

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO**

**RELAÇÃO ENTRE RESISTÊNCIA DOS MÚSCULOS  
VENTILATÓRIOS E RESISTÊNCIA GERAL EM INDIVÍDUOS COM  
DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA.**

**Por:**

**Sandro Groisman**

**Orientadora:**

**Profa. Dra. Flávia Meyer**

**PORTO ALEGRE / RS  
SET / 2000**

**RELAÇÃO ENTRE RESISTÊNCIA DOS MÚSCULOS  
VENTILATÓRIOS E RESISTÊNCIA GERAL EM INDIVÍDUOS COM  
DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA.**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado, em Ciências do Movimento Humano, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

**Orientadora:** Profa. Dra. Flávia Meyer

**FICHA CATALOGRÁFICA**

G874r Groisman, Sandro.

Relação entre resistência dos músculos ventilatórios e resistência geral em indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica. / Sandro Groisman - Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

53 f., il., tab.

Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Curso de Mestrado em Ciências do Movimento Humano.

1.DPOC 2.Doença pulmonar: atividade física  
3.Perturbações da respiração: Limitação ao exercício  
4.Endurance dos músculos ventilatórios  
I. Título. II. Flávia Meyer, orientadora.

CDU : 616.24 - 008.4

Ficha catalográfica elaborada por Ivone Jod CRB-10/624

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a quem acreditou em mim, propiciando a realização deste trabalho, a minha orientadora Dra. Flávia Meyer, por todos os ensinamentos, pela experiência e efetiva participação.

Aos meus pais Regina Porto e Alberto Groisman, onde tudo começou.

A todos professores e mestres que participaram na minha formação, principalmente a Dra. Simone Dal'Corso com que aprendi a base e me ensinou os primeiros passos.

A todos que colaboraram com idéias e ou auxiliaram na realização deste estudo, principalmente, Cristiane Trevisan, Marcelo Rider, Milene Carvalho, Cláudia Seben.

Ao meu co-orientador e amigo Pedro Dall'Ago pelo incansável interesse, participação, incentivo, sugestões e ensinamentos, sem os quais seria impossível a realização deste trabalho.

A minha esposa Carolina Berberian por todo amor e carinho.

<b>SUMÁRIO</b>
----------------

<b>FICHA CATALOGRÁFICA .....</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>IV</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>VII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>VIII</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
2.1 DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA .....	4
2.2 LIMITAÇÃO AO EXERCÍCIO EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA .....	8
2.3 TESTE DE RESISTÊNCIA DOS MÚSCULOS VENTILATÓRIOS .....	13
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>21</b>
3.1 DELINEAMENTO .....	21
3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA .....	21
3.3 PROCEDIMENTOS .....	22
3.3.1 <i>Avaliação geral</i> .....	22
3.3.2 <i>Avaliação da resistência e força dos músculos ventilatórios</i> .....	23
3.3.2.1 Teste de resistência ventilatória .....	23
3.3.2.2 Teste de P <sub>Imáx</sub> .....	24
3.3.3 <i>Avaliação da resistência geral</i> .....	25
3.3.3.1 Teste de caminhada de 6 minutos .....	25
3.3.4 <i>Análise estatística</i> .....	26
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
4.1 AMOSTRA.....	27
4.2 CARACTERÍSTICAS VENTILATÓRIAS DOS INDIVÍDUOS .....	28
4.3 TESTE DE RESISTÊNCIA GERAL E VENTILATÓRIA .....	29
<b>5. DISCUSSÃO .....</b>	<b>36</b>
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>43</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>44</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>50</b>
8.1 ANEXO A - AUTORIZAÇÃO PARA PARTICIPAÇÃO NO PROJETO .....	50
8.2 ANEXO B - FICHA DE AVALIAÇÃO INICIAL .....	52
8.3 ANEXO C - FICHA DE CONTROLE DO TESTE DE RESISTÊNCIA .....	53
8.4 ANEXO D - TESTE DE CAMINHADA DE 6 MINUTOS .....	53

## SUMÁRIO DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> - Características Físicas dos Indivíduos da Amostra .....	28
<b>Tabela 2:</b> - Características Ventilatórias dos Indivíduos .....	29
<b>Tabela 3:</b> - Testes de Resistência Ventilatória e Caminhada de 6 min.....	30
<b>Tabela 4:</b> - Correlações entre as variáveis VEF <sub>1</sub> , Resistência Ventilatória em Tempo e Carga. ....	32

## SUMÁRIO DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Correlação entre VEF <sub>1</sub> e Resistência Geral.....	31
<b>Gráfico 2:</b> Correlação entre VEF <sub>1</sub> e PImáx .....	32
<b>Gráfico 3:</b> Correlação entre VEF <sub>1</sub> e Resistência Ventilatória .....	33
<b>Gráfico 4:</b> Correlação entre PImáx e Resistência Ventilatória.....	34
<b>Gráfico 5:</b> Correlação entre a Resistência Ventilatória e Geral .....	35

## SUMÁRIO DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Fatores responsáveis pelo não condicionamento muscular em indivíduos com DPOC (Nery, 1990).....	12
<b>Figura 2:</b> Aparelho proposto por Martim 1987. ....	24

**RESUMO**

O desempenho do sistema músculo esquelético pode ser afetado por muitos fatores durante o exercício. Em indivíduos saudáveis, o sistema muscular é o principal fator limitante da atividade aeróbia. O desempenho físico durante o exercício em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) pode estar limitado por fatores como fraqueza dos músculos ventilatórios, alteração da mecânica da caixa torácica e também pelo metabolismo anaeróbio. O objetivo do estudo foi avaliar se existe correlação entre a resistência muscular ventilatória com a capacidade ao exercício em indivíduos com DPOC.

Para determinar a capacidade de resistir trabalho da musculatura ventilatória, realizamos o teste incremental destes músculos proposto por Martyn e col. A capacidade ao exercício foi determinada pelo teste da caminhada de seis minutos. Foram avaliados onze indivíduos com diagnóstico clínico de DPOC ( $VEF_1$  1.01 $\pm$ 0.52 L / idade 67 $\pm$ 12anos). A distância percorrida no teste de caminhada em metros se correlacionou positivamente com resistência ventilatória, expressa em peso ( $r=0.72$ ) e com  $VEF_1$  ( $r=0.75$ ).

Com base nestes resultados conclui-se que a capacidade ao exercício em indivíduos com DPOC correlaciona-se com resistência da musculatura ventilatória.

Palavras Chaves - músculos ventilatórios, teste incremental dos músculos ventilatórios, exercício em DPOC.

**ABSTRACT**

The performance of the musculoskeletal system can be affected by many factors during the exercise. In health individuals the muscle system is the main limiting factor of the aerobic activity. The physical performance during the exercise in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) can be limited by many factors such as, the weakness of the ventilatory muscles, mechanic alterations of the thoracic cage and by the anaerobic metabolism. The objective of this research was to assess whether there is a relation between the resistance of the ventilatory muscles and the exercise capacity in individuals with COPD.

To determine the ventilatory muscle capacity to resist work, we did the incremental test for the proposed muscles by Martin and col.: The exercise capacity was determined by 6 (six) minutes walking test. Eleven individuals with a clinic diagnosed of COPD (VEF 1.01 +/- 0.52/ age 67 +/- 12 years) were assessed. The distance covered (in meters) on the walking test was positively related to the ventilatory resistance, shown in weight ( $R = 0,72$ ) and the VEF1 ( $R = 0.75$ ).

Based on these results we concluded that the exercise capacity in individuals with COPD is related to the ventilatory muscle resistance.

Key words - ventilatory muscles, incremental test of the ventilatory muscles, exercise in COPD



## 1. INTRODUÇÃO

Os músculos ventilatórios, assim como os músculos esqueléticos, podem fadigar, limitando o desempenho ao exercício aeróbio e as atividades de vida diária. Se esta situação não for revertida poderá ocorrer falência respiratória.

A diminuição da força dos músculos ventilatórios pode ser consequência ao envelhecimento dos indivíduos ou na presença de situações como doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), necessidade de ventilação mecânica prolongada (atrofia por desuso) ou doenças como fibrose cística e quadriplegia (Fann e col. 1984).

Resistência muscular é a capacidade de um músculo resistir à fadiga. Ela pode ser tanto específica de um grupo de músculos como geral, incluindo grandes grupos musculares. Os músculos ventilatórios são predominantemente músculos de resistência, compostos por aproximadamente 75% de fibras do tipo I (oxidativas) e IIa (intermediárias), e 25% de fibras de força, tipo IIb (glicolíticas), (Scott 1994). A quantificação da resistência dos músculos ventilatórios é de grande utilidade para avaliar o estado de condicionamento da musculatura ventilatória podendo essa medida servir como referência e orientar a carga a ser utilizada durante treinamento dos músculos ventilatórios. É possível avaliar subjetivamente se o indivíduo está em fadiga muscular ventilatória por meio dos sintomas clínicos ou testando objetivamente a força muscular ventilatória; contudo, este teste avalia mais a força com pouca especificidade para avaliar a resistência da musculatura ventilatória.

Embora tenha aumentado o interesse em se estudar fraqueza muscular ventilatória e possíveis formas de tratamento, a maioria dos estudos (Celli e col. 1989; Faulkner e col, 1983) confundem resistência com força muscular.

Nickerson e Keens (1982) propuseram um teste incremental para quantificar a resistência da musculatura ventilatória. Nesse teste, o indivíduo respira em um circuito fechado contra a maior carga inspiratória tolerada durante 10 min., caracterizando, assim, pressão inspiratória sustentada (SIP). Neste trabalho foi verificado o consumo de oxigênio durante o teste de resistência ventilatória em dois indivíduos, que aumentou conforme era adicionada carga.

Martyn e Moreno (1987), usando um aparelho similar ao de Nickerson e Keens, introduziram um método de avaliação de pressão inspiratória sustentada máxima (SIPmáx). Neste teste, realizado por meio de um protocolo incremental de exercício, os sujeitos respiravam com aumentos progressivos de carga inspiratória de 50 a 100g a cada 2 min.

Fiz e col.(1998) descreveram os valores de resistência ventilatória para indivíduos normais. Eles definiram a resistência como o tempo que os indivíduos sustentavam uma carga respiratória obtida no teste incremental de 2min de Nickerson e Keens (1982), verificaram que a resistência apresentou uma correlação positiva com idade e pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>), sendo similar para homens e mulheres.

Testes de resistência geral em esteira e cicloergômetro, amplamente descritos na literatura, são de utilidade para se avaliar a capacidade ao

exercício (resistência), e para prescrição de exercícios em indivíduos normais e com DPOC.

Muitos fatores podem afetar o desempenho dos indivíduos ao exercício na saúde e na doença. Em indivíduos saudáveis ao nível do mar, o sistema cardiovascular é o principal fator limitante durante exercícios aeróbios. No entanto, o desempenho ao exercício em pacientes com DPOC, poderá ser limitado principalmente por alterações da mecânica da caixa torácica e fadiga dos músculos ventilatórios (Jacob e col. 1984). Poucos estudos comparam a resistência da musculatura ventilatória com a capacidade ao exercício (Sassoon e Lodia 1990).

Os pacientes com DPOC geralmente necessitam de uma pressão maior dos músculos ventilatórios comparados aos indivíduos normais para realizar a mesma atividade. Esse estresse aumentado poderia contribuir para a fadiga dos músculos ventilatórios e para a limitação ao exercício. Em razão disso, torna-se importante correlacionar resistência da musculatura ventilatória com resistência ao exercício.

