

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PNEUMOLÓGICAS

KARLA POERSCH

**ASSOCIAÇÃO ENTRE O TRABALHO DE CAMINHADA DE SEIS  
MINUTOS E A CAPACIDADE AERÓBIA DE PICO EM  
PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA  
CRÔNICA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciências Pneumológicas, à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas.

Orientador: Prof. Dr. Paulo José Zimmermann Teixeira

Porto Alegre, 2009.

# **Livros Grátis**

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

Milhares de livros grátis para download.

**FICHA CATALOGRÁFICA**

**P745a Poersch, Karla**

Associação entre o trabalho de caminhada de seis minutos e a capacidade aeróbia de pico em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica / Karla Poersch ; orient. Paulo José Zimmermann Teixeira. – 2009. 81 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas. Porto Alegre, BR-RS, 2009.

1. Doença pulmonar obstrutiva crônica 2. Teste de esforço 3. Exercício 4. Espirometria 5. Caminhada I. Teixeira, Paulo José Zimmermann II. Título.

NLM: WF 600

Catálogo Biblioteca FAMED/HCPA

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Paulo José Zimmermann Teixeira, pelo apoio, paciência, incentivo, ensinamentos e amizade.

A equipe do Dr. Álvaro Reischak de Oliveira e ao Cardiologista Juliano Castilhos, pela disponibilidade na realização dos testes, pelo companheirismo e dedicação durante todo o trabalho.

Ao meu amigo e colega Dáverson Bordin Canterle por compartilhar comigo as dificuldades e as alegrias envolvidas nessa tarefa.

Ao pneumologista Danilo C. Berton e a fisioterapeuta Mariane Borba Monteiro pela ajuda prestada.

A todos os participantes da pesquisa, pela disponibilidade em colaborar.

À amizade e carinho de todos os verdadeiros amigos que compartilharam essa etapa comigo.

Aos meus pais Luely e Ilar Poersch, pelos ensinamentos, pelo amor e torcida constantes.

Ao meu irmão Guilherme Poersch, pelas palavras de apoio em todos os momentos.

Ao meu namorado Rodrigo Gaspar, pelo carinho, incentivo, compreensão, colaboração e amor, em todos os dias compartilhados.

## RESUMO

O teste de exercício cardiopulmonar incremental (TECP) tem sido utilizado para avaliar o impacto global da doença em pacientes com DPOC. Considerando que as avaliações de exercício em laboratório são demoradas, caras e muitas vezes indisponíveis, o teste de caminhada de seis minutos (TC6min) não exige equipamentos caros e sofisticados, e pode ser facilmente realizado. Embora, a principal medida comumente utilizada no teste de caminhada seja a distância percorrida durante os 6 minutos (D), esta medida não leva em conta as diferenças de peso corpóreo, que podem influenciar o desempenho do exercício. Além disso, estudos anteriores correlacionaram o trabalho realizado durante o TC6min com TECP incremental pedalando, modalidade de exercício comumente associada a fadiga de quadríceps e menor consumo de oxigênio de pico ( $\dot{V}O_2$ ) do que o TECP caminhando. O principal objetivo desse estudo foi avaliar a correlação entre a distância percorrida no TC6min (D) e o produto distância percorrida - peso corporal (DxP), uma estimativa do trabalho realizado durante o TC6min, com o  $\dot{V}O_2$  de pico obtido durante o TECP incremental em esteira ergométrica. Foram estudados trinta pacientes (19 homens), apresentando média ( $\pm$  DP) de idade de  $66,3 \pm 7,5$  anos, com DPOC estável de moderada a grave intensidade (VEF<sub>1</sub> médio de  $1,1 \pm 0,4$ L e  $39 \pm 13\%$  predito) que realizaram TECP incremental em esteira ergométrica até o limite máximo de tolerância e o TC6min. Os testes foram realizados com pelo menos 48 horas de intervalo. A correlação de Pearson foi utilizada para avaliar o nível de associação entre o  $\dot{V}O_2$  pico, a distância e o trabalho executado durante o TC6min. Os pacientes percorreram  $425,1 \pm 78,6$  m e realizaram um trabalho de  $28166,4 \pm 8368,4$  Kg-m durante o TC6min, enquanto que o  $\dot{V}O_2$  de pico atingido foi  $965,6 \pm 370,1$  mL/min ( $68,7 \pm 17,4\%$  do previsto) no TCPE. Ao final do exercício, em ambos os testes, a dispnéia foi a principal queixa e maior percepção de dispnéia e maior frequência cardíaca foi observado ao final do TECP comparativamente ao TC6min. O trabalho da caminhada (DxP) durante o TC6min demonstrou maior correlação com o  $\dot{V}O_2$  pico do que a distância (D) isoladamente. O mesmo ocorreu para VEF<sub>1</sub>, CVF,

