história recente de fratura de costelas (1 ano decorrente);
- doença cardiovascular descompensada;
- história de infecção respiratória nas últimas 4 semanas precedentes ao estudo;
- modificação da terapia farmacológica no dia do protocolo;
- diagnóstico de asma;
- obesidade mórbida ou estado nutricional crítico;
- incoordenação ou desconforto à execução do ELTGOL.

Indivíduos saudáveis

- Doenças cardíacas ou sistêmicas com possível envolvimento respiratório;
- história de tabagismo;
- incoordenação ou desconforto à execução do ELTGOL.

4.4 Descrição para realização de ELTGOL

A manobra de ELTGOL realizou-se de forma ativa, ou seja, sem compressão torácica, com o indivíduo em decúbito lateral direito, respirando espontaneamente por um bocal. Quando solicitado, o indivíduo expirava lentamente, partindo da capacidade residual funcional até atingir o volume residual, conforme as especificações da técnica Postiaux & cols, (1985).

4.5 Protocolo experimental

Para cada uma das 3 etapas (quadro I) do protocolo experimental foram realizadas 5 aquisições de 40 s de sinais respiratórios pela IOS, com intervalo de 30 s entre elas, além da monitorização da oxigenação arterial através de oximetria de pulso (SpO_2), na posição sentado, em decúbito lateral e continuamente durante a manobra de ELTGOL, com o objetivo de promover a segurança do paciente durante a execução do protocolo.

Durante todas as medições os indivíduos tiveram as narinas ocluídas por uma pinça nasal e foram orientados a estabilizar as bochechas manualmente (inclusive durante a realização de ELTGOL). A aquisição dos sinais teve início apenas após 30 s do acoplamento ao bocal do IOS, para que ocorresse estabilização do padrão ventilatório.

As etapas são descritas a seguir:

1ª etapa: medições com os indivíduos sentados e respirando espontaneamente.

2ª etapa: os indivíduos permanecem em decúbito lateral direito (DLD), respirando espontaneamente enquanto as medições são realizadas.

3ª etapa: o indivíduo realiza o ELTGOL de forma ativa, ou seja, sem a compressão torácica, de acordo com a descrição do item 4.4.

Todas as etapas do estudo foram realizadas em uma única data para cada indivíduo e os pacientes foram orientados para que não modificassem seus tratamentos rotineiros durante a semana do experimento.

Quadro I – Seqüência do Protocolo Experimental



Onde: IOS = Oscilometria de Impulso; OXI = Oximetria de pulso; DLD = Decúbito lateral direito; ELTGOL = *L'expiration Lente Totale Glotte Ouverte en Decubitus Lateral*.

4.6 Instrumentação, aquisição e processamento de sinais

4.6.1 Oscilometria de Impulso (IOS)

Realizada por meio de um oscilômetro de impulso (Erich Jaeger, Hoechberg, Alemanha) e seus componentes: pneumotacógrafo tipo *Lilly*, transdutores de fluxo e pressão Sensym SLP004D (Honeywell Sensing and Control, Golden Valley, MN, EUA) com modo de rejeição comum de 70 dB a 35Hz e 60 dB a 50 Hz, alto-falante VISATON W100 S (VISATON GmbH & Co. KG, Haan, Germany) produzindo pulsos de 45 ms de duração a cada 0,33 s, conversor análogo-digital de 12 bits - modelo AD7874 (Analog Devices, Inc., Norwood, MA, EUA) e filtro passa-baixa de 50 Hz.

A aquisição dos sinais respiratórios através de IOS ocorreu após a seqüência para calibração do equipamento e o posicionamento do paciente sentado. Posteriormente, as aquisições efetuaram-se em decúbito lateral direito (figura 5).

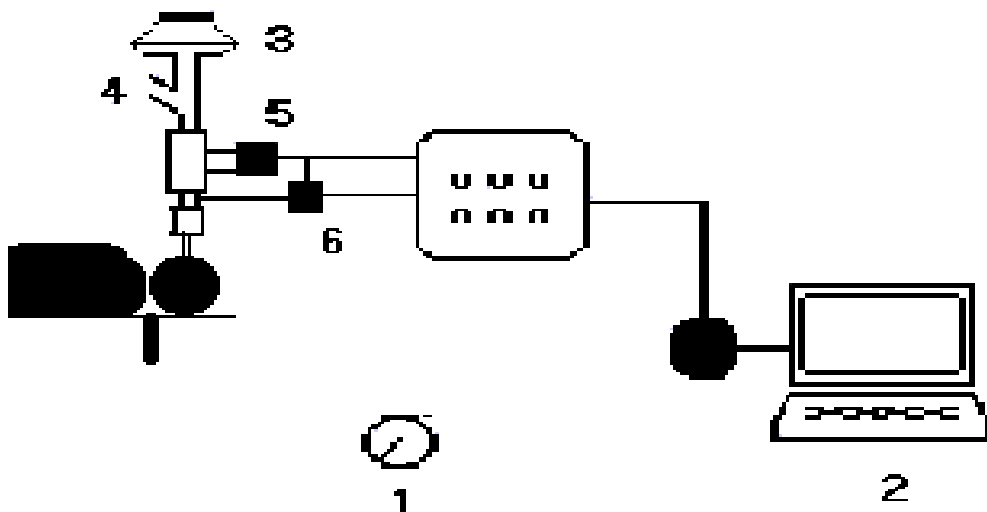


Figura 5 – Montagem Experimental: 1 - cronômetro; 2 - micro-computador; 3 - oscilador; 4 - abertura para o ambiente com resistor; 5 - transdutor de pressão do pneumotacógrafo e 6 - transdutor de pressão da abertura das vias aéreas.

4.6.2 Oximetria de pulso (SpO_2)

Utilizado para monitorizar a oxigenação arterial, com o oxímetro de pulso acoplado ao monitor multiparamétrico Dixtal (Dixtal Biomédica Indústria e Comércio Ltda, São Paulo, Brasil), modelo DX2010.

4.7 Financiamento e local do estudo

O presente trabalho realizou-se na vigência de auxílios concedidos pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), Conselho de

Ensino para Graduados e Pesquisa da UFRJ (CEPG-UFRJ), Programa de Apoio a Núcleos de Excelência (PRONEX) e Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

O estudo ocorreu no Laboratório de Fisiologia da Respiração do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho (IBCCF), que se localiza no Serviço de Métodos Especiais (SME) do Instituto de Doenças do Tórax (IDT), Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

O material utilizado no estudo consistiu em: uma maca, bocais, oscilômetro de impulso e glutaraldeído para desinfecção dos equipamentos, conforme recomendações da Comissão de Controle de Infecções Hospitalares (CCIH/HUCFF), parecer nº 011/04. Todo o material foi fornecido pelo Laboratório de Fisiologia da Respiração.

4.8 Variáveis e desfecho

Obtiveram-se valores da média da reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz (X_{5i} e X_{5e} , respectivamente), sendo a diferença entre ambas (ΔX_5) calculada em planilha do Microsoft Excel (Microsoft Corp., Redmond, WA, EUA), a fim de avaliar a ocorrência de Limitação ao Fluxo Expiratório (LFE). Analisaram-se, comparativamente, os resultados obtidos pelas medidas realizadas através da IOS durante cada intervenção e entre os grupos. A LFE

foi considerada positiva, quando ΔX_5 alcançou valores superiores a 0,28 kPa/L/s (Dellacà & cols., 2004).

4.9 Métodos estatísticos

Para a análise das alterações mecânicas, os pacientes foram alocados em grupos, de acordo com a classificação GOLD 2007. Os dados foram representados como média \pm EPM (erro padrão da média), sendo a média obtida dos 3 valores (dentre os 5 obtidos para cada variável) com menor coeficiente de variação. A análise estatística foi realizada com o software SigmaStat 3.1 (Jandel Scientific, San Rafael, Califórnia). Para caracterização da distribuição dos dados foram aplicados os testes de Kolmogorov-Smirnov com correção de Lilliefors (distribuição normal) e igualdade de variâncias de Levene. O efeito mecânico da manobra em decúbito lateral e durante ELTGOL em indivíduos saudáveis e os grupos de pacientes com DPOC foi comparado com Two-way ANOVA ou o correspondente não paramétrico quando apropriado. As diferenças foram consideradas significativas quando $p < 5\%$.

4.10 Questões éticas

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (CEP-HUCFF), em 20 de junho de 2005

(número 059/05) (ANEXO E), estando de acordo com os Termos da Resolução número 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e devidamente registrado na Comissão Nacional de Ética em Pesquisa.

5 Resultados

Foram avaliados 40 indivíduos, cuja caracterização está descrita na tabela 1. Estes foram alocados em quatro grupos, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão e com base na classificação GOLD 2007 de gravidade para a DPOC. Foram incluídos dez pacientes no grupo de indivíduos saudáveis (saudáveis), dez no grupo DPOC moderado (GOLD II), dez no grupo DPOC grave (GOLD III) e dez no grupo DPOC muito grave (GOLD IV). Valores de ΔX_5 referentes aos grupos do estudo, estão representados nas figuras 6,7 e 8.