O principal objetivo desse estudo foi verificar, em indivíduos com DPOC, a relação da resistência dos músculos ventilatórios por meio de um protocolo incremental proposto por Martin e Moreno (1987) com a resistência geral do Teste de caminhada de 6 min.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica, segundo o I Consenso Brasileiro de DPOC (2000), é uma entidade clínica caracterizada pela presença de limitação crônica ao fluxo aéreo com progressão lenta e irreversível.

A origem destas alterações é a combinação de bronquite brônquica e enfisema pulmonar, sendo que a predominância entre um e outro é extremamente difícil de quantificar.

A bronquite crônica é caracterizada clinicamente pela presença de tosse mais expectoração na maioria dos dias durante três meses seguidos, por ano, por pelo menos dois anos consecutivos. Deve-se afastar outras causas de tosse como tuberculose e bronquiectasias. A bronquite resulta de exposição da via aérea a irritantes brônquicos em indivíduos sem hiper reatividade das vias aéreas. A obstrução brônquica ocorre principalmente por espessamento da parede do brônquio por aumento, hipertrofia e hiperplasia, das glândulas mucíparas que se localizam na mucosa brônquica. Esse espessamento diminui o calibre e a luz da via aérea junto com o acúmulo de secreção ocasionando a obstrução ao fluxo de ar.

O enfisema pulmonar, uma conseqüência a estímulos nocivos, é caracterizado por aumento anormal e permanente dos espaços aéreos distais aos bronquíolos terminais, acompanhado de destruição de suas paredes. As alterações do enfisema causam redução do recolhimento elástico pulmonar,

ocasionando o colapso excessivo das vias aéreas na expiração e, conseqüentemente, a obstrução irreversível ao fluxo de ar.

A existência de obstrução ao fluxo aéreo é definida pela presença da relação  $VEF_1/CVF$  abaixo do limite inferior da normalidade (abaixo de 90% do valor previsto ou abaixo de 75% do percentual absoluto), enquanto a intensidade da mesma é definida pelo valor percentual do  $VEF_1$  pós broncodilatação de 60% a 80% é considerada leve de 40% a 60% moderado e abaixo de 40% grave.

Como fator de risco da DPOC, o tabagismo tem uma contribuição de 80 a 90% entre as causas determináveis de bronquite crônica e enfisema pulmonar. O cigarro está relacionado com a inflamação crônica das vias aéreas com conseqüente aumento do número de células inflamatórias e enzimas oxidativas, ocorrendo um aumento na degradação do tecido elástico pulmonar.

A dispnéia é a manifestação clínica mais comum, mas em alguns pacientes outros sintomas como a tosse, sibilos, infecções respiratórias recorrentes ou fraqueza e perda de peso, são freqüentemente encontrados. Os sintomas iniciais aparecem nas primeiras infecções respiratórias. A dispnéia ocorre inicialmente aos grandes esforços e com a evolução da doença aparece durante pequenos esforços e nas atividades de vida diária e até em repouso, sendo o principal fator para a limitação da função.

A espirometria é o principal teste para avaliar a função pulmonar em indivíduos com DPOC, estabelecendo o diagnóstico precoce e quantificando a sua gravidade. O volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ) e a capacidade vital forçada (CVF) são os principais índices

que quantificam obstrução da via aérea. O declínio no  $VEF_1$  está diretamente relacionado com a sobrevida destes doentes (Pride e Burrows 1995).

O desenvolvimento da DPOC é usualmente insidioso e lento, podendo demorar algumas décadas antes que os principais sintomas apareçam. Sintomas secundários caracterizam-se por diminuição de força e resistência muscular levando o indivíduo a uma incapacidade funcional definida como a inabilidade do indivíduo para realizar tarefas que antes eram facilmente realizadas. Na prática, isto pode resultar em diminuição da capacidade ao exercício.

Com a progressão da doença, ocorre a hiperinsuflação pulmonar, com rebaixamento do diafragma, alterações da caixa torácica e encurtamento dos músculos da ventilação.

A sobrevida do indivíduo com DPOC é variável, e depende do grau de comprometimento do  $VEF_1$ . Geralmente quando o  $VEF_1$  é maior que 1,2 litros os pacientes apresentam uma sobrevida de aproximadamente 10 anos; quando é menor que 1 litro, a sobrevida é de aproximadamente 5 anos, e quando é menor que 700 ml, é cerca de 2 anos. O prognóstico piora quando ocorrem infecções de repetição e doenças cardíacas associadas (Silva, LC e col. 1991).

Os objetivos terapêuticos nos indivíduos com DPOC são: (1) aliviar a porção reversível da obstrução da via aérea; (2) controlar a produção de escarro; (3) evitar infecções respiratórias; (4) aumentar a tolerância ao exercício para o máximo permitido; (5) controlar complicações da doença, (6) aliviar a ansiedade e (7) evitar o fumo (Silva, LC e col. 1991).

Os resultados com os tratamentos propostos freqüentemente não alteram o curso da doença. Um estudo de Celli e col. (1995) mostra que a

reabilitação pulmonar é capaz de alcançar um aumento na capacidade funcional e melhora na qualidade de vida. Reabilitação pulmonar é um programa interdisciplinar dirigido a pessoas com doença pulmonar e seus familiares, com o objetivo de alcançar e manter a máxima independência dos indivíduos. Os principais componentes de um programa de reabilitação pulmonar incluem: treinamento aeróbio em esteira ou bicicleta, educação para a doença e suporte psicossocial.

## **2.2 Limitação ao exercício em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica**

O conhecimento dos fatores clínicos e fisiológicos que limitam a atividade física em indivíduos com DPOC é importante para um melhor manejo terapêutico.

Em indivíduos saudáveis a limitação ao exercício é frequentemente causada por fatores musculares. Em indivíduos portadores de doenças, a redução do consumo máximo de oxigênio ( $VO_2\text{max}$ ) ocorre devido a três principais categorias: primeiro, a limitação cardiovascular, incluindo o coração, circulação pulmonar ou sistêmica e anemia. Segundo, a limitação respiratória que inclui fatores de mecânica ventilatória e trocas de gases. Terceiro, os fatores periféricos se refere ao condicionamento muscular ou à utilização de oxigênio para a contração muscular (Gallagher e col. 1994).

Indivíduos com DPOC possuem redução de seu  $VO_2\text{max}$ , sendo que vários fatores podem limitar a tolerância ao exercício. A diminuição da função ventilatória, o que caracteriza a dispnéia e a hipoxemia é provavelmente uma significativa causa para essa limitação em alguns pacientes. Outros fatores como disfunção muscular dos membros inferiores, disfunção cardíaca, e características psicológicas também representam uma limitação ao exercício em pessoas com doença pulmonar. A habilidade de prever a capacidade máxima ao exercício em indivíduos com DPOC é variável e controversa.

Existem vários estudos que relatam a diminuição da capacidade ao exercício em pessoas com DPOC correlacionando com função pulmonar. Entre estes, Pineda e Axen (1984) descreveram que a resposta ao exercício em indivíduos saudáveis é geralmente limitada por fatores cardiovasculares, o



que difere dos indivíduos com DPOC, em que pode ser limitada por fatores ventilatórios. Neste estudo, os autores encontraram uma forte correlação ( $r = 0,74$ ) entre  $VO_2$ max e trabalho externo total (calculado por um teste de exercício em esteira), com os índices de  $VEF_1$  e CVF em repouso.

Oca e col. (1996) relatam que a explicação mais aceita para a limitação ao exercício em doentes pulmonares é a diminuição da capacidade ventilatória, eles examinaram em 25 indivíduos com DPOC a correlação entre testes de função pulmonar, como  $VEF_1$  e CVF com um teste incremental de exercício avaliando as respostas metabólicas e pico de  $VO_2$ , dispnéia, e saturação de oxigênio. Foi encontrada uma forte correlação entre a  $SaO_2$  e resistência ( $r = 0,74$ ), também com pressão transdiafragmática ( $r = 0,68$ ).

Em outro estudo, Mahler e Harver (1988) encontraram que o  $VO_2$  máximo nos indivíduos com DPOC se correlacionava fortemente com as seguintes variáveis: índice de dispnéia em repouso (ID) ( $r = 0,50$ ), medidas de função pulmonar,  $VEF_1$  ( $r = 0,76$ ), CVF ( $r = 0,71$ ),  $PI_{máx}$  ( $r = 0,67$ ), e idade ( $r = 0,63$ ). Fazendo uma análise de regressão múltipla entre as variáveis preditoras encontraram a seguinte equação,  $VO_2 = 5,5(VEF_1) - 0,3(idade) + 0,8(ID) + 19,3$  correlacionando fortemente com pico de  $VO_2$  ( $r = 0,79$ ).

Uma correlação significativa entre capacidade ao exercício e função pulmonar em várias doenças pulmonares como silicose, pneumoconiose, asma, alergias extrínsecas e outras doenças respiratórias ocupacionais também foram mostradas no estudo de Cotes e col. (1988). Contudo estes autores referem que a acurácia de predizer capacidade ao exercício é pequena quando se utiliza um único índice de função pulmonar, e essa acurácia aumenta significativamente com a combinação de um ou mais índices como CVF,  $VEF_1$  e  $VEF_1/CVF$ .

Outros trabalhos como os de Lo Russo (1993) e Jones e col. (1981) relatam que os níveis de obstrução da via aérea como  $VEF_1/CVF$ ,  $VEF_1$  e ventilação voluntária máxima (VVM), mostraram-se bons preditores para avaliar capacidade ao exercício em pessoas com DPOC.

Outros autores não valorizam a utilização de parâmetros ventilatórios em repouso para a avaliação e predição da capacidade máxima ao exercício. Carlson e col. (1991) demonstraram que a tolerância ao exercício em DPOC era dificilmente prevista pela avaliação da função pulmonar em repouso. Estes autores acrescentaram à avaliação pulmonar dados de trocas gasosas e fatores psicossociais. Foi verificado que os melhores índices para a predição do  $VO_2max$  eram os de troca gasosa como difusão associada ao fluxo expiratório. Nenhuma das variáveis psicossociais associadas mostraram significância ou acurácia para predizer capacidade ao exercício.

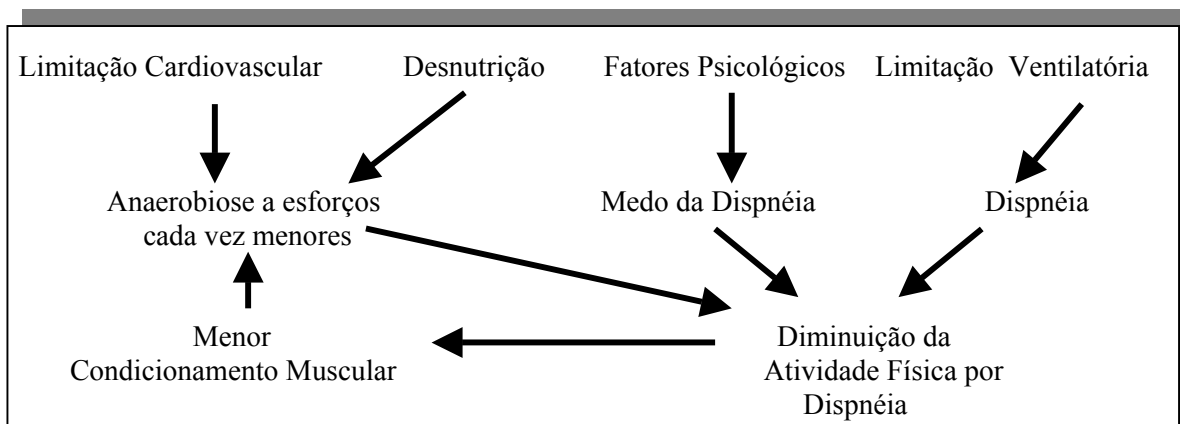
Dillard e col. (1987) criticaram a utilização do  $VEF_1$  como único preditor da capacidade máxima ao exercício. Estes autores sugerem que deve-se considerar outros fatores como, idade, frequência cardíaca máxima e condicionamento aeróbio do indivíduo. Assim, a avaliação de parâmetros ventilatórios em repouso teria uma implicação secundária com a capacidade máxima ao exercício. Estes mesmos autores (1989) pesquisaram outros parâmetros, que não a função ventilatória em repouso. Verificaram que a força dos músculos ventilatórios medida através da pressão inspiratória máxima ao nível da boca pode ser uma importante determinante na tolerância ao exercício em pacientes com DPOC. Avaliaram a força muscular inspiratória e o  $VO_2max$  medido por um teste em cicloergômetro com incrementos de carga a cada minuto, em 18 indivíduos com DPOC.