CI,  $D_LCO$ ,  $\dot{V}CO_2$ ,  $\dot{V}E$  e duplo produto (uma estimativa do trabalho do miocárdio), ( $r = 0,57$ ;  $r = 0,57$ ;  $r = 0,73$ ;  $r = 0,7$ ;  $r = 0,75$ ;  $r = 0,65$ ;  $r = 0,51$ ;  $r = 0,4$  respectivamente, todos com  $p < 0,05$ ). Dessa forma, esse estudo corrobora a melhor associação entre o trabalho estimado a partir da TC6min e o  $\dot{V}O_2$  pico atingido durante TECP, neste caso em esteira ergométrica, em comparação à distância isoladamente.

Palavras-chave: Teste de caminhada de seis minutos. Teste de esforço cardiopulmonar. Ergoespirometria. DPOC

## ABSTRACT

Incremental cardiopulmonary exercise testing (CPET) is increasingly used to evaluate the overall impact of the illness in patients with COPD. Whereas laboratory tests of exercise performance are often time-consuming, costly and frequently unavailable, the six-minute walk test (6MWT) does not require expensive or sophisticated equipments, and can be easily performed. Although, the main outcome measure commonly used in this field test is the distance walked during the predetermined 6 minutes (6MWD), this measure does not account for differences in body weight that are known to influence exercise performance. Furthermore, previous studies correlated the working performed during 6MWT with incremental cycling CPET, an exercise modality more associated with quadriceps fatigability and lower peak oxygen consumption ( $\dot{V}O_2$ ) than incremental walking tests. The main objective of this study is to evaluate the correlation between 6MWD and its derivative walking distance-body weight product, an estimation of the work performed during 6MWT, with peak  $\dot{V}O_2$  obtained during a treadmill incremental CPET. The study enrolled thirty patients (19 males), with a mean ( $\pm$  SD) age of  $66.3 \pm 7.5$  years and a stable moderate-to-severe COPD (ie, mean  $FEV_1$   $1.1 \pm 0.4$ L and  $39 \pm 13$  % predicted) performed a ramp incremental CPET to the limit of tolerance on a treadmill and 6MWT. Tests were performed at least 48 h apart. Pearson's correlation was used to assess the level of association between peak  $\dot{V}O_2$  and the distance and work executed during 6MWT. The patients walked  $425.1 \pm 78.6$  m and performed a work of  $28,166.4 \pm 8368.4$  (Kg-m) during the 6MWT while achieved a peak  $\dot{V}O_2$  of  $965.6 \pm 370.1$  mL/min ( $68.7 \pm 17.4$ % of predicted) in the treadmill CPET. They mainly stopped exercise due to dyspnea in both tests and reported a greater perception of dyspnea and higher heart rate was observed at the end of the CPET. The work of walking during the 6-MWT (DxW) provided greater and more frequent significant correlation with peak  $\dot{V}O_2$  than that observed with 6MWD. This was the case for  $FEV_1$ , FVC, IC,  $D_LCO$ ,  $\dot{V}CO_2$ ,  $\dot{V}E$ , and double product (an estimate of myocardial work) ( $r=0.57$ ;  $r=0.57$ ;  $r=0.73$ ;  $r=0.7$ ;  $r=0.75$ ;  $r=0.65$ ;  $r=0.51$  and  $r= 0.4$ , respectively;

all  $p < 0.05$ ). This study provides evidence to corroborate the better association between the work estimated from the 6MWT and peak  $\dot{V}O_2$  achieved during CPET, in this case with a treadmill, than the 6MWD on isolation.