Os resultados da comparação do efeito do posicionamento e da manobra ELTGOL em cada grupo através da IOS (ΔX_5 kPa/L/s), analisados através do teste Twoway ANOVA e pós-teste Student Newman-Keuls, estão apresentados na tabela 2. No grupo de indivíduos saudáveis não houve diferença entre as posições sentado, decúbito lateral (DL) e a manobra de ELTGOL. No grupo GOLD II houve diferença entre a manobra de ELTGOL e a posição sentada ($1,18 \pm 0,25$ kPa/L/s vs $0,02 \pm 0,01$ kPa/L/s; $p < 0,001$) e a manobra de ELTGOL e a posição DL ($1,18 \pm 0,25$ kPa/L/s vs $0,04 \pm 0,02$; $p < 0,001$). No grupo GOLD III houve diferença entre a manobra de ELTGOL e a posição sentada ($1,63 \pm 0,13$ kPa/L/s vs $0,13 \pm 0,03$ kPa/L/s; $p < 0,001$) e a manobra de ELTGOL e a posição DL ($1,63 \pm 0,13$ kPa/L/s vs $0,17 \pm 0,04$ kPa/L/s; $p < 0,001$). No grupo GOLD IV houve diferença entre a manobra de ELTGOL e a posição sentada ($2,50 \pm 0,35$ kPa/L/s vs $0,18 \pm 0,02$ kPa/L/s; $p < 0,001$) e a manobra de ELTGOL e a posição DL ($2,50 \pm 0,35$ kPa/L/s vs $0,44 \pm 0,09$ kPa/L/s; $p < 0,001$), representados na figura 9.

Tabela 1 – Tabela de caracterização dos quatro grupos estudados (média \pm EPM)

Variáveis	Saudáveis	GOLD II	GOLD III	GOLD IV
Sexo	5M e 5F	6M e 4F	6M e 4F	5M e 5F
Idade (anos)	55,8 \pm 2,82	57,1 \pm 3,53	64,2 \pm 2,09	65,2 \pm 3,03
VEF₁ (%)	110,3 \pm 6,70	59,88 \pm 1,88	39,44 \pm 2,01	25,31 \pm 0,99
CVF (%)	115,0 \pm 6,71	94,98 \pm 7,35	78,97 \pm 6,10	60,67 \pm 4,05
VEF₁/CVF	93,3 \pm 2,11	56,21 \pm 4,39	49,57 \pm 4,01	40,62 \pm 3,70
nLFE	0	0	1	3

Valores são média \pm EPM de 10 indivíduos em cada grupo. Saudáveis = indivíduos sem história de doença respiratória e espirometria forçada normal; GOLD II, III e IV = classificação de gravidade para doença pulmonar obstrutiva crônica (GOLD 2007). VEF₁ (% do predito) = Volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF (% do predito) = capacidade vital forçada. nLFE = quantidade de indivíduos que apresentaram limitação ao fluxo expiratório ($\Delta X_5 > 0,28$ kPa/L/s) na posição sentado.

Tabela 2 – Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz nos quatro grupos estudados em diferentes posições.

	Sentado	Decúbito Lateral	ELTGOL
	$\Delta X5$ (kPa/L/s)	$\Delta X5$ (kPa/L/s)	$\Delta X5$ (kPa/L/s)
Saudáveis	0,022 ± 0,013	0,026 ± 0,008	0,074 ± 0,015
GOLD II	0,024 ± 0,012	0,035 ± 0,020	1,183 ± 0,258 ^{*X#}
GOLD III	0,129 ± 0,030	0,175 ± 0,044	1,629 ± 0,126 ^{*†¥Ω}
GOLD IV	0,189 ± 0,028	0,435 ± 0,093	2,502 ± 0,345 ^{*†¥¶f}

Valores são média ± EPM de 10 indivíduos em cada grupo. ELTGOL = *L'expiration Lente Totale Glotte Ouverte en decubitus Lateral*; $\Delta X5$ = diferença entre a reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz ($X5_{insp} - X5_{exp}$). GOLD II, III e IV = classificação de gravidade para doença pulmonar obstrutiva crônica (GOLD 2007). * Diferença significativa em relação ao grupo de indivíduos saudáveis ($p < 0,05$); † Diferença significativa em relação ao grupo GOLD III ($p < 0,05$); ¥ Diferença significativa em relação ao grupo GOLD II ($p < 0,05$); ¶ Diferença significativa em relação à posição sentado no grupo GOLD IV ($p < 0,05$); f Diferença significativa em relação à posição de decúbito lateral no grupo GOLD IV ($p < 0,05$); † Diferença significativa em relação à posição sentado no grupo GOLD III ($p < 0,05$); Ω Diferença significativa em relação à posição de decúbito lateral no grupo GOLD III ($p < 0,05$); X Diferença significativa em relação à posição sentado no grupo GOLD II ($p < 0,05$); # Diferença significativa em relação à posição de decúbito lateral no grupo GOLD II ($p < 0,05$).

Tabela 3 – Comparação entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz nos quatro grupos estudados e em diferentes posições.

	Sentado vs DL	ELTGOL vs Sentado	ELTGOL vs DL
Normal	0,02 ± 0,01 vs 0,02 ± 0,009; p= 0,984	0,07 ± 0,01 vs 0,02 ± 0,01; p=0,959	0,07 ± 0,01 vs 0,02 ± 0,009; p= 0,798
GOLD II	0,02 ± 0,01 vs 0,04 ± 0,02; p=0,951	1,18 ± 0,25 vs 0,02 ± 0,01 p<0,001	1,18 ± 0,25 vs 0,04 ± 0,02; p<0,001
GOLD III	0,13 ± 0,03 vs 0,17 ± 0,04; p=0,808	1,63 ± 0,13 vs 0,13 ± 0,03; p<0,001	1,63 ± 0,13 vs 0,17 ± 0,04; p<0,001
GOLD IV	0,18 ± 0,02 vs 0,44 ± 0,09; p=0,197	2,50 ± 0,35 vs 0,18 ± 0,02; p<0,001	2,50 ± 0,35 vs 0,44 ± 0,09; p<0,001

Valores são média ± EPM de 10 indivíduos em cada grupo. ELTGOL = *L'expiration Lente Totale Glotte Ouverte en decubitus Lateral*; DL- decúbito lateral direito; $\Delta X5$ = diferença entre a reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz ($X5_{insp} - X5_{exp}$). GOLD II, III e IV = classificação de gravidade para doença pulmonar obstrutiva crônica (GOLD 2007).

Figura 6 - Gráfico de pontos da diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz nos quatro grupos estudados sentados.

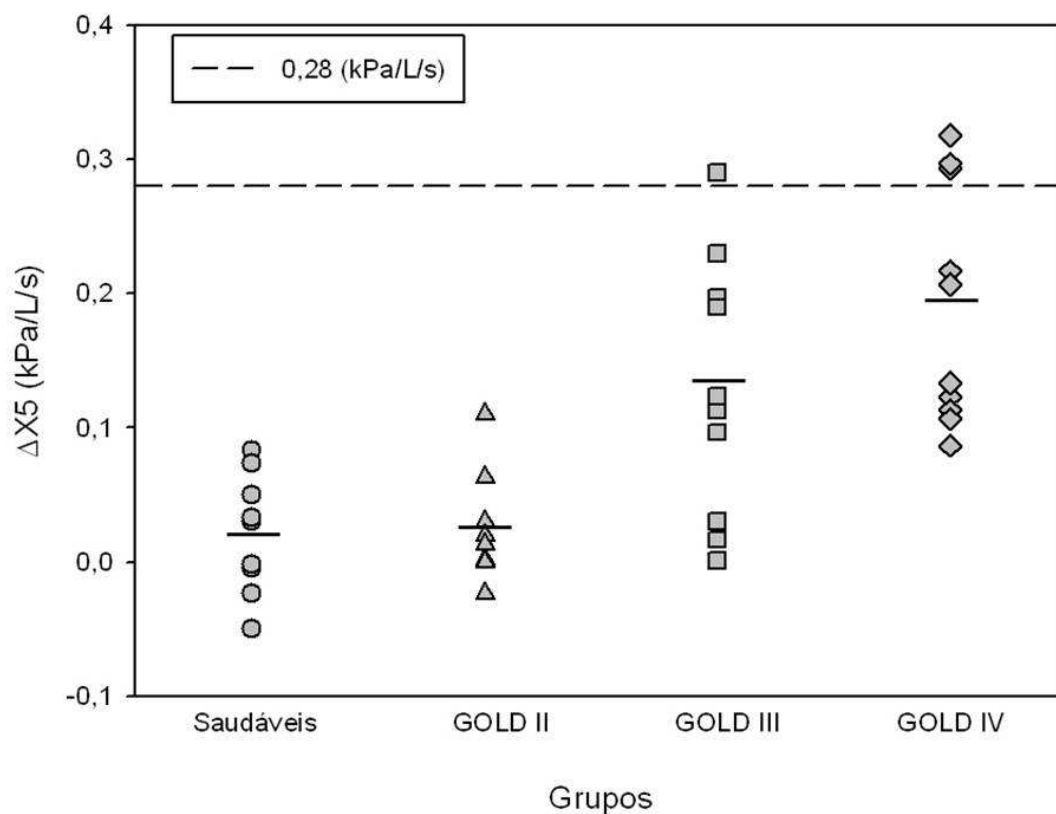


Figura 6 – Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz (ΔX_5) nos quatro grupos estudados na posição sentado. Saudáveis = indivíduos sem história de doença respiratória e espirometria forçada normal; GOLD II, III e IV = classificação de gravidade para doença pulmonar obstrutiva crônica (GOLD 2007). Valores acima da linha tracejada indicam limitação ao fluxo expiratório (LFE). A barra horizontal representa o valor médio em cada grupo.