Encontraram uma forte correlação ( $r = 0,81$ ) entre estas duas variáveis. Outras variáveis como  $VEF_1$  ( $r = 0,763$ ), CVF ( $r = 0,663$ ), e idade inversamente ( $r = -0,809$ ) também se correlacionaram com  $VO_2$ máx.

Gallagher e col. (1990) revisaram alguns estudos que relatam a utilização de medidas de VVM como um índice de resistência ventilatória. Nestes estudos a VVM era correlacionada positivamente com capacidade ao exercício. A maior dificuldade está na metodologia que se utiliza para o teste de VVM que pode ser realizado em 12 ou 15 segundos e até em 4 minutos sendo que o valor que mais se aproxima do volume minuto máximo é quando realizada em 4 min.

Nery e col. (1990) descreveram que quando a intensidade do exercício está aumentada, há formação de lactato. O ácido carbônico formado dissocia-se, resultando em aumento da pressão parcial do dióxido de carbono ( $CO_2$ ) no sangue. A acidose metabólica e o  $CO_2$  aumentam a atividade do centro respiratório, levando a hiperventilação. No caso particular do DPOC, haverá dificuldade para ventilar o suficiente pelo seu desempenho muscular. Assim, o grau de limitação ventilatória no DPOC é um dos responsáveis pela perda do seu condicionamento muscular. A limitação ventilatória pode, ainda, estar associada à limitação cardiovascular, fatores nutricionais, psicológicos, ou até mesmo outras doenças, osteoarticulares e ou neurológicas entre outras, desencadeando uma anaerobiose ainda mais precoce, tendo como consequência um ciclo vicioso que resulta na inatividade dos indivíduos com DPOC.

**Figura 1:** Fatores responsáveis pelo não condicionamento muscular em indivíduos com DPOC (Nery, 1990)



Logo, a limitação ao exercício em pacientes com doença respiratória é multifatorial e muitas vezes de difícil identificação, podendo se dar por alterações da mecânica ventilatória ou nas trocas gasosas, bem como por fatores periféricos, incluindo músculos envolvidos na atividade.

Poucos estudos relatam a função muscular ventilatória como fator limitante ao exercício, e desconhecemos estudos que relatam a resistência dos músculos ventilatórios em relação à capacidade ao exercício em DPOC.

### **2.3 Teste de Resistência dos Músculos Ventilatórios**

Em geral, a resistência muscular é definida como aptidão ou capacidade de um grupo muscular para realizar contrações repetidas (quer isotônicas, isocinéticas ou excêntricas) contra uma carga, ou para manter (sustentar) uma contração (isométrica) por um período de tempo prolongado. Os testes de resistência muscular podem ser do tipo carga absoluta, onde todos os indivíduos deverão levantar uma quantidade igual de peso, digamos 50 libras, com uma cadência predeterminada, até atingirem a fadiga e não poderem mais manter o mesmo ritmo. Isso contrasta com os testes de carga relativa, onde os indivíduos deverão realizar um percentual fixo de sua força máxima, digamos 20% a 50% de 1 repetição máxima (RM) ou da tensão isométrica máxima. A seguir, eles são cronometrados para sua capacidade de suportar uma determinada cadência de levantamento nos teste dinâmicos, ou de sustentar um nível predeterminado de força estática nos teste isométricos. A resistência muscular é o oposto da fadiga muscular, isto é, um músculo que se cansa rapidamente possui uma resistência baixa, ou seja, quanto mais resistente for um músculo menor é a sua suscetibilidade à fadiga e vice-versa. A distribuição das fibras de contração lenta (oxidativas - Tipo I) é um fator que contribui para o aumento da resistência muscular como anteriormente citado.

Os músculos ventilatórios são predominantemente músculos de resistência composto por aproximadamente 75% de fibras do tipo I (oxidativas) e IIa (intermediárias), e 25% de fibras de força, tipo IIb (glicolíticas), (Scott 1994). A quantificação da resistência dos músculos ventilatórios é útil para avaliar seu estado de condicionamento. Obtendo-se

essa medida como referência, podemos melhor estimar a carga a ser utilizada durante treinamento deste grupo muscular.

Como qualquer outro músculo esquelético, os músculos ventilatórios podem ser avaliados em termos de força e resistência. A força é medida através da pressão ao nível da boca (Black, Hyatt 1969), e a resistência, um pouco mais difícil para sua verificação, por meio de testes como ventilação voluntária máxima. Testes com carga incremental tem sido descritos e validados por alguns autores, como Nickerson e Keens (1982) e Martynn e Moreno (1987), sendo usados com sucesso para a avaliação da resistência dos músculos ventilatórios tanto em sujeitos saudáveis como em indivíduos com DPOC. Nickerson e Keens (1982) testaram a resistência da musculatura ventilatória em indivíduos com função pulmonar normal. Propuseram um teste no qual o indivíduo respirando através de um bocal em um circuito fechado contra uma carga inspiratória que deveria ser tolerada durante 10 min, caracterizando assim pressão inspiratória sustentada (SIP) como o tempo que o indivíduo conseguia ventilar contra 80% desta carga. Neste trabalho foi verificado o consumo de oxigênio durante o teste de resistência respiratória em dois indivíduos, que aumentava conforme era adicionada carga.

Martyn e Moreno (1987) usando um aparelho similar ao de Nickerson e Keens introduziram um método de avaliação para a resistência dos músculos ventilatórios denominado de pressão inspiratória sustentada máxima (SIP<sub>máx</sub>). Neste teste, os sujeitos respiravam com aumentos progressivos de carga inspiratória de 50 a 100g a cada 2 min. Comparando com o teste realizado em 10 min (Nickerson e Keens) verificou-se que a medida de SIP era fortemente influenciada pelo aprendizado. Os indivíduos

modificavam o seu padrão ventilatório de modo que, quando se usava incremento de carga a cada 2 min este fator aprendido era significativamente menor. Além disso, o teste de 2 min foi realizado com um aparelho onde a inspiração é realizada de forma dinâmica sendo que a pressão não é influenciada pelo fluxo de ar realizado pelo indivíduo. Logo, o teste de 2min parece ter uma melhor aplicação clínica para a avaliação das respostas ventilatórias, com o treinamento físico, fármacos, fadiga e nutrição, sendo simples e reproduzível.

Larson e col. (1999) realizaram um estudo para testar a reprodutibilidade do protocolo de avaliação da resistência dos músculos ventilatórios proposto por Nikerson e Keens (1982). Propuseram um teste de forma descontínua, avaliando 48 indivíduos com DPOC. O mesmo teste era realizado em três dias diferentes, e observaram que não houve diferença significativa entre os valores obtidos nos três testes.

Fiz e col.(1998) descreveram os valores de resistência ventilatória para 99 voluntários saudáveis e sedentários. Os autores inicialmente determinaram a carga máxima expressa em gramas (Cmax) obtida no teste incremental de 2 min (Martyn e col.) e definiram a resistência ventilatória pelo tempo que os indivíduos sustentavam essa mesma carga (Tmax). Foi verificado que a resistência ventilatória apresentou uma correlação negativa com idade ( $r = -0,62$ ) e positiva com PImáx ( $r = 0,64$ ), sendo similar para homens e mulheres. A média de PImáx foi: 74,3 cmH<sub>2</sub>O para homens e de 66 cmH<sub>2</sub>O para mulheres entre 60-70 anos.

Outros autores realizaram trabalhos descrevendo o envolvimento da resistência da musculatura ventilatória em indivíduos com doenças pulmonares (asma), e com doenças neuromusculares (miastenia gravis e

tetraplegia). Perez e col. (1996) compararam a força muscular ventilatória e resistência de pacientes asmáticos dependentes de corticóides, com asmáticos não dependentes de corticóides e pacientes com DPOC. Foi observado que a PImáx., bem como a resistência inspiratória (definida como resistência inspiratória a relação entre o pico máximo de pressão sustentada por 2 minutos e PImáx) preditas foi mais baixa em indivíduos com DPOC; comprovando desta maneira, a existência de correlação entre a PImáx. e hiperinsuflação pulmonar.

Hopman e col.(1997) propuseram um estudo que avaliou a força e a capacidade de resistência da musculatura ventilatória em indivíduos com tetraplegia. Obtiveram como resultado, que a relação resistência/PImáx. foi significativamente mais baixa no grupo com tetraplegia. Da mesma maneira, Keenan e col. (1995) identificaram uma redução da força muscular ventilatória (70% do predito) da PImáx. e (50% do predito) da PEmáx. em pacientes com miastenia gravis.

Testes de resistência geral em esteira e cicloergômetro, amplamente descritos na literatura, são úteis para se avaliar a capacidade ao exercício (resistência), e na prescrição de exercícios em indivíduos normais e DPOC. Contudo estes testes são de alto custo e requerem profissionais especializados para a realização. O teste da caminhada é um teste de baixo custo sendo utilizado para avaliar a capacidade física de pacientes com DPOC. Ele é uma adaptação, realizada por McGavin e col. (1976), ao teste introduzido por Cooper (1968), para avaliação de indivíduos normais e atletas, para pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica. Inicialmente este teste era realizado com os pacientes caminhando por 12 minutos, o mais rápido possível, e, ao final, era medida a distância percorrida.



A vantagem do teste de caminhada é que qualquer profissional da área pode executá-lo, necessitando apenas de alguns cuidados como o tempo, o local adequado, o tipo de incentivo e o número de testes necessários para o real conhecimento da capacidade cárdio-respiratória dos indivíduos. Portanto, o importante é a uniformidade da sua execução, já que é um teste comparativo.

Guyatt e col. (1984) propuseram realizar o teste de 6 min com um tipo de incentivo que é o acompanhamento do examinador com o objetivo de melhorar o seu desempenho. O estímulo de acompanhamento aplicado aos indivíduos com DPOC aumentou a distância percorrida em relação à distância quando se caminha sozinho. O teste realizado com o acompanhamento avalia melhor a capacidade física ao exercício, sendo, recomendado este estímulo para o teste da caminhada de seis minutos. Guyatt e col. (1984), também referem que o simples incentivo verbal já é capaz de aumentar o desempenho do paciente no teste da caminhada. No seu estudo, os autores notaram que o incentivo verbal foi capaz de aumentar a distância percorrida em 30.5 metros. Assim como no trabalho de Guyatt e col, outros autores como Butland (1982), McGavin (1977), Mark (1993) citam o uso de incentivo verbal, mas não o descrevem claramente.