Key Words: six-minute walking test; cardiopulmonary exercise test; ergospirometry; COPD



**SUMÁRIO**

FICHA CATALOGRÁFICA.....	I
AGRADECIMENTOS.....	II
RESUMO.....	III
ABSTRACT.....	V
LISTA DE TABELAS E FIGURAS.....	IX
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	X
1.INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1 Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica.....	3
2.1.1 Conceito.....	3
2.1.2 Estadiamento.....	4
2.1.3 Fatores de Risco.....	5
2.1.4 Epidemiologia.....	7
2.1.5 Patogênese/ Patologia.....	8
2.1.6 Caracterização Clínica.....	9
2.1.7 Diagnóstico.....	9
2.1.8 Tratamento.....	10
2.1.9 Evolução e Prognóstico.....	11
2.2 Exercício Físico e DPOC.....	11
2.3 Avaliação e Prescrição de Exercícios na DPOC.....	13

2.3.1 Teste de Exercício Cardiopulmonar Máximo.....	14
2.3.2 Teste de Caminhada dos Seis Minutos.....	15
2.3.3 Intensidade da Dispneia.....	16
2.3.4 Prova de Função Pulmonar.....	16
3. OBJETIVOS.....	18
3.1 Objetivo Geral.....	18
3.2 Objetivos Específicos.....	18
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA REVISÃO DA LITERATURA.....	19
5. ARTIGO CIENTÍFICO EM LÍNGUA PORTUGUESA.....	27
6. ARTIGO CIENTÍFICO EM LÍNGUA INGLESA.....	46
7. CONCLUSÃO.....	64
ANEXOS.....	65
Anexo 1: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	65
Anexo 2: Ficha de Avaliação.....	68
Anexo 3: Escala Subjetiva de Percepção de Esforço.....	70

**LISTA DE TABELAS E FIGURAS**

TABELA 1 (da Dissertação) – Classificação da DPOC segundo GOLD.....	17
TABELA 1 (do Artigo) – Características dos pacientes.....	54
TABELA 2 (do Artigo) – Valores obtidos no pico do Teste de Esforço Cardiopulmonar e ao final do Teste de Caminhada de Seis Minutos.....	55
TABELA 3 (do Artigo) – Correlação entre a distância percorrida no Teste de Caminhada de Seis Minutos e o trabalho de caminhar em relação às respostas ao teste de exercício e a função pulmonar de repouso.....	56
FIGURA 1 (do Artigo) - Gráficos de dispersão entre o consumo de oxigênio de pico do Teste de Esforço Cardiopulmonar e a distância percorrida e o trabalho, obtidos no Teste de Caminhada de Seis Minutos.....	57

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATS – *American Thoracic Society*

CI – Capacidade Inspiratória

CVF – Capacidade Vital Forçada

CPT – Capacidade Pulmonar Total

DPOC – Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

D<sub>L</sub>CO – Capacidade de Difusão Pulmonar de Monóxido de Carbono

FC – Frequência Cardíaca

FR – Frequência Respiratória

GOLD – *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease*

IMC – Índice de Massa Corpórea

LAPEX – Laboratório de Pesquisa do Exercício

MIs – Membros Inferiores

PLATINO – Projeto Latinoamericano de Investigação em Obstrução Pulmonar

SBPT – Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia

SpO<sub>2</sub> – Saturação Periférica de Oxigênio

SPSS – *Statistical Package for Social Sciences*

TC6min – Teste de Caminhada de Seis Minutos

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

VE – Ventilação Minuto

VEF<sub>1</sub> – Volume Expiratório Forçado no Primeiro Segundo

VCO<sub>2</sub> – Produção de Dióxido de Carbono

VO<sub>2</sub> – Consumo de Oxigênio

VR – Volume Residual

VVM- Ventilação Voluntária Máxima

## 1. INTRODUÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é caracterizada pela limitação ao fluxo aéreo, que resulta da combinação de redução do recolhimento elástico pulmonar e aumento da resistência das vias aéreas (1).

O sintoma mais comum é a dispnéia, que leva à limitação das atividades físicas, com conseqüente descondicionamento muscular periférico (2). A complexa interação entre as anormalidades dos músculos periféricos, ventilatórios e cardiovasculares explicam a intolerância ao exercício físico, até mesmo durante as atividades de vida diária (3).