Figura 7 – Gráfico de pontos da diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz nos quatro grupos estudados em decúbito lateral direito.

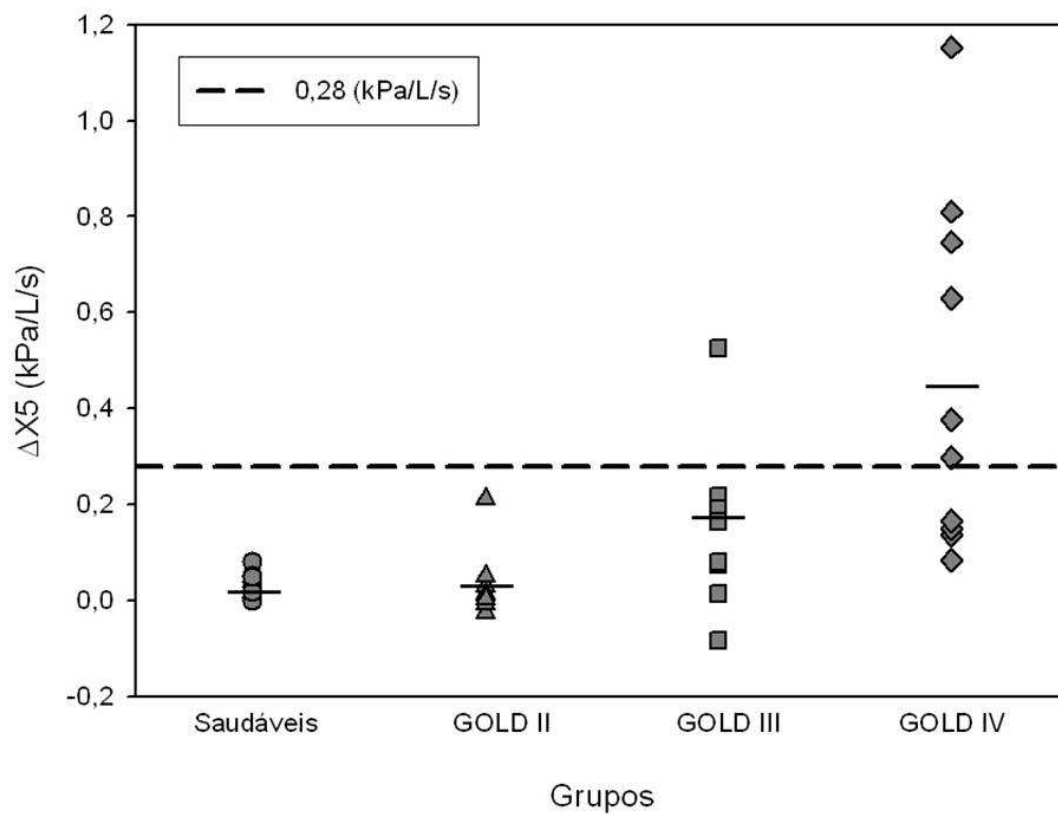


Figura 7 – Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz (ΔX_5) nos quatro grupos estudados em decúbito lateral direito. Saudáveis = indivíduos sem história de doença respiratória e espirometria forçada normal; GOLD II, III e IV - classificação de gravidade para doença pulmonar obstrutiva crônica (GOLD 2007). Valores acima da linha tracejada indicam limitação ao fluxo expiratório (LFE). A barra horizontal representa o valor médio em cada grupo.

Figura 8 – Gráfico de pontos da diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz nos quatro grupos estudados durante ELTGOL.

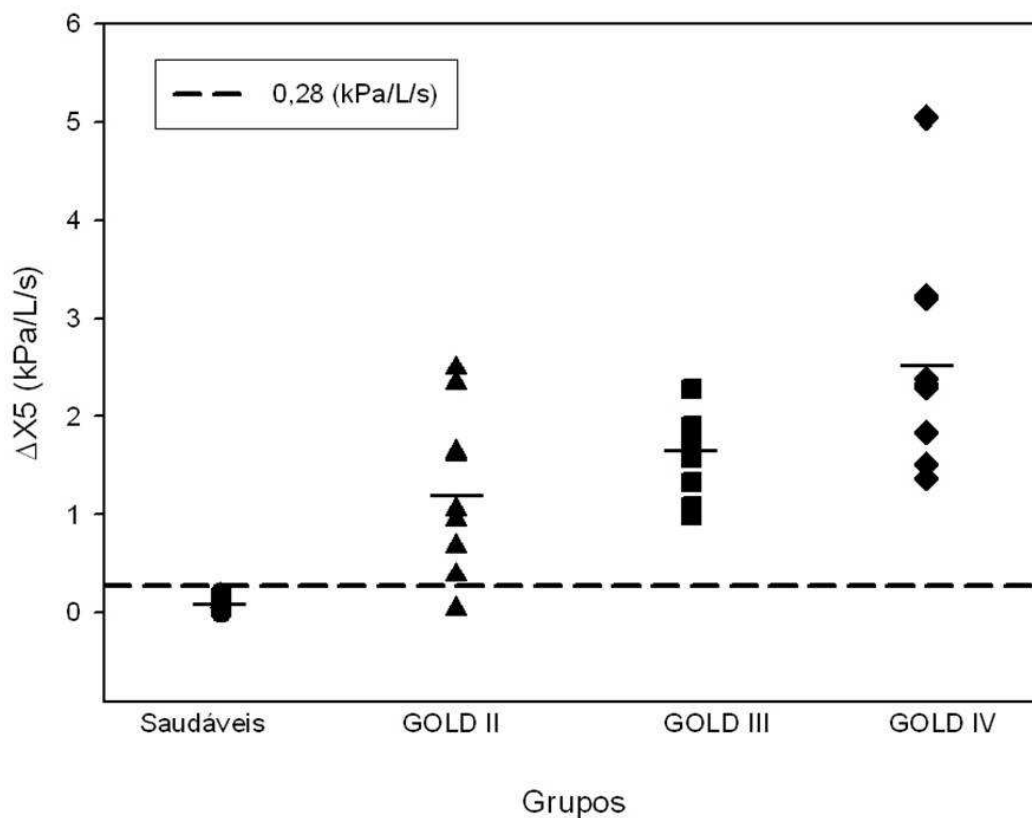


Figura 8 – Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz ($\Delta X5$) nos quatro grupos estudados durante ELTGOL. Saudáveis = indivíduos sem história de doença respiratória e espirometria forçada normal. GOLD II, III e IV = classificação de gravidade para doença pulmonar obstrutiva crônica (GOLD 2007). Valores acima da linha tracejada indicam a limitação ao fluxo expiratório (LFE). A barra horizontal representa o valor médio em cada grupo.

Figura 9 - Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz nos quatro grupos estudados em diferentes posições.