Swenburn e col (1985) observaram em pacientes com DPOC, que o incentivo aplicado ao teste apresenta influência na distância percorrida, independente das características da função pulmonar. No seu trabalho, o teste era realizado num corredor do hospital, sem que o acompanhante caminhasse com ele, porém realizando incentivo verbal cada vez que o paciente passava pelo ponto de controle

Usando uma técnica de acompanhamento, em que caminha-se à frente do paciente e este mantém o ritmo imposto, o examinador tem que ter a sensibilidade e experiência para sentir o quanto o paciente consegue acompanhá-lo e qual o momento de desacelerar para que ele não tenha de parar durante o teste para descansar. No teste da caminhada, caso os pacientes não consigam manter o ritmo continuamente, podem diminuí-lo ou até parar.

Atualmente, vários grupos realizam o teste com o tempo de seis minutos no intuito de não torná-lo enfadonho para o paciente e com isso poder ter, realmente, o máximo do seu esforço. Butland e col (1982) e Mark e col (1993) demonstraram que o teste de seis minutos consegue expressar a capacidade cardiorespiratória do indivíduo.

Em relação ao número de testes para se atingir a máxima distância percorrida, Knox e col (1988) sugerem a realização de três testes, porém não é bem estabelecido na literatura quantos são realmente necessários.

Cavalheiro e col. (1996) descreveram que o teste pode ser realizado em qualquer local plano, como uma quadra de esportes ou em um corredor. A caminhada preferencialmente deve ser realizada em linha reta para evitar a presença de retornos ou círculo que possam favorecer a perda de tempo, diminuindo a distância a ser percorrida nos seis minutos. A seguinte seqüência é usada para a avaliação de pacientes com DPOC: avaliação no repouso, na posição em pé, próximo ao ponto de partida da caminhada, das variáveis frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (f), pressão arterial (PA), saturação da hemoglobina (SatO<sub>2</sub>) e índice de dispnéia de Borg. Aos três minutos do teste deve-se registrar novamente a FC e SatO<sub>2</sub>. Entre o quinto minuto e meio e o sexto minuto do teste, determina-se, novamente, as variáveis FC, f e SatO<sub>2</sub> e índice de Borg. A medida de pressão arterial pode

ser registrada assim que o indivíduo cessar a caminhada. Ao final, registramos a distância em metros percorrida pelo paciente. Neste estudo os pacientes realizaram dois testes da caminhada de seis minutos com o estímulo de acompanhamento. A média de distância percorrida é de 538.7 metros no primeiro teste, e de 546.5 metros no segundo, não havendo diferença significativa.

O teste deve ser realizado sempre com a ajuda de dois examinadores, sendo o examinador responsável pelo acompanhamento nos testes preferencialmente o mesmo. O estímulo verbal também deve ser feito, a cada minuto, com uma frase de incentivo como “você está indo bem, ande o mais rápido que puder”. Se o paciente demonstrar que o ritmo está muito forte, o examinador deve diminuir a velocidade. Se o paciente demonstrar cansaço excessivo, é permitido a ele que pare quantas vezes for necessário durante o teste, dentro do tempo de seis minutos.

Paul L. Enright e col. (1998), desenvolveram uma equação para estimar a distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos. Quando pacientes com DPOC foram submetidos ao mesmo teste, verificou-se que a equação tende a subestimar a distância percorrida (Cavalheiro e col. 1996).

Segundo Redelmeier e col. (1997), um aumento de 54 metros é uma diferença significativa de melhora. Portanto, manter o acompanhamento com o examinador e aplicar o incentivo verbal é aconselhável durante o teste da caminhada de seis minutos, para que o paciente apresente o seu maior desempenho físico.

A literatura concorda que a função ventilatória é fator limitante para a capacidade ao exercício em indivíduos com DPOC, não encontramos estudos que utilizassem teste de resistência dos músculos ventilatórios. Por

este motivo o objetivo desse estudo foi verificar, em indivíduos com DPOC, a relação da resistência dos músculos ventilatórios por meio de um protocolo incrementa proposto por Martin e Moreno (1987) com a resistência geral do Teste de caminhada de 6 min.

## **3. METODO**

### **3.1 Delineamento**

Esta pesquisa se qualifica como observacional analítica. Caracteriza-se pela comparação de 2 testes de resistência realizado por diferentes pesquisadores sem que um tenha conhecimento do resultado do outro. A amostra foi recrutada de forma intencional.

### **3.2 População e Amostra**

Foram examinados 14 indivíduos, com diagnóstico prévio de DPOC moderado a grave com volume expiratório forçado no primeiro segundo  $VEF_1 < 60\%$  da normalidade conforme consenso de espirometria em 1996, sem história de doenças cardiovascular ou osteoarticular, na faixa etária entre 50 e 75 anos de idade sendo a amostra intencional. Os indivíduos foram recrutados 30 dias após alta hospitalar sendo que durante o período de internação foram acompanhados pelo fisioterapeuta no Hospital Mãe de Deus. Todos os indivíduos foram informados a respeito da pesquisa e assinaram um termo de consentimento informado (Anexo A) aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

### **3.3 Procedimentos**

Após a seleção da amostra, conforme critérios descritos acima, foi realizada a coleta de dados, iniciando por uma avaliação geral. Após, cada indivíduo realizou dois testes de resistência: um específico para músculos ventilatórios e outro para resistência geral. Cada teste foi realizado por diferentes pesquisadores sem que um tenha conhecimento do resultado do outro. A ordem para a realização dos testes foi aleatória, respeitando um intervalo de no mínimo 48 horas entre cada um.

#### **3.3.1 Avaliação geral**

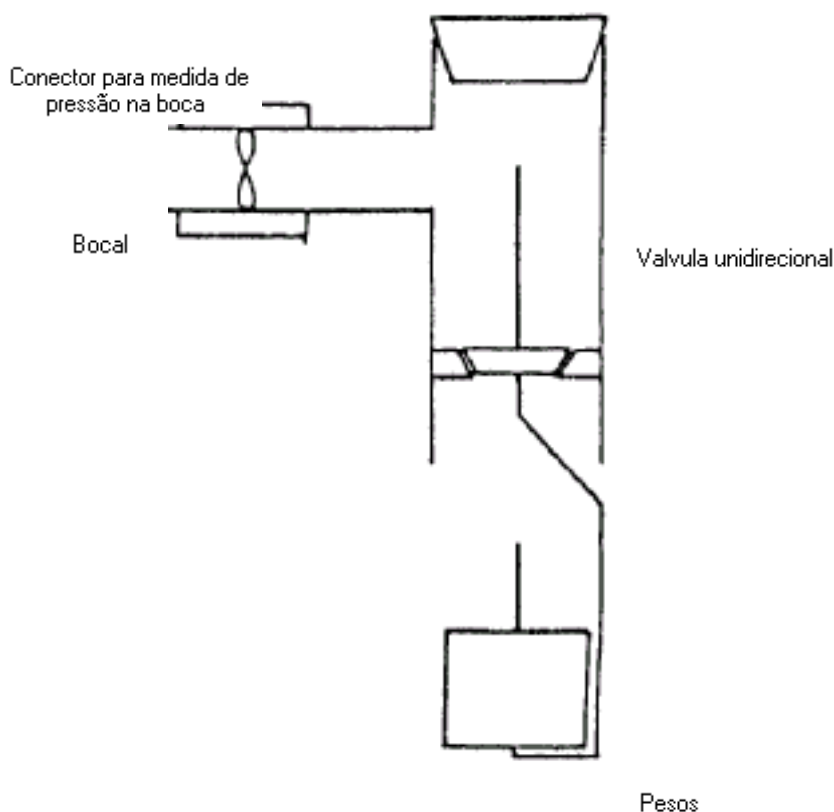
Realizamos uma anamnese e avaliação geral para coletar as informações sobre a doença e os dados de peso, altura, sexo, idade, bem como questões que incluem informações sobre a doença pulmonar. Uma completa história medicamentosa e um relato de problemas associados, tais como hipertensão, obesidade, colesterol e questões sobre atividade física também foram coletados (ANEXO B). Nesta avaliação obtivemos os dados espirométricos de volume expiratório forçado no primeiro segundo, capacidade vital forçada, pico de fluxo e a relação entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada ( $VEF_1/CVF$ ) (Respiradayne II) (segundo I consenso de espirometria 1996), os indivíduos que utilizavam medicações de forma periódica, seguiram a prescrição médica, os que utilizavam oxigênio não utilizaram durante a realização dos testes. O objetivo da avaliação da função pulmonar foi classificar o grau de obstrução das vias aéreas para posteriores comparações nos dias de testes.

### **3.3.2 Avaliação da resistência e força dos músculos ventilatórios**

#### 3.3.2.1 Teste de resistência ventilatória.

A resistência da musculatura ventilatória foi determinada pela utilização do protocolo incremental proposto por Martyn e col. (1987). Os indivíduos respiraram através de um sistema composto por duas válvulas unidirecionais, uma inspiratória e outra expiratória. A válvula inspiratória foi conectada a uma câmara inspiratória, sendo vedada por um diafragma ligado a um bastão para permitir a adição progressiva de pesos, dificultando a inspiração conforme Figura 1. Os indivíduos iniciaram a inspiração com uma pequena carga de aproximadamente 30% da  $P_{Imáx}$ . A carga era aumentada a cada dois minutos pela adição de pesos de 50g no ponto inspiratório do sistema, sem a interrupção da respiração, até que o indivíduo não conseguisse mais abrir a válvula inspiratória. O índice de resistência foi determinado pela pressão inspiratória máxima sustentada por no mínimo 60 segundos com a carga máxima tolerada, sendo analisada a pressão, a carga e o tempo máximo de teste. (ANEXO C)

**Figura 2:** Aparelho proposto por Martim 1987.



### 3.3.2.2 Teste de P<sub>Imáx</sub>

Os sujeitos realizaram o teste de pressão inspiratória máxima (P<sub>Imáx</sub>), através de um manovacuômetro calibrado previamente (RESPIRADAYNE II PLUS<sup>R</sup>). Os testes foram realizados na posição sentada com os cotovelos apoiados em uma mesa. Foi usado um bocal com um orifício de 2 mm de diâmetro para evitar produção de pressões pelos músculos faciais (Black e Hyatt 1969). Os indivíduos realizaram uma expiração forçada máxima, o mais próximo do volume residual. A partir deste volume foi feita



uma inspiração através de uma válvula ocluída, a manobra era repetida no mínimo 6 vezes ou até que se obtivesse duas medidas com diferenças não maiores que 5 cmH<sub>2</sub>O, o valor obtido para a PImáx era verificado diretamente no manovacuômetro.

### **3.3.3 Avaliação da resistência geral**

#### **3.3.3.1 Teste de caminhada de 6 minutos**

Realizamos dois testes de caminhada de 6 minutos conforme protocolado por Cavalheiro e col. (1996), em um corredor plano com um percurso de 36 metros em linha reta, sendo considerado como índice de resistência geral a maior distância percorrida.

A seguinte seqüência foi estabelecida:

- ✓ Os pacientes foram orientados a utilizarem broncodilatador 30 min. antes da realização do teste.
- ✓ Avaliação em repouso na posição sentada próximo ao ponto de partida da caminhada, das variáveis de frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (f), pressão arterial (PA), saturação de oxigênio (SaO<sub>2</sub>) com oxímetro de pulso NONIM- modelo no terceiro dedo da mão direita após estabilização do sinal e índice de dispnéia e cansaço de membros inferiores utilizando a escala de Borg 1998.
- ✓ Aos três minutos do teste, eram registrados os níveis de SaO<sub>2</sub>, FC e sensação de dispnéia.