A confirmação do diagnóstico se faz basicamente através da espirometria, que demonstra uma redução da relação entre o volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ) e a capacidade vital forçada (CVF) (4). Até pouco tempo, o  $VEF_1$  era o principal parâmetro a ser analisado, no entanto, estudos realizados recentemente mostram que existem outros fatores importantes que influenciam no impacto e na evolução da DPOC, sendo os valores de  $VEF_1$  limitados para predizer a capacidade de exercício, a qualidade de vida e a sintomatologia (5).

Para avaliar a capacidade física e estabelecer um programa de exercícios para pacientes com DPOC, o método mais precioso é o teste máximo de esforço com análise dos gases (6). Devido às dificuldades encontradas para realizar esse teste conhecido como ergoespirometria, testes submáximos, com registro da distância percorrida, como o Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6min), têm sido utilizados para monitorar a efetividade do tratamento e como forma de estabelecer o prognóstico de pacientes com DPOC, pois, além de baratos, simulam as atividades de vida diária (7).

Baseados nessa idéia, Rodrigues e Viegas (2002) publicaram um estudo, envolvendo 45 pacientes com DPOC, correlacionando provas funcionais respiratórias com o teste de caminhada de seis minutos, mostrando que a correlação significativa com o  $VEF_1$  pode auxiliar na avaliação da deterioração da função pulmonar, da sobrevida e do nível de funcionalidade física de portadores de DPOC (8).

No entanto, Chuang e cols (2001) e Carter e cols (2003) publicaram que a distância percorrida isoladamente não reproduz a capacidade de exercício, pois existem diferenças entre as características dos testes máximos e submáximos, e o peso corporal pode modificar a tolerância do indivíduo ao exercício. Esses autores estudaram pacientes com DPOC e acharam uma forte correlação entre o produto da distância percorrida e o peso corporal com o  $VO_2$  de pico, demonstrando que este parâmetro reflete de maneira mais precisa a tolerância ao exercício, do que a distância percorrida isoladamente (9,10).

Portanto, sendo o condicionamento cardiorrespiratório o aspecto mais importante para a prescrição de exercícios, justifica-se a realização da análise das relações entre o teste de caminhada de seis minutos (TC6min), a ergoespirometria (teste máximo de esforço com análise dos gases expirados), a função pulmonar e o peso corpóreo do paciente, na tentativa de estimar a capacidade de exercício de pacientes com DPOC, uma vez que o peso corpóreo estabelece diferenças na capacidade física de pacientes com DPOC, para uma mesma limitação ao fluxo aéreo.

Considerando os aspectos descritos acima, seria indispensável um modelo de avaliação que contemplasse, além do  $VEF_1$ , a composição corporal, o grau de dispnéia, as relações de trocas gasosas, a distância percorrida no teste de caminhada e a tolerância ao exercício, uma vez que independentes, são importantes fatores preditores do prognóstico na DPOC (11,12).

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA

#### 2.1.1. Conceito

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é uma enfermidade respiratória prevenível e tratável, que se caracteriza pela presença de obstrução crônica do fluxo aéreo, que não é totalmente reversível (13). A obstrução do fluxo aéreo é geralmente progressiva e está associada a uma resposta inflamatória anormal dos pulmões à inalação de partículas, gases tóxicos e queima de biomassa, causada primariamente pelo tabagismo (14).

O processo inflamatório crônico pode produzir alterações dos brônquios (bronquite crônica), bronquíolos (bronquiolite obstrutiva) e do parênquima pulmonar (enfisema pulmonar). A predominância destas alterações é variável em cada indivíduo, tendo relação com os sintomas apresentados (15).

A inflamação crônica causa remodelamento e estreitamento das pequenas vias aéreas. A destruição do parênquima pulmonar, também por processos inflamatórios, leva à perda das conexões alveolares das pequenas vias aéreas e reduz o recolhimento elástico pulmonar. Como consequência, tais alterações diminuem a habilidade das vias aéreas de se manterem abertas durante a expiração (1,14).

O enfisema, ou destruição das superfícies responsáveis pelas trocas gasosas nos pulmões (alvéolos), é um termo patológico que é, com frequência, (porém incorretamente) utilizado clinicamente e descreve apenas uma das várias anomalias estruturais presentes em pacientes portadores de DPOC. A bronquite crônica, ou a presença de tosse e produção de expectoração por, pelo menos, três meses, a cada dois anos consecutivos, continua sendo um termo útil clínica e epidemiologicamente. Contudo, isso não reflete o impacto principal da limitação do fluxo aéreo sobre a morbidade e a mortalidade em pacientes com DPOC. Também é importante reconhecer que a tosse e a produção de expectoração podem preceder o desenvolvimento da limitação do fluxo aéreo; inversamente, alguns pacientes

desenvolvem significativa limitação do fluxo aéreo sem tosse crônica e produção de expectoração (16,17).