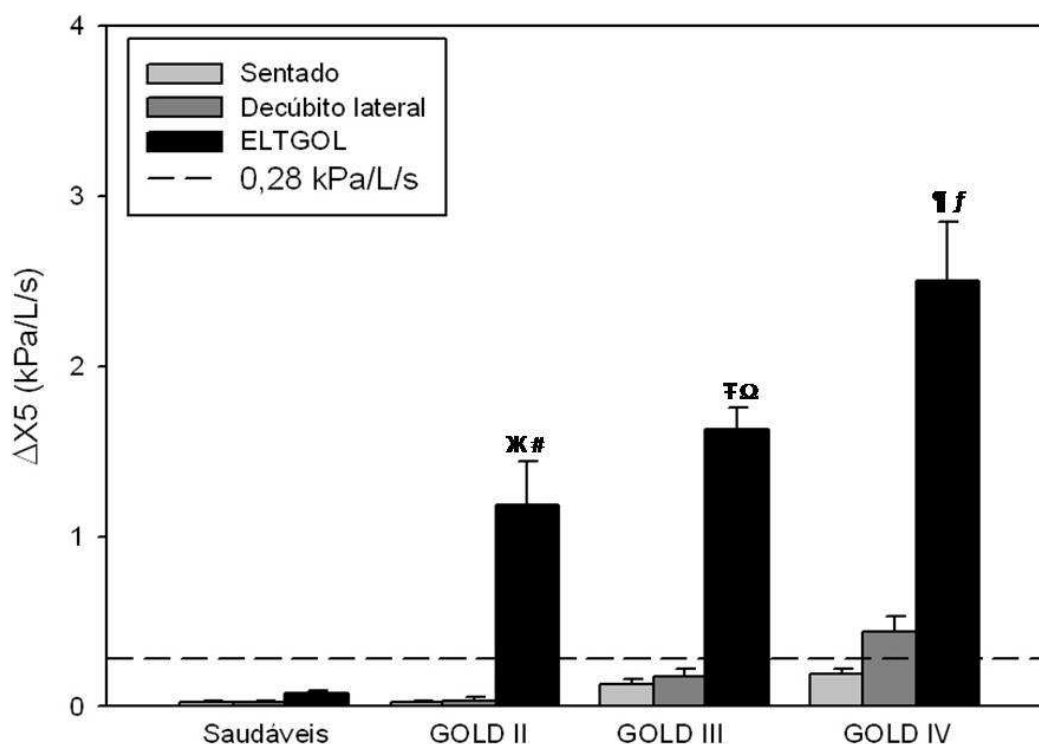


Figura 9 - Comparação da diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz (ΔX_5) entre as diferentes posições em cada um dos quatro grupos estudados. Valores são média \pm EPM de 10 indivíduos em cada grupo. Saudáveis = indivíduos sem história de doença respiratória e espirometria forçada normal; GOLD II, III e IV = classificação de gravidade para doença pulmonar obstrutiva crônica (GOLD 2007). ✂ Diferença significativa em relação à posição sentado no grupo GOLD IV ($p < 0,05$); f Diferença significativa em relação à posição de decúbito lateral no grupo GOLD IV ($p < 0,05$); ✂ Diferença significativa em relação à posição sentado no grupo GOLD III ($p < 0,05$); Ω Diferença significativa em relação à posição de decúbito lateral no grupo GOLD III ($p < 0,05$); ✂ Diferença significativa em relação à posição sentado no grupo GOLD II ($p < 0,05$); # Diferença significativa em relação à posição de decúbito lateral no grupo GOLD II ($p < 0,05$). A linha tracejada representa o limiar acima do qual a limitação ao fluxo expiratório é caracterizada.

Comparando o efeito da ELTGOL entre os grupos, foi encontrada diferença significativa entre GOLD IV e indivíduos saudáveis ($2,50 \pm 0,35$ kPa/L/s vs $0,07 \pm 0,02$ kPa/L/s; $p < 0,001$), GOLD IV e GOLD III ($2,50 \pm 0,35$ kPa/L/s vs $1,63 \pm 0,13$ kPa/L/s; $p < 0,001$), GOLD IV e GOLD II ($2,50 \pm 0,35$ kPa/L/s vs $1,18 \pm 0,25$ kPa/L/s; $p < 0,001$), GOLD III e indivíduos saudáveis ($1,63 \pm 0,13$ kPa/L/s vs $0,07 \pm 0,02$ kPa/L/s; $p < 0,001$), GOLD III e GOLD II ($1,63 \pm 0,13$ kPa/L/s vs $1,18 \pm 0,25$ kPa/L/s; $p = 0,023$) e GOLD II e indivíduos saudáveis ($1,18 \pm 0,25$ kPa/L/s vs $0,07 \pm 0,02$ kPa/L/s; $p < 0,001$), representados na figura 10.

Não foram encontradas diferenças significativas entre o grupo de indivíduos saudáveis e os pacientes com DPOC, independente da gravidade, nas posições decúbito lateral e sentado, representados nas figuras 11 e 12.

Figura 10 – Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz nos quatro grupos estudados durante a manobra de ELTGOL.

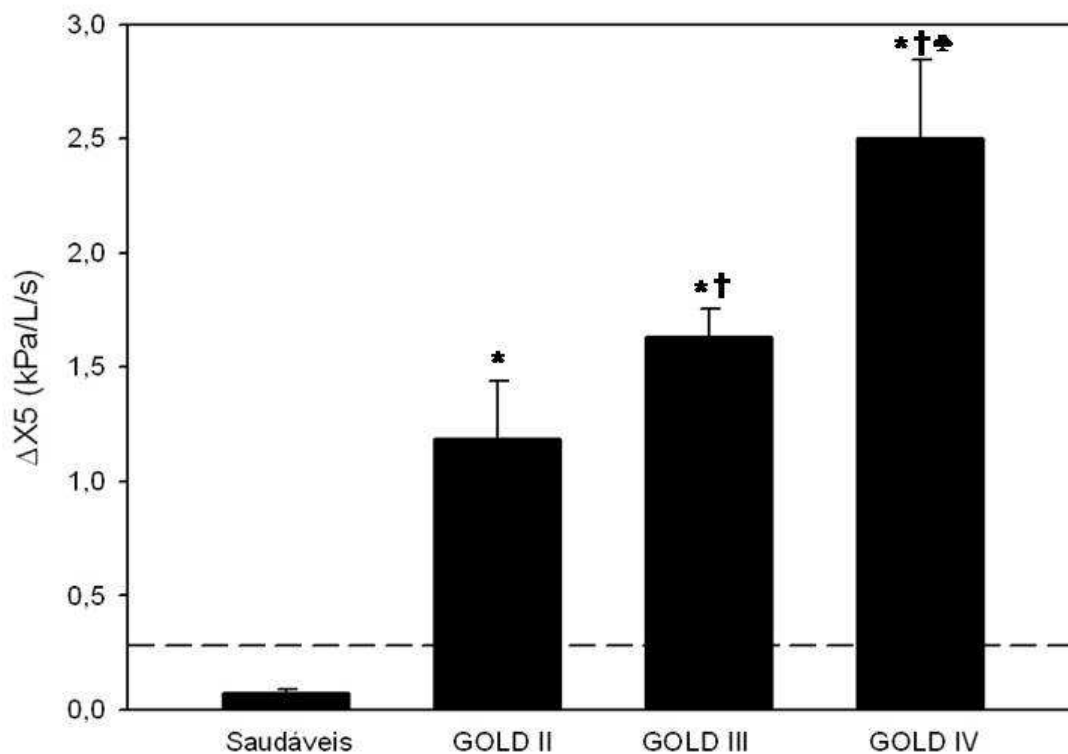


Figura 10 – Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz (ΔX_5) nos quatro grupos estudados durante a manobra de ELTGOL. Valores são média \pm EPM de 10 indivíduos em cada grupo. Saudáveis = indivíduos sem história de doença respiratória e espirometria forçada normal; GOLD II, III e IV = classificação de gravidade para doença pulmonar obstrutiva crônica (GOLD 2007). *Diferença significativa em relação ao grupo de indivíduos saudáveis ($p < 0,05$); † Diferença significativa em relação ao grupo GOLD II ($p < 0,05$); ♣ Diferença significativa em relação ao grupo GOLD III ($p < 0,05$).

Figura 11 – Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz nos quatro grupos estudados na posição sentado.

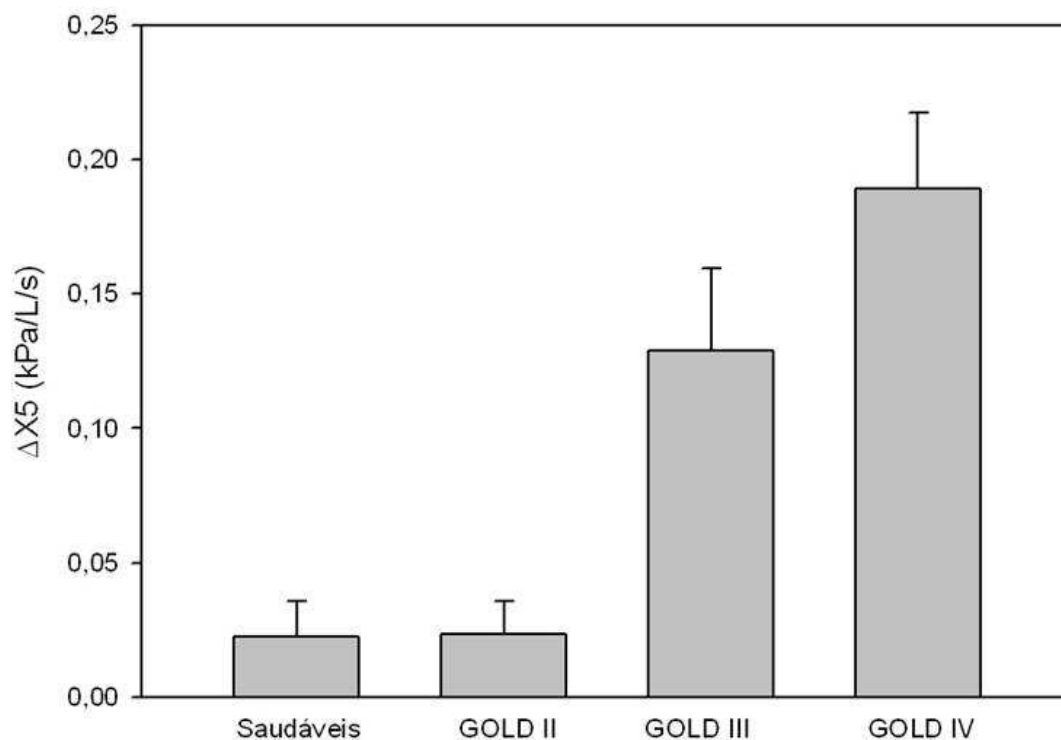


Figura 11 – Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz (ΔX_5) nos quatro grupos estudados na posição sentado. Valores são média \pm EPM de 10 indivíduos em cada grupo. Saudáveis = indivíduos sem história de doença respiratória e espirometria forçada normal; GOLD II, III e IV = classificação de gravidade para doença pulmonar obstrutiva crônica (GOLD 2007).

Figura 12 – Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz nos quatro grupos estudados na posição decúbito lateral.