- ✓ Aos seis minutos do teste, determinávamos, novamente as variáveis mensuradas no início do teste. Após era registrada a distância percorrida pelo paciente.
- ✓ A medida da PA foi realizada no membro superior com tensímetro WanRos. A FC foi obtida por monitor cardíaco Polar. O teste era realizado sem suporte adicional de oxigênio
- ✓ Os indivíduos eram estimulados verbalmente a cada 1min sempre com frases do tipo - você está indo muito bem / caminhe o mais rápido possível. Caso o paciente se sentisse muito cansado, ele podia diminuir o ritmo ou até mesmo parar sendo que o cronômetro não era parado.
- ✓ Foi tolerada uma saturação de no mínimo 85%.

#### **3.3.4 Análise estatística.**

A análise estatística utilizada foi através da correlação de Spearman que permite quantificar a associação linear entre dados não paramétricos como a resistência e força da musculatura ventilatória e resistência geral. Foi realizada uma análise descritiva das médias e desvios padrões obtidos.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Amostra

A amostra foi composta por quatorze (14) indivíduos, cinco (5) do sexo feminino e nove (9) do sexo masculino. Dos 14 indivíduos, 3 foram excluídos por não contribuírem na realização dos testes ou impossibilidade de completar o estudo. Dois indivíduos não suportaram o teste de resistência ventilatória, referindo intenso desconforto durante sua realização. O terceiro indivíduo foi internado durante o estudo por agudização do DPOC. A média  $\pm$  DP de idade foi de  $67,8 \pm 5,2$  anos, o peso e a altura foi de  $65,2 \pm 16,42$  kg e  $1,63 \pm 0,09$  m, respectivamente. Todos os indivíduos foram tabagistas por mais de 25 anos e nenhum praticava atividade física de forma regular. Todos os indivíduos faziam uso regular de medicação broncodilatadora (beta-agonistas) e nenhum estava usando corticoesteróides. Somente um indivíduo fazia uso de oxigenoterapia domiciliar. A tabela 1 mostra os valores individuais, a média e o desvio padrão da idade, altura e peso da amostra.

**Tabela 1:** - Características Físicas dos Indivíduos da Amostra

Indivíduos	SEXO	PESO (Kg)	ALTURA (m)	IDADE (anos)
01	F	51,3	1,45	59
02	F	45,1	1,55	74
03	F	61,2	1,65	63
04	M	65,0	1,70	68
05	M	63,0	1,76	60
06	M	51,0	1,54	73
07	M	85,0	1,68	68
08	M	70,0	1,61	72
09	M	60,0	1,73	70
10	M	103,0	1,72	73
11	M	62,5	1,62	66
Média		65,2	1,63	67,8
<i>DP</i>		<i>16,42</i>	<i>0,09</i>	<i>5,2</i>

#### 4.2 Caraterísticas ventilatórias dos indivíduos

As características ventilatórias dos indivíduos estão descritas na tabela 2. Podemos observar que a média da relação  $VEF_1/CVF$  foi de 53,5%, sendo que 7 indivíduos apresentaram o  $VEF_1$  menor que 1 litro, caracterizando uma amostra homogênea com DPOC moderado a severo. A média da  $P_{l\acute{m}ax}$  foi de  $-69 \pm 21\text{cmH}_2\text{O}$ , sendo que nenhum indivíduo apresentou uma  $P_{l\acute{m}ax} < 25\text{cmH}_2\text{O}$ , que representa falência da musculatura ventilatória.

**Tabela 2:** - Características Ventilatórias dos Indivíduos

Indivíduos	VEF <sub>1</sub> (l)	% pred. VEF <sub>1</sub>	% VEF <sub>1</sub> /CVF	CVF (l)	PI <sub>máx</sub> (cmH <sub>2</sub> O)
01	0,51	26,1	42,6	1,20	-54
02	0,95	50	71,7	1,33	-50
03	1,39	57,2	71,9	1,93	-67
04	0,99	34,2	51,5	1,92	-63
05	0,97	28	38,1	2,55	-103
06	1,24	66	65,1	1,91	-113
07	0,51	19,1	16,7	3,04	-42
08	0,62	27	71	1,06	-58
09	1,2	40	63	1,99	-66
10	1,66	59,4	67	2,57	-83
11	0,55	23,6	50,5	1,23	-69
Média	0,96	39,1	53,59	1,88	-69
DP	0,38	16,3	16,94	0,64	21

### 4.3 Teste de Resistência Geral e Ventilatória

A tabela 3 mostra os valores individuais, a média e o desvio padrão dos valores obtidos nos testes de caminhada de 6 min e nos testes de resistência ventilatória.

**Tabela 3:** - Testes de Resistência Ventilatória e Caminhada de 6 min.

Indivíduos	Teste 6min (m)	Resistência Ventilatória tempo (min.)	Resistência Ventilatória carga (g)	% da P <sub>I</sub> máx no teste de resist. ventilatória	Resistência Ventilatória pressão (cmH <sub>2</sub> O)
01	320	5	100	53,70	-29
02	300	6	50	50,00	-26
03	540	7	150	46,20	-31
04	525	10	200	76,10	-48
05	450	12	250	50,40	-52
06	385	13	250	64,60	-73
07	180	3	50	33,30	-14
08	160	5	50	44,80	-26
09	498	10	200	33,30	-22
10	495	8	150	42,10	-35
11	150	5	50	42,00	-29
Média	363,9	7,6	136	48,77	-25
DP	150,7	3,2	80,6	12,71	-30,5

O teste de caminhada de 6 min (tabela 3) apresentou uma média de  $363.9 \pm 150,7$ m.

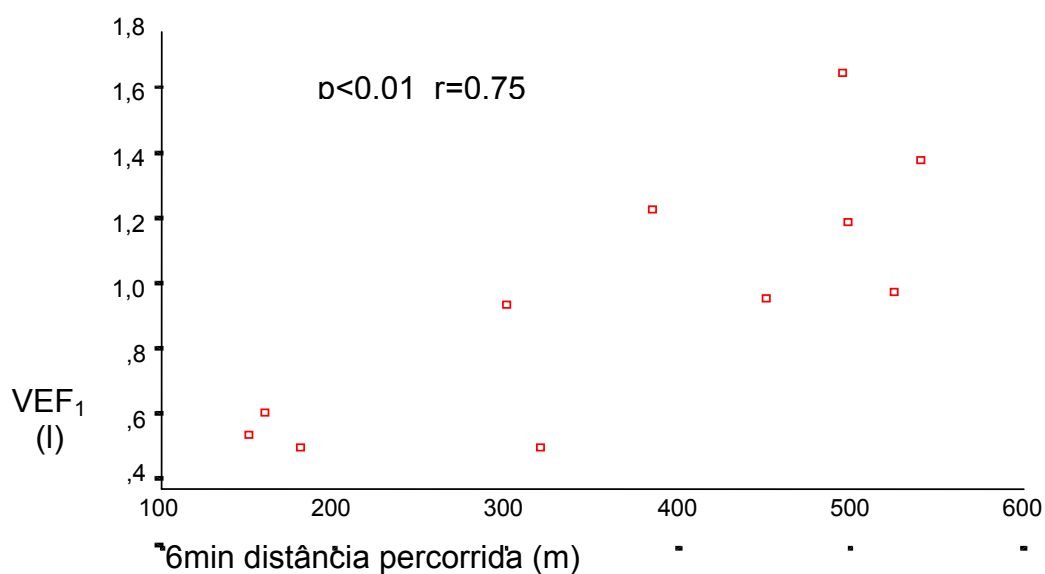
O teste de resistência ventilatória, medido em tempo e carga máxima tolerada pelos indivíduos, obteve uma média de  $7.6 \pm 3.2$ min (tempo tolerado) e  $136 \pm 80.6$ g (carga tolerada).

Houve um aumento da pressão durante a realização do teste. Este aumento foi e progressivo conforme aumentava-se a carga, demonstrando que a resistência foi linear e não dependente do fluxo gerado pelo indivíduo. A pressão máxima durante a realização do teste de resistência ventilatória,

denominada de pressão inspiratória máxima sustentada (SIPmáx), apresentou uma média de  $-25 \pm 30.5$  cmH<sub>2</sub>O. A média da relação PImáx/SIPmáx foi de  $48,77 \pm 12,71\%$ .

Os indivíduos com VEF<sub>1</sub> menor que 0,7 litros foram aqueles que tiveram uma menor resistência geral no teste de caminhada de 6 min. De fato, encontramos uma correlação significativa entre VEF<sub>1</sub> com a resistência geral ( $r = 0.75$ ), conforme mostra o gráfico 1 e tabela 4.

**Gráfico 1: Correlação entre VEF<sub>1</sub> e Resistência Geral**



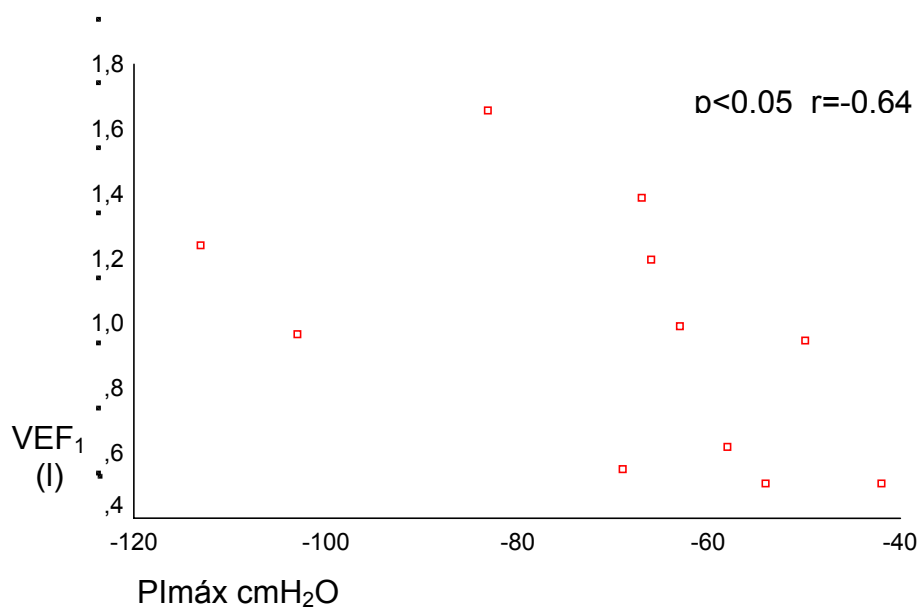
**Tabela 4:** - Correlações entre as variáveis VEF<sub>1</sub>, Resistência Ventilatória em Tempo e Carga.

Variáveis	VEF <sub>1</sub>	Resistência Ventil. (tempo)	Resistência Ventil.(carga)
PImáx	r = -0.64* p = 0.03	r = -0.73* p = 0.01	r = -0.65* p = 0.02
Resistência Ventil. (tempo)	r = 0.733* p = 0.01	_____	_____
Resistência Ventil.(carga)	r = 0.64* p = 0.3	r = 0.95** p = 0.000	_____
Teste de 6 min	r = 0.75** p = 0.007	r = 0.64* p = 0.3	r = 0.72* p = 0.1

\*\* p < 0.01

\* p < 0.05

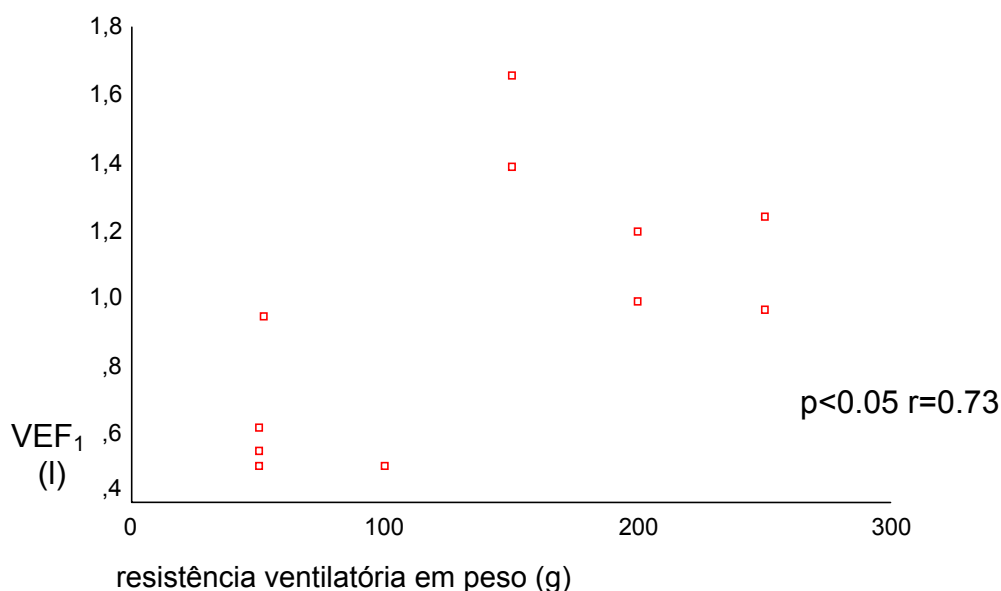
**Gráfico 2:** Correlação entre VEF<sub>1</sub> e PImáx





O gráfico 2 representa a correlação negativa encontrada entre VEF1 e PImáx. Os indivíduos com uma maior obstrução ventilatória apresentaram uma menor PImáx, mostrando a desvantagem mecânica dos músculo ventilatórios nos indivíduos com DPOC ( $r = -0.67$ ).

### Gráfico 3: Correlação entre VEF<sub>1</sub> e Resistência Ventilatória

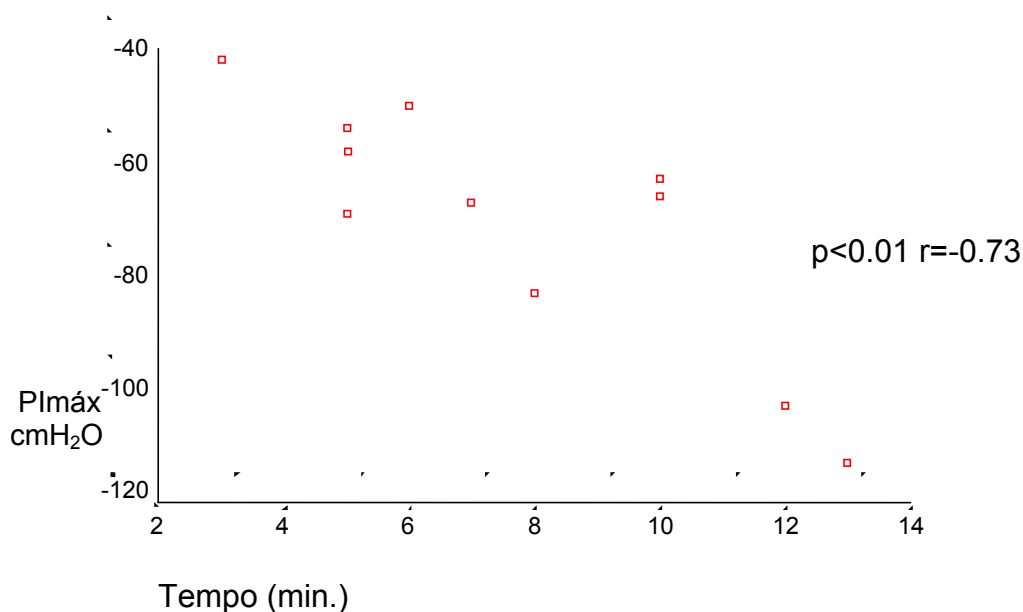


Verificamos uma correlação positiva entre a resistência ventilatória e VEF<sub>1</sub>. O gráfico 3 mostra essa correlação, ou seja, os indivíduos com maior obstrução da via aérea representada por um menor VEF<sub>1</sub>, apresentam uma menor resistência dos músculos ventilatórios ( $r = 0.73$ ).

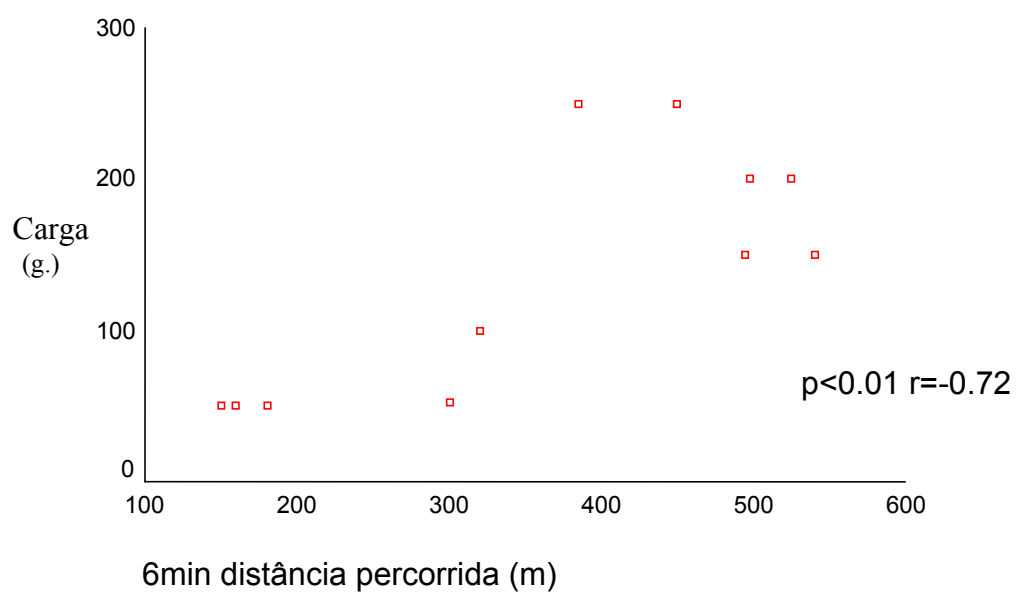
Também foi verificada uma correlação positiva entre PImáx e resistência ventilatória medida em carga ( $r = -0.65$ ), tempo ( $r = -0.73$ ) e pressão ( $r = 0.61$ ). Esta correlação verifica que a força dos músculos

ventilatórios está diretamente relacionada com a resistência destes. O gráfico 4 demonstra esta correlação entre P<sub>Imáx</sub> e resistência ventilatória em tempo.

**Gráfico 4: Correlação entre P<sub>Imáx</sub> e Resistência Ventilatória**



O teste de caminhada de 6 minutos, utilizado para avaliar a resistência geral dos indivíduos com DPOC, correlacionou-se com a resistência dos músculos ventilatórios medida através do teste incremental destes músculos. Esta correlação foi verificada com o tempo ( $r = 0.64$ ) e com a carga ( $r = 0.72$ ). Estes dados estão representados no gráfico 5.

**Gráfico 5: Correlação entre a Resistência Ventilatória e Geral**

## 5. DISCUSSÃO

Este estudo demonstrou que, em indivíduos com obstrução crônica das vias aéreas, a resistência dos músculos ventilatórios está correlacionada com a resistência geral, mensurada por meio do teste de caminhada de 6 minutos.

Os dois testes usados para avaliar a resistência geral (teste de caminhada de 6 min) e resistência dos músculos ventilatórios (Teste incremental de Martyn) podem ter seus resultados afetados pelo estilo de vida dos indivíduos e pela motivação para realização destes.

Tentamos controlar ambas as variáveis neste estudo. Para controlá-las, homogeneizamos o grupo pelo estilo de vida, excluindo os indivíduos que se exercitavam regularmente e incluindo apenas os sedentários. A motivação foi controlada pelo encorajamento verbal a cada minuto dado sempre pelo mesmo acompanhante do teste.

Existiu uma correlação entre a resistência dos músculos ventilatórios e  $P_{Imáx}$ . Este resultado concorda com outros estudos como o de Martyn e col. no qual demonstraram que a resistência dos músculos ventilatórios depende da  $P_{Imáx}$ . Neste estudo, foi observado que a resistência dos músculos ventilatórios mensurado em pressão, variou em torno de  $52 \pm 6\%$  da  $P_{Imáx}$ . Na presente amostra, a média foi de  $48 \pm 12\%$ . No entanto, na nossa amostra os indivíduos apresentavam obstrução ventilatória mais severa, enquanto Martyn e col. avaliaram indivíduos com função ventilatória normal.

Outros estudos também demonstraram uma correlação positiva entre resistência e força dos músculos ventilatórios. Flyn e col. (1989)

mostraram uma correlação positiva entre pressão inspiratória máxima sustentada medida pelo protocolo de Martyn e  $P_{Imáx}$  em 9 pacientes com DPOC. Keenan e col. (1995) também encontraram uma correlação positiva entre resistência dos músculos ventilatórios e força avaliada através da  $P_{Imáx}$  em 17 pacientes com miastenia gravis. O presente estudo concorda com estes resultados similares. Logo, para pacientes com fraqueza dos músculos ventilatórios ou diminuição da  $P_{Imáx}$ , a diminuição da resistência pode estar associada à diminuição da força destes músculos.

No presente estudo, a média da resistência ventilatória medida em carga (g) foi de  $136 \pm 80g$ . Fiz e col. (1997) avaliaram um grupo de indivíduos entre 60 e 70 anos com função ventilatória normal e encontraram uma média de  $220 \pm 91g$  para homens, e  $310 \pm 152g$  para mulheres. Portanto, o valor reduzido do presente estudo evidencia o maior comprometimento ventilatório da amostra. Morrison e col. (1989) compararam a resistência dos músculos ventilatórios de indivíduos com DPOC com indivíduos da mesma idade e função ventilatória normal, observando que a resistência dos músculos ventilatórios é significativamente menor em indivíduos com DPOC. Este resultado foi atribuído ao aumento da demanda energética com diminuição da reserva e eficiência ventilatória, resultando na fadiga muscular mais rapidamente que em indivíduos sem alterações ventilatórias.

Como no presente estudo, Sassoon e col. (1990), avaliaram a resistência dos músculos ventilatórios em 10 indivíduos com grave obstrução ventilatória ( $VEF_1$  médio de 0.76 litros), e observaram que a resistência ventilatória correlacionou-se com índices de obstrução e resistência das vias aéreas. Estes mesmos resultados foram encontrados quando correlacionamos à resistência dos músculos ventilatórios medida em tempo e carga com  $VEF_1$

( $r = 0.73$ ). Isto mostra que quanto mais limitada for a função ventilatória dos indivíduos, menor será a resistência dos músculos ventilatórios. Isto pode estar relacionado com a desvantagem mecânica que encontram-se os músculos ventilatórios de pacientes com DPOC.