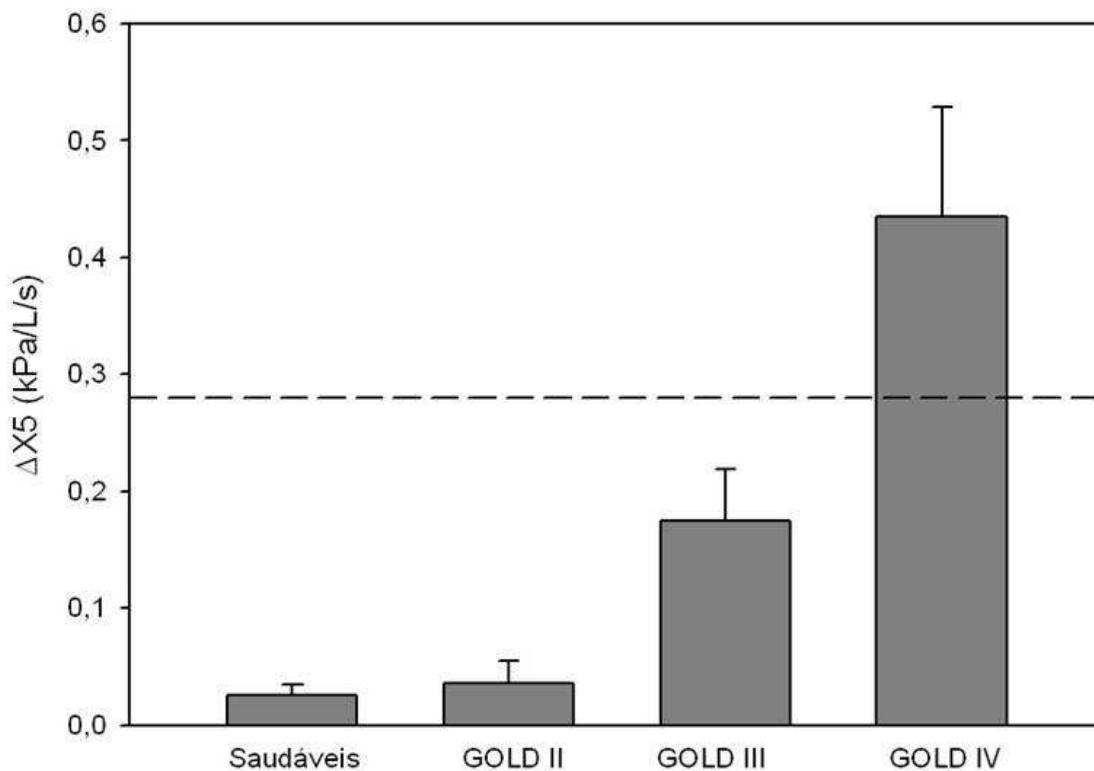


Figura 12 – Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz (ΔX_5) nos quatro grupos estudados na posição decúbito lateral. Valores são média \pm EPM de 10 indivíduos em cada grupo. Saudáveis = indivíduos sem história de doença respiratória e espirometria forçada normal; GOLD II, III e IV = classificação de gravidade para doença pulmonar obstrutiva crônica (GOLD 2007).

6 Discussão

Os resultados deste estudo demonstram a ocorrência de limitação ao fluxo expiratório em pacientes com DPOC em diferentes estágios de gravidade durante a manobra de ELTGOL, medida através da IOS. Indivíduos saudáveis, na mesma faixa etária que os pacientes com DPOC, não apresentaram LFE durante a manobra de ELTGOL.

Embora Dellacà & cols. (2004) tenham utilizado a FOT para detectar LFE em pacientes com DPOC durante a respiração tranqüila, até o momento, não há estudos que tenham caracterizado a compressão dinâmica de vias aéreas e/ou LFE durante a manobra de ELTGOL.

Postiaux & cols, (1985), descreveram que a manobra de ELTGOL é indicada para pacientes cooperativos e hipersecretivos, situação em que as manobras expiratórias forçadas possam ocasionar com maior frequência colapsos proximais, prejudiciais à eliminação das secreções. No entanto, esta afirmativa fisiológica não foi comprovada pelo autor. A técnica de ELTGOL é descrita como ativo-assistida (com compressão da parede torácica pelo terapeuta durante a expiração) ou ativa, em que o paciente executa a manobra expiratória lenta.

A pressão aplicada é transmitida à superfície da parede torácica e abdominal gerando a deformação da parede torácica, sendo este efeito maior quando os músculos respiratórios estão relaxados. Durante a técnica, a pressão de compressão é aumentada gradualmente até um ponto de tal

magnitude que novos incrementos na compressão não são acompanhados de elevação do fluxo expiratório, caracterizando assim a LFE durante a manobra (Kerlem & cols., 1995).

Ninane & cols., 2001, sugerem que a utilização da manobra de compressão da parede abdominal (MCA) seja um método muito simples para detecção da LFE quando comparado ao método padrão (NEP). Kafi & cols. (2002), executaram a MCA em pacientes com DPOC durante o exercício, e estes concluíram que a compressão da parede abdominal com uma das mãos é um teste muito simples e aplicável para detectar a LFE durante a respiração tranquila e o exercício em pacientes com DPOC. De acordo com os resultados destes autores, a aplicação de compressão torácica ou abdominal acarretou LFE, assim, em nosso estudo não utilizamos a compressão da parede torácica, pois esta poderia ser um fator confundidor em nossos resultados.

Postiaux & cols. (1987) demonstraram, através da análise da videobroncografia de um indivíduo tabagista assintomático com a prova de função respiratória normal, que a manobra de ELTGOL é potencialmente benéfica por não promover o colapso das vias aéreas de médio calibre, diferentemente da tosse e da técnica de expiração forçada. Embora tenham caracterizado a ausência de colapso somente até vias aéreas de calibre intermediário, os autores postularam que a manobra seria eficiente para a remoção de secreção da periferia pulmonar, visto que promoveria a compressão dinâmica de vias aéreas, porém, sem causar colapso. Estes resultados estão de acordo com os do nosso estudo no que se refere a indivíduos saudáveis (sem história de doença pulmonar e com espirometria

forçada normal), visto que apenas os indivíduos com DPOC apresentaram LFE durante ELTGOL, conforme verificado pela IOS (figuras 8, 9 e 10).

A história natural do desenvolvimento da hiperinsuflação pulmonar em pacientes com DPOC é desconhecida, mas a experiência clínica indica que o aprisionamento de ar ocorre progressivamente por décadas. Como consequência da LFE ocorre o aprisionamento de ar (hiperinsuflação dinâmica), gerando piora dos sintomas da DPOC (O'Donnell & Laveneziana, 2006). Neste sentido, Eltayara & cols.(1995), avaliaram a ocorrência de LFE através da NEP, encontrando uma correlação satisfatória desta variável com a escala de dispnéia e o VEF₁. Nossos resultados estão de acordo com os destes autores, uma vez que os pacientes mais graves apresentaram valores maiores de ΔX_5 (figura 10).

Dellacà & cols. em 2004, demonstraram que a FOT apresenta sensibilidade e especificidade de 100% para detectar LFE durante respiração espontânea tranqüila. Sua fácil aplicabilidade faz com que seja considerado um método atrativo para quantificação da compressão dinâmica de vias aéreas e caracterização da LFE. Adicionalmente, esta técnica pode ser aplicada na prática clínica para detectar a LFE durante as manobras de fisioterapia, aumentando a compreensão sobre seus mecanismos.

Tanto o IOS (ou FOT) quanto a NEP avaliam o sistema respiratório em sua totalidade, através de variáveis mensuradas na abertura das vias aéreas. Desta forma estes métodos são incapazes de detectar alterações regionais na mecânica respiratória. No caso de pacientes com DPOC, que é uma doença caracterizada por acometimento heterogêneo de vias aéreas e do parênquima

pulmonar, supõe-se que ao detectar LFE não esteja ocorrendo colapso de vias aéreas de forma generalizada. Esta limitação dos métodos de medição torna a inferência quanto aos efeitos terapêuticos da ELTGOL bastante complexa, pois um paciente que apresenta LFE poderia se beneficiar da técnica caso as vias aéreas que se deseja tratar sejam justamente aquelas com menor instabilidade e que, portanto, sofreriam apenas compressão e não colapso. Como é impossível obter tal grau de discriminação, é mais seguro evitar o uso de ELTGOL em pacientes fluxo-limitantes.

O embasamento fisiológico da técnica de ELTGOL é que ao posicionar o paciente em decúbito lateral, com o pulmão comprometido na região dependente, haverá neste maior ventilação, e conseqüentemente, durante a expiração, o estreitamento da via aérea com maior interação gás-líquido e facilitação da depuração de secreção.

Em nossos resultados observamos uma diferença nos valores de ΔX_5 em decúbito lateral em relação à posição sentado, em pacientes com DPOC, principalmente GOLD IV, esta diferença mostra que houve redução no diâmetro da via aérea e conseqüentemente aumento a interação gás-líquido (figura 9). Estes valores não apresentaram diferença estatística, devido ao elevado desvio-padrão, mas sinalizam uma tendência à variação de calibre das vias aéreas. Caso estes valores aumentem em DL, sem, no entanto, ultrapassarem 0,28 kPa/L/s, ou seja LFE, estará havendo a compressão dinâmica sem ocorrência de LFE.