A desvantagem mecânica ocorre pela hiperinsuflação pulmonar fazendo com que ocorra um aumento da resistência das vias aéreas e aumento crônico do trabalho dos músculos ventilatórios, ocasionando um encurtamento destes músculos e diminuindo a relação tensão/comprimento. Esta desvantagem mecânica faz com que os músculos ventilatórios trabalhem com um esforço aumentado, diminuindo a reserva destes músculos. O aumento da resistência das vias aéreas aumenta a média da pressão inspiratória diafragmática ( $P_{di}$ ) no repouso, este aumento aproxima a pressão inspiratória diafragmática de repouso ( $P_{di}$ ) com a pressão inspiratória diafragmática máxima ( $P_{dimáx}$ ), aumentando a relação  $P_{di}/P_{dimáx}$  indicando a diminuição da força de reserva. Não só um aumento da resistência das vias aérea ( $R_{va}$ ) pode aumentar a  $P_{di}$  no repouso; como também um aumento na impedância relacionado com a hiperinsuflação. A diminuição na reserva ventilatória que correlaciona-se com índices de obstrução e resistência dos músculos ventilatórios pode contribuir para diminuição da capacidade ao exercício.

Os parâmetros de aumento da resistência ventilatória ( $VEF_1$ ) que é um índice que pode ser afetado pelo aumento da impedância e hiperinsuflação pulmonar correlacionou-se negativamente com  $P_{Imáx}$  ( $r = -0.64$ ). Isto também pode estar relacionado com a desvantagem mecânica dos músculos ventilatórios em pacientes hiperinsuflados como já foi discutido. O encurtamento dos músculos ventilatórios afeta a relação tensão/comprimento

interferindo diretamente na capacidade destes músculos em gerar força. Isto demonstra que alguns indivíduos com DPOC têm a P<sub>Imáx</sub> diminuída não pela redução da força muscular, e sim pela desvantagem mecânica que se encontram estes músculos.

O teste de caminhada de 6 min é um teste simples e bem fundamentado na literatura para avaliação da capacidade ao exercício em indivíduos com DPOC. O teste de caminhada de 6 minutos é um equivalente ao teste de resistência aeróbia realizado na esteira. Baseado em estudos como o de Ralston e col. (1960), que mostraram não haver diferença no consumo energético durante a caminhada no chão e na esteira, e não observaram diferenças nas distâncias percorridas no teste da caminhada realizado na esteira e no corredor. O efeito aprendizagem no teste de seis minutos tem sido descrito na literatura como um importante fator para avaliação da capacidade ao exercício, Enright e col. (1998) descreveram uma melhora de até 15% quando o teste era realizado em dois dias consecutivos. No estudo de Knox e col. (1988) foi demonstrado que a melhora no teste de caminhada de seis minutos é estatisticamente significativa até a terceira repetição. Esta melhora pode estar relacionada com o aprendizado do teste e também por fatores de motivação. Para controlar este fator aprendizagem, realizamos o teste em dois momentos, considerando a maior distância como o resultado do teste.

No presente estudo, a distância percorrida medida em metros que os indivíduos conseguiram caminhar variou de 150m a 540m com uma média de 363.9m. Estes resultados foram menores comparando com o estudo de Enright (1998) que avaliou 117 homens e 173 mulheres, sem história de doenças respiratórias, obtendo uma média de 399m para homens e 310m para mulheres. Bittner e col (1993) observaram que o teste de caminhada de 6

minutos pode ser preditor de morbidade e mortalidade. Eles avaliaram 898 pacientes com doença cardíaca, a média de distância percorrida encontrada foi de 374m (DP = 117m). Nossos resultados parecem demonstrar resultados semelhantes com os dados já descritos na literatura de indivíduos com diminuição da capacidade aeróbia.

Embora a capacidade ao exercício dependa de fatores fisiológicos centrais (função cardiovascular) e periféricos (acidose láctica) e também pela motivação durante o teste, vários autores descrevem que a capacidade ao exercício pode estar relacionada com índices de função ventilatória em repouso. Pineda e col. (1986) avaliaram a capacidade ao exercício através de um teste de  $VO_2$ máx, de 19 pacientes com DPOC moderado à grave. Estes autores correlacionaram  $VO_2$ máx com parâmetros espirométricos em repouso, observando uma forte correlação com índices de obstrução ( $VEF_1$ ,  $r = 0,74$  e  $VEF_1/CVF$ ,  $r = 0,66$ ), concluindo que dados espirométricos podem predizer a tolerância ao exercício com moderada acurácia.

Foi encontrada uma significativa correlação entre o teste de caminhada de 6 minutos e o  $VEF_1$  ( $r = 0,75$   $P < 0,01$ ). Outros autores têm demonstrado uma correlação mais fraca entre o teste de caminhada de 6 minutos e índices espirométricos como o  $VEF_1$ . Knox (1988) encontrou uma correlação mais fraca mas significativa ( $r = 0,46$ ) entre  $VEF_1$  e teste de caminhada de 6 minutos. McGavin e col. (1976) encontraram uma correlação com CVF ( $r = 0,4$ ;  $P < 0,05$ ) e não com  $VEF_1$  ( $r = 0,28$ ;  $P > 0,05$ ). Estas inconsistências nos resultados podem estar relacionadas com as características das amostras estudadas como o grau de obstrução e o tempo que estes indivíduos permaneceram hospitalizados, o que pode consistir na diminuição da capacidade aeróbia. No grupo de McGavin a média do  $VEF_1$  foi 1,14 litros,



enquanto no nosso grupo, esta média foi menor de 0,96 litros (demonstrando um maior grau de obstrução podendo ser o nosso grupo mais limitado do ponto de vista funcional) e, por este motivo, apresentou uma correlação mais alta. Outros estudos demonstram que o  $VEF_1$  correlaciona-se com capacidade ao exercício. No entanto, não se pode prever a capacidade ao exercício utilizando somente este índice. Cotes e col. (1988) confirmaram a hipótese que a capacidade ao exercício é dificilmente predita por um único índice como o  $VEF_1$ , e que esta predição é largamente aumentada quando usamos a combinação de mais índices como, CVF,  $VEF_1/CVF$ . Carlson e col. (1991) correlacionaram medidas espirométricas em repouso e valores de difusão pulmonar com capacidade ao exercício ( $VO_{2máx}$ ) e verificaram que estas medidas podem prever razoavelmente o  $VO_{2máx}$ . O  $VEF_1$  foi o parâmetro mais sensível, e o principal fator limitante é a variabilidade individual que foi de 75%.

Assim, índices espirométricos parecem ser preditores moderados da capacidade ao exercício que está intimamente relacionado com o grau de obstrução da via aérea, e podem correlacionar-se mais fortemente com associação de outros índices.

O nível de ventilação que pode ser sustentado é freqüentemente um fator limitante na tolerância ao exercício em indivíduos com DPOC. Uma das explicações mais aceitas para a diminuição da capacidade ao exercício é a limitação ventilatória. O nível de obstrução da via aérea e a ventilação voluntária máxima mostram ser bons preditores da capacidade ao exercício em DPOC. Alguns estudos mostram que a força dos músculos ventilatórios está correlacionada com capacidade ao exercício. Dados obtidos de voluntários normais indicam que a percepção de dispnéia possui uma boa

correlação com o nível de carga de trabalho dos músculos ventilatórios (Oca e col. 1996). Observamos uma correlação positiva entre resistência dos músculos ventilatórios medida em tempo e resistência geral (teste de caminhada de 6 min) ( $r = 0.72$ ), confirmando a hipótese que a ventilação pode ser um fator limitante da capacidade ao exercício. Foi observado que a resistência dos músculos ventilatórios correlaciona-se melhor com a tolerância ao exercício nos indivíduos mais obstruídos ( $VEF_1 < 50\%$  do predito). Este resultado pode estar relacionado com as características patofisiológicas do DPOC durante o exercício, que possuem uma reserva ventilatória diminuída, e usualmente durante as atividades desenvolvem um processo de hiperinsuflação dinâmica limitando o fluxo expiratório. Abe e col. (1997), em um trabalho similar a este, comparando a resistência dos músculos ventilatórios (protocolo de Martyn) com um teste de exercício em esteira em 9 pacientes com enfisema pulmonar e 9 indivíduos sem doença respiratória, encontraram uma correlação positiva entre a resistência dos músculos ventilatórios e capacidade ao exercício

## 6. CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que a resistência dos músculos ventilatórios correlaciona-se com resistência geral em indivíduos com DPOC gravemente obstruídos. Outros, que concordam com estes resultados, utilizam avaliação da função pulmonar em repouso; diferentemente do nosso estudo, que utilizou um protocolo de carga incremental para avaliação da resistência dos músculos ventilatórios. A correlação encontrada pode estar associada à diminuição da reserva ventilatória nos indivíduos com DPOC.

Observamos uma correlação entre a resistência dos músculos ventilatórios e resistência geral, com este resultado podemos hipotetizar que o treinamento dos músculos ventilatórios poderá aumentar a resistência geral em indivíduos com DPOC, baseado nisto que pretendemos dar continuidade neste estudo, objetivando verificar se o fortalecimento dos músculos ventilatórios aumenta a capacidade ao exercício e melhora as atividades de vida diária em indivíduos com DPOC.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABE M., HOSOKAWA Y., HORIE T. Estimation of respiratory muscle endurance using an inspiratory threshold loading device in patients with chronic pulmonary emphysema and elderly subjects. Nihon Kyobu Shikkan Gakkai Zasshi, 35: 1338-46, 1997. (abstract)
- AGUSTÍ A.G.N., BARBERÁ J.A., ROCA J., WAGNER P.D., GUITART R., ROISÉN R.R. Hypoxic pulmonary vasoconstriction and gas exchange during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. Chest 97: 268-275, 1990.
- BITTNER, V., D. H., WEINER e col. Prediction of mortality and morbidity with a six minute walk test in patients with left ventricular dysfunction. J.A.M.A. 270: 1702-1707, 1993.
- BLACK L.F., HYATT R.E. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. Am Rev Respir Dis, 99: 696-702, 1969.
- BUTLAND R.J.A., JACK PANG, GROSS E.R., WOODCOCK A.A., GEDDES D.M. Two, six, and twelve-minute walking tests in respiratory disease. BMJ, 284: 1607, 1982.
- CARLSON D.J., RIES A.L., KAPLAN R.M. Prediction of maximum exercise tolerance in patients with COPD chest 100: 307-311, 1991.
- CAVALHEIRO L.V., CEDON S.P., FERREIRA I.M., RIBEIRO A.S., GASTALDI A., JARDIM J.R. Six minute walking test accompanied by a physiotherapist assess better the physical capacity of patients Am J Respir Crit Care Med. 155: 167, 1997.
- CAVALHEIRO, L.V. Papel do estímulo e acompanhamento como fatores de melhor desempenho no teste da caminhada de seis minutos. Tese de Mestrado UNIFESP/ EPM - São Paulo 1996.

CELLI B. R., clinical and physiologic evaluation of respiratory muscle function. Clinics in Chest Medicine.10: 53-57, 1989.

CELLI, B. R. Pulmonary rehabilitation in patients with COPD Am J Respir Crit Care Med. 152: 861-864, 1995.

COTES J.E., ZEJDA J., KING B. Lung function impairment as a guide to exercise limitation in work -related lung disorders Am Rev Respir Dis 137: 1089-1093, 1988.

DARLENE R., BALJIT S. Respiratory muscle training for patients with chronic obstructive pulmonary disease. Phys. Ther. 75: 996-1005, 1995.

DILLARD T. A., Ventilatory Limitation of exercise - Prediction in COPD. Chest 92: 195-196, 1987.

DILLARD T. A., PIANTAADOSI S., RAJAGOPAL K. R. Determinants of maximum exercise capacity in patients with chronic airflow obstruction Chest 96: 267-271, 1989.

DONALD A. REDELMEIER, AHMED M. BAYOUMI, ROGER S. GOLDSTEIN, AND GORDON H. GUYATT. Interpreting Small Differences in Functional Status: The Six Minute Walk Test in Chronic Lung Disease Patients. Am J Respir Crit Care Med. 155: 1278-1282, 1997.

EDWARD L. FOX, RICHARD W. BAWERS, MERLE L. FOSS Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos, Editora Guanabara Koogan 4. Edição 1991.

ENRIGHT P.L., SHERRILL D.L. Reference equations for the six-minute walk in health adults. Am J Respir Crit Care Med. 158: 1384-1387, 1998.

EPSTEN K. S. An Overview of Respiratory Muscle Function. Clinical in Chest Medicine, 15: 619-634, 1994.

- FANN M.K., Treinamento Muscular Respiratório: implicações para o paciente. Heart and Lung, 3: 1984.
- FAULKNER B., SAHGAL H., When should respiratory muscles be exercised? Chest. 83: 1112-1116, 1983.
- FIZ J. ROMERO P., GOMEZ R., HERNANDEZ M. e Col. Indices of respiratory muscle endurance in healthy subjects. Respiration, 65: 21-27, 1998.
- FLYNN M.G. BARTER C.E., NOSWORTHY J.C., PRETTO J.J., ROCHFORD P.D., PIERCE R. J. Threshold pressur trainig, breathing pattern, and exercise performance in chronic airflow obstruction. Chest, 95: 535-540, 1989.
- GALLAGHER C.G. Exercise and chronic obstructive disease. Med Clin North Am:74, 619- 641, 1990.
- GALLAGHER C.G. Exercise limitation and clinical exercise testing in chronic obstructive pulmonary disease. Clinics in Chest Medicine, 15: 305-326, 1994.
- GOSSELIN GARY, Age- Related changes in diaphragm muscle contractile properties and myosin heavy chain isoforms. Am. J. Respir. Crit. Care. Med. 150: 174-178, 1994.
- GUYATT G.H., PUGSLEY S.O., SULLIVAN M.J., THOMPSON P.J., BERMAN L.B., JONES N.L., FALLEN E.L., TAYLOR D.W. Effect of encouragement on walking test performance. Thorax. 39: 818-822, 1984.
- HOPMAN M.T. Respiratory muscles strength and endurance in individuals with tetraplegia Spinal cord 35: 104-108, 1997.
- JACOB L. GUEST Exercise: Physiology and clinical applications. Clinics in Chest Medicine. 5: 120-133, 1984.
- JONES N.L., JONES G., EDWARDS R.H.T. Exercise tolerance in chronic airway obstruction Am Rev Respir Dis 103: 477, 1981.

- KEENAN S.P. Ventilatory muscle strength and endurance in myasthenia gravis Eur. Respir. 8: 1130-1135, 1995.
- KNOX A.L., MORRISON J.F.J., MUERS M.F. Reproducibility of walking test results in chronic obstructive airways disease. Thorax. 43: 388-392, 1988.
- LARSON L. J., COVEY M. e col. Discontinuous incremental threshold loading test - Measure of respiratory muscle endurance in patients with COPD CHEST 115: 60-67, 1999.
- LO RUSSO T. J. M., BELMAN J.D., ELASHOFF S. K., KOERNER. Exercise Capacity in obstructive and restrictive pulmonary disease Chest 104:1748-1754, 1993.
- MAHLER D.A, HARVER A. Prediction of peak oxygen consumption in obstructive AIRWAY DISEASE. MED SCI SPORTS EXERC 20: 574-578, 1988.
- MARK V.H.F., BUGLER J.R., ROBERTS C.M., SPIRO S.G. Effect of arterial oxygen desaturation on six-minute walk distance, perceived effort, and perceived breathlessness in patients with airflow limitation. Thorax. 48: 33-38, 1993.
- MARTYN J.B., MORENO H., PARÉ P.D., PARDY R.L. Measurement of inspiratory muscle performance with incremental threshold loading. Am Rev Respir Dis. 135: 919-923, 1987.
- MCGAVIN C.R., GUPTA S.P., LLOYD E.L., MCHARDY G.J.R.; Physical rehabilitation for the chronic bronchitic: results of a controlled trial of exercises in the home. Thorax 32: 307-311, 1977.
- MCGAVIN C.R.,GUPTA S.P., MCHARDY G.J. Twelve-minute walking test for assessing disability in chronic bronchitis. BMJ 1: 822-823, 1976.
- MORGAN M. D. L., Singh S. Practical pulmonary rehabilitation. ed. Chapman & Hall. 1997.

- MORRISON N.J., RICHARDSON J., DUNN L., PARDY M.B.; Respiratory muscle performance in normal elderly subjects and patients with COPD. Chest 95: 90-94. 1989.
- NERY, L. E. Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. Rev. Bras. Clin. Terap. 19: 115-123, 1997.
- NICKERSON B., KEENS T. Measuring ventilatory muscle endurance in humans as sustainable inspiratory pressure. J Apply Phys. 52: 768-772, 1982.
- OCA M.M., RASSULO J. E CELLI B.R. Respiratory muscle and cardiopulmonary function during exercise in very severe COPD Am. J. Respir. Crit. Care Med. 154: 1284-1289, 1996.
- PARDY R., DESPAS M. Inspiratory muscle training compared with physiotherapy in patients with chronic airflow limitation. Am Rev Respir Dis. 123: 421-425, 1981.
- PEREZ T. and col. Inspiratory muscle strength and endurance steroid - dependent asthma Am. J. Respir. Crit. Care Med. 153: 610-615, 1996.
- PINEDA H., AXEN K. Accuracy of pulmonary of function testes in predicting exercise tolerance in chronic obstructive pulmonary disease Chest 86: 564-567, 1984.
- PRADAL P., BRAGGION P. Determinants of maximal Transdiaphragmatic pressure in adults with cystic fibrosis. A J Respir. Crit. Care Med. 150: 167-173, 1994.
- PRIDE, N.B., BURROWS B. Development of impaired lung function. In: Chronic Obstructive pulmonary disease(eds P.M.A.) London: Chapman e Hall, pp.69-91.
- RALSTON H. J. Comparison of energy expenditure during treadmill walking and floor walking. J. Appl. Physiol. 15: 1156-57,1960.



SASSOON C.S., LODIA R. Maximum inspiratory endurance capacity during resistive loading in chronic obstructive pulmonary disease. Respiration, 57: 343-50, 1990.

SCOTT K. E. An overview of respiratory muscle function: Clinics in Chest Medicine 15: 619-634, 1994.

SILVA, L.C., PORTO, N.S., PALOMBINI, B.C., CAMARGO, J.P., MOREIRA, J.S., HETZEL, J.L., SEVERO, L.C., RIGATO, M., Compêndio de Pneumologia, capítulo 6<sup>o</sup>:313-333, 1991.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA. Primeiro consenso brasileiro sobre espirometria. Jornal de Pneumologia, 22: 105-164, 1996.

SWENBURN C.R., WAKEFIELD J.M., JONES P.W. Performance, ventilation, and oxygen consumption in three different types of exercise test in patients with chronic obstructive lung disease. Thorax. 40: 581-586, 1985.

TROYER A., RUDY P. e col. Neck muscle activity in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med. 150: 41-47, 1994.

Workshop Group. Respiratory muscle fatigue: report of the respiratory muscle fatigue workshop group. Am Rev Respir Dis.142: 474-480, 1990.

## 8. ANEXOS

### 8.1 Anexo A - Autorização para participação no Projeto

#### **Consentimento informado** **AUTORIZAÇÃO PARA PARTICIPAR DE UM PROJETO DE PESQUISA**

NOME DO ESTUDO: Relação da Endurance dos Músculos respiratórios com Endurance Geral.

INSTITUIÇÃO: UFRGS

PESQUISADORES RESPONSÁVEIS: FLÁVIA MEYER/SANDRO GROISMAN

TELEFONE PARA CONTATO: (051)2276017 - (051) 2310688

NOME DO PACIENTE \_\_\_\_\_

Solicitamos através desta, sua colaboração no projeto de pesquisa: "Relação da resistência dos músculos respiratórios com resistência geral". Para tanto, precisamos de sua autorização para a realização de dois testes de exercícios conforme descritos abaixo, e a utilização dos dados resultantes.

Esta pesquisa tem como objetivo avaliar se a resistência dos músculos respiratórios interfere na capacidade de exercícios em pessoas com doenças pulmonares crônicas como bronquite e enfisema pulmonar. Este conhecimento é importante para que possamos identificar se a falta de ar durante atividades físicas é de causa respiratória, e a partir disso, poderemos tratar diretamente a resistência dos músculos respiratórios, melhorando o tratamento de pessoas com falta de ar por doenças respiratórias.

Você como voluntário desta pesquisa fará dois testes. Um de caminhada de seis minutos: onde o voluntário deve caminhar durante seis minutos em um terreno plano para que possamos avaliar a distância caminhada. Outro teste de medida de força dos músculos respiratórios: onde você irá respirar através de um aparelho, e quando você puxar o ar estarão acoplados pesos, fazendo com que você tenha que fazer mais força para respirar.

Nestes testes você (voluntário) estará sempre acompanhado por um dos pesquisadores podendo interromper o teste ao sentir-se cansado ou a qualquer momento.

Um possível desconforto será cansaço para respirar durante os testes que cessarão com o término de cada teste. Antes de cada teste você receberá todos os esclarecimentos a respeito do procedimento que será realizado, e você terá total liberdade de recusar-se a fazer qualquer um dos testes ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização ou prejuízo ao seu cuidado.

Todos os dados confidenciais serão mantidos em sigilo para garantir a sua privacidade.

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

Assinatura do paciente

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

Assinatura do pesquisador

## 8.2 Anexo B - Ficha de Avaliação Inicial

Nome: \_\_\_\_\_ Pact. N. \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_ idade: \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_ altura: \_\_\_\_\_

Possui história prévia de doença cardiovascular? não sim

Possui história prévia de doença muscular ou articular? não sim

Possui história prévia de doença pulmonar como Asma, Bronquite, pneumonias, Tuberculose ou outras? não sim

Você é ou já foi tabagista ? não sim \_\_\_\_\_

Pratica atividade física regular? não sim Qual? \_\_\_\_\_

Caso afirmativo quantas vezes por semana? \_\_\_\_\_

Usa algum tipo de medicação? não sim

Caso afirmativo quais e qual a dosagem \_\_\_\_\_

---

Dados espirométricos

VEF1 \_\_\_\_\_ CVF \_\_\_\_\_

Pico de fluxo \_\_\_\_\_ VEF1/CVF \_\_\_\_\_

Manovacuometria:

Pimáx: 1-                      2-                      3-                      4-                      5-                      6-



**8.4 Anexo D - Teste de caminhada de 6 minutos**

Numero \_\_\_\_\_

Data \_\_\_\_\_

Teste número \_\_\_\_\_

	<b>FC</b>	<b>f</b>	<b>PA</b>	<b>SatO2</b>	<b>Escala Borg</b>
<b>REPOUSO</b>					
<b>3 MIN.</b>					
<b>6 MIN</b>					

O que sentiu ao fim do teste? \_\_\_\_\_

Distância Percorrida \_\_\_\_\_ m.