Embora a resposta individual tenha sido bastante variável quanto ao comportamento de ΔX_5 nas diferentes situações experimentais, se seguirmos

esta linha de raciocínio, considerando a média dos grupos, podemos sugerir que pacientes GOLD III poderiam se beneficiar do posicionamento em DL para desobstrução (compressão sem LFE), enquanto que para pacientes GOLD II e IV o posicionamento em DL não apresentaria efeito terapêutico (sem compressão e com LFE, respectivamente).

Dellacà & cols. (2006) avaliaram a LFE durante a ventilação não-invasiva (VNI), com o modo de pressão contínua na abertura das vias aéreas (CPAP) em pacientes com DPOC. Foram avaliados sete pacientes submetidos ao CPAP de 0, 4, 8 e 12 cmH₂O, de forma randômica, nas posições sentado e em supino. Em quatro pacientes houve redução de ΔX_5 com o aumento dos valores das pressões do CPAP, indicando que a FOT pode auxiliar na titulação de valores adequados de pressão positiva para estabilizar as vias aéreas e evitar a LFE em pacientes com DPOC. De forma análoga, podemos supor que a aplicação de PEEP durante a ELTGOL poderia evitar a LFE e potencializar os efeitos da técnica, mesmo em indivíduos com DPOC.

Em nosso estudo, devido à impossibilidade do sistema de medição suportar pressões positivas, não foi possível verificar o comportamento de ΔX_5 durante ELTGOL associada à PEEP.

O presente estudo teve por objetivo caracterizar os mecanismos fisiológicos de uma técnica de fisioterapia respiratória. Baseando-se na descrição de seus supostos efeitos mecânicos para obtenção de resultados terapêuticos, procuramos confrontar os postulados teóricos com as medições realizadas. Neste aspecto, encontramos limitações potenciais para aplicação desta técnica em pacientes com vias aéreas instáveis, porém, para avaliar seus

benefícios terapêuticos são necessários estudos com desenhos específicos e desfechos clínicos, tais como a produção de secreção pulmonar e/ou outras medidas do *clearance* mucociliar.

Os resultados de nosso trabalho podem subsidiar futuros desenhos de estudo que contemplem desfechos clínicos, para que considerem as variáveis aqui identificadas como potenciais determinantes da eficácia da técnica: instabilidade de vias aéreas, aplicação de PEEP, gravidade da doença, posicionamento e outras.

7 Conclusão

- A LFE ocorreu durante a manobra de ELTGOL em pacientes com DPOC moderada, grave e muito grave, não sendo observada em indivíduos saudáveis.

- O efeito mecânico compressivo sobre as vias aéreas durante ELTGOL é mais pronunciado em pacientes com DPOC que em indivíduos com função respiratória normal.

8 Referências

- Bellone A, Laschioli R, Raschi S, Guzzi L, Adone R. **Chest physical therapy in patients with an acute exacerbation of chronic bronchitis: effectiveness of three methods.** Arch Phys Med Rehabil 2000; 81: 558-560.
- Bisgaard H; Klug B. **Lung function measurements in awake young children.** Eur Respir J 1995; 8: 2067-2075.
- Brochard L; Pelle G; de Palmas J; Brochard P; Carvie A; Lorino H; Harf A. **Density and frequency-dependence of resistance in early airway obstruction.** Am Rev Respir Dis 1987; 135: 579-584.
- Calverley PMA & Koulouris NG. **Flow limitation and dynamic hyperinflation: key concepts in modern respiratory physiology.** Eur Respir J 2005; 25: 186–199.
- Clement J; Lansder F; Van de Woestijne K. **Total resistance and reactance in patients with respiratory complaints with and without airway obstructions.** Chest 1983; 2: 215-220.
- Cydelkr RK, Mcfadden ER Jr, Emerman CL, Sivinki LD, Pisanelli W, Rimm AA. **Patterns of hospitalization in elderly patients with asthma and chronic obstructive pulmonary disease.** Am J Respir Crit Care Med 1997; 156: 1807-1812.
- Delacourt C; Lorino H; Herve-Guillot M; Reinert P; Harf A; Housset B. **Use of the forced oscillation technique to assess airway obstruction and reversibility in children.** Am J Respir Crit Care Med 2000; 161:730 – 736.
- Dellacà RL, Santus P, Aliverti A, Stervenson N, Centanni S, Macklem, Pedotti A, Calverley PMA. **Detection of expiratory flow limitation in COPD using the forced oscillation technique.** Eur Respir J 2004; 23: 232-240.

- Dellacà R.L., Rotger M., Aliverti A., Navajas D., Pedotti A. and Farré R. **Noninvasive detection of expiratory flow limitation in COPD patients during nasal CPAP.** *Eur Respir J* 2006; 27: 983-991.
- Dellacà RL, Duffy N, Pompilio PP, Alivert A, Kouluoris NG, Pedotti A, Calverley PMA. **Expiratory flow limitation detected by forced oscillation and negative expiratory pressure.** *Eur Respir J* 2007; 29: 363–374.
- Donaldson GC, Seemungal TAR, Bhowmik A, Wedzicha JA. **The relationship between exacerbation frequency and lung function decline in chronic obstructive pulmonary disease.** *Thorax* 2002; 57: 847–852.
- Ducharme FM; Davis GM. **Measurement of respiratory resistance in the emergency department: feasibility in young children with acute asthma.** *Chest* 1997; 111: 1519-1525.
- Ducharme FM; Davis GM. **Respiratory resistance in the emergency department: a reproducible and respiratory measure of asthma severity.** *Chest*, v. 113, p. 1566 – 72, 1998.
- Ducharme FM; Davis GM; Ducharme G. **Pediatric reference values for respiratory resistance measured by forced oscillation.** *Chest* 1998; 113:1322-1328.
- Duiverman E; Clement J; Van de Woestijne K; Neijens H; Van der Bergh A; Kerrebijn K. **Forced oscillation technique. Reference values for resistance and reactance over a frequency spectrum of 2-26 Hz in health children aged 2, 3-12, 5 years.** *Bull Eur Physiopathol Respir* 1985; 21: 171-178.
- Eltayara L, Becklake MR, Volta CA, Milic-Emili J. **Relationship between chronic dyspnea and expiratory flow limitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease.** *Am. J. Respir Crit Care Med* 1996; 154: 1726-1734
- Falk M, Kelstrup M, Andersen JB, Kinoshita T, Falk P, Stovring S, Gothgen I. **Improving the ketchup bottle method with positive expiratory pressure, PEP, in cystic fibrosis.** *Eur J Respir Dis* 1984; 65:423-432.

- Farré R & Navajas D. **Assessment of expiratory flow limitation in chronic obstructive pulmonary disease: a new approach.** Eur Respir J 2004; 23: 187-198.
- Fry DL, Hyatt RE. Pulmonary mechanics: **A unified analysis of the relationship between pressure, volume and gas flow in lungs of normal and diseased human subjects.** Am J Med 1960; 29:672-689.
- Gelb AF, Hoog JC, Müller NL. **Contribution of emphysema and small airways in COPD.** Chest 1996; 109:353-359
- Goldman MD, Carter R, Klein R, Fritz G, Carter B, Pachucki P. **With and between-day variability of respiratory impedance, using impulse oscillometry in adolescent asthmatics.** Pediatr Pulmonol 2002; 34: 312-319.
- Goldman DM. **Clinical application of forced oscillation.** Pulm Pharm Therap 2001; 14: 341-350.
- Global Initiative for chronic obstructive lung disease (GOLD). **Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease.** Update 2007 (Based on an April 1998 NHLBI / WHO Workshop) disponível em <www.goldcopd.com>.
- Grimby G; Takishima T; Graham W; Macklem P; Mead J. **Frequency dependence of flow resistance in patients with obstructive lung disease.** J Clin Invest 1968: 157:574-579.
- Hellinckx J, Cauberghs M, De Bceck K, Dements M. **Evaluation of impulse oscillation system: comparison with forced oscillation technique and body plethysmography.** Eur Respir J 2001; 18: 564-70.
- Hess DR. **The evidence for secretion clearance techniques.** Respir Care 2001; 46: 1276-1292.
- Hyatt RE. **The interrelationship of pressure flow and volume during various respiratory maneuvers in normal and emphysematous patients.** Am Rev Respir Dis 1961; 83: 676-683.

- Hyatt RE, Schilder DO, Fry DL. **Relationship between maximum expiratory flow and degree of lung inflation.** J Appl Physiol 1963; 18: 699-706.
- Jones A, Rowe BH. **Bronchopulmonary hygiene physical therapy in bronchiectasis and chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review.** Heart & Lung 2000; 29: 125-135.
- Kafi S A, Sersté T, Leduc D, Sergysels R, Ninane V. **Expiratory flow limitation during exercise in COPD: detection by manual compression of the abdominal wall.** Eur Respir J 2002; 19: 919-927.
- Kerlem E, Reisman J, Gaston S, Levison H, Bryan A C. **Maximal expiratory flows generated by rapid chest compression following end-inspiratory occlusion or expiratory clamping in young children.** Eur Respir J 1995; 8: 93–98.
- Klaus F R, Suzanne H, Antonio A, Peter J B, Sonia A B, Peter C, Yoshinosuke F, Christine J, Roberto, Chris van Weel, and Jan Z. **Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease.** Am J Respir Crit Care Med 2007; 176: 532–555.
- Klug B; Bisgard H. **Specific airway resistance, interrupter resistance, and respiratory impedance in health children aged 2-7 years.** Pediatr Pulmonol 1998; 25: 322-331.
- Konstan MW, Stern RC, Doershuk CF. **Efficacy of the Flutter device for airway mucus clearance in patients with cystic fibrosis.** J Pediatr 1994; 124:689-693.
- Koulouris NG, Valta P, Lavoie A, Corbeil C, ChasséM, Braidy J, Milic-Emili J. **A simple method to detect expiratory flow limitation during spontaneous breathing.** Eur Respir J 1995; 8: 306–313.
- Landser FJ; Nagels J; Demedts M; Billiet L; Van De Woestijne KP. **A new method to determine frequency characteristics of the respiratory system.** J Appl Physiol, v. 41, p. 101 – 6, 1976.

- Max MW, James FD. **Role of Bronchodilators in Chronic Obstructive Pulmonary Disease.** *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*, 2005; 26: 221-34
- Mead J, Whittenberger JL. **Physical properties of human lungs measured during spontaneous respiration.** *J Appl Physiol* 1953; 27: 340-55.
- Mead J. **Contribution of compliance of airway to frequency dependent behavior of lungs.** *J Appl Physiol* 1969; 26: 670-673.
- Michaelson ED; Grassman ED; Peters WR. **Pulmonary mechanics by spectral analysis of forced random noise.** *J Clin Invest*, v. 56, p. 1210 - 30,1975.
- Milic-Emili J. **Expiratory flow limitation.** *Chest* 2000; 117:219-223.
- Ninane V, Leduc D, Abdel Kafi S, Nasser M, Houa M, Sergysels R. **Detection of expiratory flow limitation by manual compression of the abdominal wall.** *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 163: 1326-1330.
- Oberwaldner B. **Physiotherapy for airway clearance in paediatrics.** *Eur Respir J* 2000; 15:196-204.
- O'Donnell DE, Sani R, Anthonisen NR, Younes M. **Effect of dynamic airway compression on breathing pattern and respiratory sensation in severe chronic obstructive pulmonary disease.** *Am Rev Respir Dis* 1987; 135: 912–918.
- O'Donnell DE and Laveneziana P. **Physiology and consequences of lung hyperinflation in COPD.** *Eur Respir Rev* 2006; 15: 100, 61-67.
- Olafsson S, Hyatt RE. **Ventilatory mechanics expiratory flow limitation during exercise in normal subjects.** *J Clin Invest* 1969; 48: 564-73.
- Otis A; McKerrow C; Bartlett R; Mead J; Mclroy M; Selverstone E; Radford E. **Mechanical factors in distribution of pulmonary ventilation.** *Appl Physiol* 1956; 8: 427-443.

- Pauwels RA, Buist AS, Calverley PM, Jenkins CR, Hurd SS. **GOLD, Global strategy for diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease.** Am J Respir Crit Care Med 2001; 163: 1256-76.
- Pepe PE, Marini JJ. **Occult positive end-expiratory pressure in mechanically ventilated patients with airflow obstruction: the auto-PEEP effect.** Am Rev Respir Dis 1982; 126: 166–170.
- Postiaux G, Lahayne GM, Lens E, Chapelle P. **Le drainage postural en question.** Kinesither Sci 1985; 238: 13-45.
- Postiaux G, Lens E, Alsteewns G. **L'expiration lente totale glotte ouverte em decubitus lateral (ELTGOL): nouvelle monuvre pour la toilette bronchique objectivee par videobronchographie.** Ann Kinesither 1987; 14: 341-350.
- Postiaux G, Lens E, Alsteewns G, Portelange P. **Efficacite de l'expiration lente totale glotte ouverte em decubitus lateral (ELTGOL) sur la toilette em peripherie del'arbre tracheobronchique.** Ann Kinesither 1990; 17: 87-99.
- Smith HJ, Reinhold P, Goldman MD. **Forced oscillation technique and impulse oscillometry.** Eur Resp Mon 2005; 31: 72-105.
- Swift GL, Rainer T, Saran R, Campbell IA, Prescott RJ. **Use of VRP1 in the management of patients with steroid-dependent asthma.** Respiration 1994; 61: 126-129.
- Talamo C, de Oca MM, Halbert R, Perez-Padilla R, Jardim JR, Muino A, Lopez MV, Valdivia G, Pertuze J, Moreno D. **Diagnostic labeling of COPD in five Latin American cities.** Chest 2007; 131:60–67.
- Thomas J, Cook DJ, Brooks D. **Chest physical therapy management of patients with cystic fibrosis. A meta-analysis.** Am J Respir Crit Care Med 1995; 151: 846-850.
- Van Der Schans CP, Postma DS, Koëter GH, Rubin BK. **Physiotherapy and bronchial mucus transport.** Eur Respir J 1999; 13:1477-1486.

- Van Der Schans CP. **Forced expiratory manoeuvres to increase transport of bronchial mucus: a mechanistic approach.** *Monaldi Arch Chest Dis* 1997; 52: 367-70.
- Vand Noord JA, Van de Woestijne KP, Demeds M. **Clinical application and modeling of forced oscillation of the respiratory system.** *Eur Respir J* 1991; 4:247-248.
- Walker R, Paratz J, Holland E. **Reproducibility of the Negative Expiratory Pressure Technique in COPD.** *Chest* 2007; 132:471-486.
- Wallis C, Prasad A. **Who needs chest physiotherapy? Moving from anecdote to evidence.** *Arch Dis Child* 1999; 80:393-397.
- Wedzicha J A, Donaldson G C. **Exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease.** *Respir Care* 2003; 48: 1204-1213.
- William MacNee. **Update in Chronic Obstructive Pulmonary Disease 2007.** *Am J Respir Crit Care Med* 2008;177: 820–829.

ANEXO A - Técnicas fisioterapêuticas utilizadas para desobstrução brônquica

Técnica de Expiração Forçada (TEF): também conhecida como *huff*, consiste de 1 ou 2 expirações partindo de volumes pulmonares baixos, com a glote aberta, seguido de respiração diafragmática relaxada (Partridge & cols, 1989).

Ciclo Ativo da Respiração: consiste na alternância entre ciclos de respiração diafragmática e técnicas de expansão torácica, como inspirações profundas e TEF, podendo a FT tradicional ser incluída (Hess, 2001).

Drenagem Autogênica (DA): é padronizada em 3 seqüências de padrões respiratórios. Inicia-se com ciclos respiratórios a volumes pulmonares baixos, seguido de ciclos com volumes médios e terminando com ciclos respiratórios próximos à capacidade pulmonar total, finalizando com tosse ou TEF (Shoni, 1989).

Pressão Expiratória Positiva (PEP): Nesta técnica o paciente exala através de um resistor de orifício ou de limiar, mantendo a pressão intrapulmonar positiva durante a expiração (Falk & cols., 1984).

Vibração Torácica de Alta Freqüência: Utiliza-se um colete inflável acoplado a um gerador de pulsos de ar com freqüência média, em torno de 5-25 Hz, produzindo pressão em torno de 50 cmH₂O (Hess, 2001).

Ventilação Percussiva Intrapulmonar: Esta técnica utiliza-se de pressões oscilatórias produzidas por um gerador, que aplica oscilações na faixa de 100-300/min e pressões de 5-35 cmH₂O na abertura das vias aéreas (Hess, 2001).

Flutter[®]: consiste em um aparelho semelhante a um cachimbo, formado por 4 partes: um bocal, um cone no qual repousa uma bola metálica, e, por fim, uma tampa contendo perfurações. Seu princípio funcional está baseado na produção de fluxo expiratório oscilante causado pela flutuação da esfera dentro do instrumento somado à PEP produzida pela tampa perfurada (Swift & cols, 1994).

ANEXO B – Resultados do Estudo Piloto

Tabela 4 - Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz em decúbito lateral e durante a manobra de ELTGOL em indivíduos saudáveis no estudo piloto

INDIVÍDUOS	DL	ELTGOL
	$\Delta X5$ (kPa/L/s)	$\Delta X5$ (kPa/L/s)
TE	0,050	0,057
HM	0,005	0,200
MS	0,047	0,057
AA	-0,027	0,083
JR	0,003	0,055
AC	-0,002	0,087
MR	0,027	0,028
Média	0,015	0,081
EPM	0,011	0,021

ELTGOL = *L'expiration Lente Totale Glotte Ouverte en decubitus Lateral*; DL = decúbito lateral direito; $\Delta X5$ = diferença entre a reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz ($X5_{insp} - X5_{exp}$); EPM = erro padrão da média.

Tabela 5 – Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz em decúbito lateral e durante a manobra de ELTGOL em pacientes com DPOC GOLD II no estudo piloto.

PACIENTES	DL	ELTGOL
	$\Delta X5$ (kPa/L/s)	$\Delta X5$ (kPa/L/s)
AD	0,210	2,490
AS	0,010	0,380
EC	0,013	1,637
ME	0,050	1,610
Média	0,070	1,529
EPM	0,047	0,434

ELTGOL = *L'expiration Lente Totale Glotte Ouverte en decubitus Lateral*; DL = decúbito lateral direito; $\Delta X5$ = diferença entre a reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz ($X5_{insp} - X5_{exp}$); EPM = erro padrão da média.

ANEXO C – Tabelas com os resultados individuais dos sujeitos do estudo

Tabela 6 – Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz na posição sentado, em decúbito lateral e durante a manobra de ELTGOL em Indivíduos saudáveis.

INDIVÍDUOS	SENTADO	DL	ELTGOL
	$\Delta X5$ (kPa/L/s)	$\Delta X5$ (kPa/L/s)	$\Delta X5$ (kPa/L/s)
TE	0,033	0,050	0,037
HM	0,083	0,005	0,200
MS	-0,001	0,047	0,057
AA	-0,050	-0,027	0,083
JR	-0,005	0,003	0,055
AC	-0,023	-0,002	0,087
MR	0,033	0,027	0,028
TA	0,030	0,037	0,093
AJ	0,050	0,080	0,057
EB	0,073	0,017	0,050
Média	0,022	0,026	0,074
EPM	0,013	0,008	0,015

ELTGOL = *L'expiration Lente Totale Glotte Ouverte en decubitus Lateral*; DL = decúbito lateral direito; $\Delta X5$ = diferença entre a reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz ($X5_{insp} - X5_{exp}$); EPM = erro padrão da média.

Tabela 7 - Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz na posição sentado, em decúbito lateral e durante a manobra de ELTGOL em pacientes com DPOC GOLD II.

PACIENTES	SENTADO	DL	ELTGOL
	$\Delta X5$ (kPa/L/s)	$\Delta X5$ (kPa/L/s)	$\Delta X5$ (kPa/L/s)
AD	0,110	0,210	2,490
SA	0,020	0,010	0,380
EC	0,001	0,013	1,637
ME	0,020	0,050	1,610
JB	0,002	0,013	0,947
CA	0,063	0,027	1,053
JG	-0,023	0,030	0,037
MV	0,030	-0,008	0,673
CP	0,000	0,067	2,34
RM	0,013	0,002	0,667
Média	0,024	0,035	1,183
EPM	0,012	0,020	0,258

ELTGOL = *L'expiration Lente Totale Glotte Ouverte en decubitus Lateral*; DL = decúbito lateral direito; $\Delta X5$ = diferença entre a reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz ($X5_{insp} - X5_{exp}$); EPM = erro padrão da média.

Tabela 8 - Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz na posição sentado, em decúbito lateral e durante a manobra de ELTGOL em pacientes com DPOC GOLD III.

PACIENTES	SENTADO	DL	ELTGOL
	$\Delta X5$ (kPa/L/s)	$\Delta X5$ (kPa/L/s)	$\Delta X5$ (kPa/L/s)
DS	0,097	0,183	2,277
AO	0,290	0,526	1,577
VC	0,230	0,080	1,327
JP	0,001	0,013	1,900
VG	0,017	0,073	1,857
ZA	0,197	0,210	1,767
OS	0,190	0,217	1,650
CA	0,113	0,190	0,983
DV	0,123	0,163	1,873
NN	0,029	0,093	1,083
Média	0,129	0,175	1,629
EPM	0,030	0,044	0,126

ELTGOL = *L'expiration Lente Totale Glotte Ouverte en decubitus Lateral*; DL = decúbito lateral direito; $\Delta X5$ = diferença entre a reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz ($X5_{insp} - X5_{exp}$); EPM = erro padrão da média.

Tabela 9 - Diferença entre reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz na posição sentado, em decúbito lateral e durante a manobra de ELTGOL em pacientes com DPOC GOLD IV.

PACIENTES	SENTADO	DL	ELTGOL
	$\Delta X5$ (kPa/L/s)	$\Delta X5$ (kPa/L/s)	$\Delta X5$ (kPa/L/s)
SF	0,318	0,630	1,507
RF	0,123	0,857	3,230
HM	0,217	0,297	1,833
EA	0,293	0,747	5,043
NF	0,207	0,377	3,200
BC	0,087	0,137	2,290
GA	0,113	0,149	1,363
JL	0,107	0,165	2,337
WJ	0,133	0,183	2,383
MB	0,297	0,810	1,836
Média	0,189	0,435	2,502
EPM	0,028	0,093	0,345

ELTGOL = *L'expiration Lente Totale Glotte Ouverte en decubitus Lateral*; DL = decúbito lateral direito; $\Delta X5$ = diferença entre a reatância inspiratória e expiratória em 5 Hz ($X5_{insp} - X5_{exp}$); EPM = erro padrão da média.

ANEXO D

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PESQUISA
(Resolução nº 196, de 10 de outubro de 1996. Conselho Nacional de Saúde)

Título da Dissertação

Limitação de fluxo expiratório durante ELTGOL em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica.

Proposta e Situação-Problema

Os professores Fernando Silva Guimarães e Walter Araújo Zin (Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho – IBCCF) e o aluno de Mestrado em Ciências - José Renato Crepaldi Alves, estão realizando uma pesquisa sobre os efeitos mecânicos de uma técnica de fisioterapia respiratória chamada *ELTGOL*, em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) e em indivíduos saudáveis.

O *ELTGOL* é uma técnica desenvolvida na França e consiste no indivíduo expirar de forma lenta partindo de uma inspiração normal até esvaziar completamente os pulmões, estando o mesmo deitado de lado.

Nos pacientes com DPOC a remoção das secreções produzidas no pulmão é mais difícil, pois resulta um acúmulo de secreção, obstrução e maior risco para infecções e complicações respiratórias. O *ELTGOL* é realizado

nestes casos, contudo, os efeitos desta técnica no sistema respiratório e na oxigenação do sangue arterial precisam ser mais bem estudados.

Serão selecionados pacientes com diagnóstico comprovado de Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica e indivíduos saudáveis, de acordo com os critérios abaixo:

Pacientes com DPOC: Pacientes saudáveis, tabagistas com prova de função respiratória (PFR) normal e com diagnóstico clínico de DPOC, classificados de assintomático a grave segundo classificação GOLD (2004), estando em tratamento regular no Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF).

Indivíduos saudáveis: Prova de função respiratória com padrões de normalidade, ausência de história de comprometimento ou doença pulmonar.

Os critérios para exclusão dos pacientes com DPOC são: dor torácica aguda ou história recente de fratura de costelas (1 ano decorrente), doença cardiovascular descompensada, história de Infecção respiratória nas últimas 4 semanas precedentes ao estudo, diagnóstico confirmado de asma, incapacidade ou desconforto à execução do ELTGOL. Nos indivíduos saudáveis, a exclusão será feita caso os indivíduos possuam doenças cardíacas, sistêmicas com possível envolvimento respiratório, HIV positivo, história de tabagismo ou incapacidade ou desconforto à execução do ELTGOL.

Procedimentos

Se eu concordar em participar deste estudo, realizarei 1 visita ao Laboratório de Fisiologia da Respiração, colaborando com as seguintes etapas:

1 - Serei submetido a um estudo não invasivo das características do sistema respiratório pela técnica de oscilações forçadas (FOT), ao qual terei que respirar espontaneamente através de um bocal, deitado de lado, estando as narinas ocluídas por um prendedor nasal. A oxigenação do sangue arterial será verificada, também de forma não invasiva, através de um clipe no dedo (oximetria de pulso).

2 – Em um dado momento, quando solicitado durante o exame, soltarei o ar lentamente até esvaziar completamente meus pulmões (ELTGOL), ainda respirando pelo bocal.

Local do estudo

Este trabalho será realizado no Laboratório de Fisiologia da Respiração do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho (IBCCF), localizado no Serviço de Métodos Especiais (SME) do Instituto de Doenças do Tórax (IDT), que se encontra no Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Riscos e desconfortos

Não existem riscos conhecidos para a realização dos métodos de avaliação, ou para a realização do ELTGOL.

Tratamento e Compensação por Danos

Se eu tiver algum problema de saúde em decorrência deste estudo, o tratamento será fornecido pela instituição participante. O custo deste tratamento será inteiramente proporcionado pelo Hospital Universitário Clementino Fraga Filho.

Custos para os Participantes

Eu não pagarei nenhuma quantia em dinheiro para participação neste estudo ou para os tratamentos que porventura eu necessite.

Confidencialidade dos Dados

A participação em projetos de pesquisa pode resultar em perda de privacidade, entretanto, procedimentos cuidadosos serão tomados pelos responsáveis por este estudo, no intuito de proteger a confiabilidade das informações e resultados. Os dados poderão ser utilizados pelos responsáveis por este estudo, mas nenhuma identificação será fornecida. Os resultados da pesquisa serão publicados no meio científico através de artigo, mantendo em sigilo os dados pessoais dos participantes.

Consentimento

Nos termos explicitados neste documento, eu consinto em participar desta pesquisa, fornecendo meu telefone, endereço e e-mail. Caso eu resolva não mais participar, posso fazê-lo a qualquer momento, bastando, para isso, um comunicado por escrito para os responsáveis pela pesquisa.

Para o esclarecimento de dúvidas e demais informações, entrar em contato com José Renato Crepaldi Alves, pelo telefone 21 33965582 ou 21 81416891 ou 21 7892-6872.

Nome do Voluntário ou Responsável
Legal

Assinatura do Voluntário ou
Responsável Legal

Nome do Entrevistador

Assinatura do Entrevistador

ANEXO E

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)