A DPOC possui uma história natural variável e nem todos os indivíduos seguem o mesmo curso. Contudo, a DPOC é geralmente uma doença progressiva, em especial se a exposição do paciente aos agentes nocivos for contínua. Se a exposição for interrompida, a doença pode ainda continuar progredindo devido ao declínio da função pulmonar que, normalmente, ocorre com o envelhecimento. Apesar disso, a interrupção da exposição aos agentes nocivos, mesmo depois que uma limitação significativa do fluxo aéreo estiver presente, pode resultar em alguma melhora da função e, certamente, irá retardar ou até impedir a progressão da doença (18).

### 2.1.2. Estadiamento

O estadiamento da DPOC é importante para facilitar e estabelecer critérios diagnósticos, padronizar recursos terapêuticos e estabelecer marcadores prognósticos (19). Tradicionalmente, a gravidade da DPOC é definida pelo grau de obstrução, avaliada pelo volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ) após uso de broncodilatador (pós-BD).

Um sistema de estadiamento ideal deve ter forte correlação com a mortalidade, morbidade e estado de saúde, além de ter como base a limitação do fluxo aéreo, as trocas gasosas, sendo a hipercapnia indicativo de redução da sobrevida e as limitações sintomáticas, onde o achado clínico de maior relevância é a dispnéia (14,20).

Na tabela a seguir encontra-se o estadiamento da doença, segundo o documento GOLD.



<b>Tabela 1 - Classificação da DPOC pela gravidade</b>	
<b>Estádio</b>	<b>Características</b>
<b>I: DPOC Leve</b>	VEF <sub>1</sub> / CVF < 70% VEF <sub>1</sub> ≥ 80% com ou sem sintomas respiratórios crônicos
<b>II: DPOC Moderada</b>	VEF <sub>1</sub> / CVF < 70% 50% ≤ VEF <sub>1</sub> < 80% do previsto com ou sem sintomas respiratórios crônicos
<b>III: DPOC Grave</b>	VEF <sub>1</sub> / CVF < 70% 30% ≤ VEF <sub>1</sub> < 50% do previsto com incapacidade física e alteração da qualidade de vida
<b>IV: DPOC Muito Grave</b>	VEF <sub>1</sub> / CVF < 70% VEF <sub>1</sub> < 30 % do previsto presença de insuficiência respiratória ou falência ventricular direita.

Embora a DPOC seja definida tendo como base a limitação do fluxo aéreo, na prática, a decisão de procura por auxílio médico é normalmente determinada pelo impacto de um sintoma particular sobre o estilo de vida de um paciente. Portanto, a DPOC pode ser diagnosticada em qualquer estágio da doença.

### 2.1.3. Fatores de Risco

Grande parte da evidência sobre fatores de risco para a DPOC vem de estudos epidemiológicos que identificam as associações, em vez da relação entre causa e efeito, no entanto, diversos fatores de risco já estão bem documentados (14,21,22,23). Os principais fatores de risco para o desenvolvimento da DPOC são:

a) Fumo: embora o tabagismo seja o fator de risco melhor estudado na DPOC, mostrando que o risco é diretamente proporcional a quantidade de cigarros fumados e o tempo de fumo, ele não é o único.

b) Sexo: o sexo masculino é mais acometido pela doença, uma vez que os homens ainda fumam mais que as mulheres, mas alguns estudos sugerem que as mulheres são mais suscetíveis aos efeitos da fumaça do tabaco do que os homens.

c) Nutrição: a má nutrição e a perda de peso podem reduzir a resistência e a força do músculo respiratório, e a associação da desnutrição e do estado anabólico/catabólico, com o desenvolvimento de enfisema, tem sido apresentada em estudos experimentais em animais.

d) Fatores Genéticos: o fator de risco genético melhor documentado é uma deficiência hereditária rara de alfa-1 antitripsina, responsável por apenas 1% dos casos. O desenvolvimento prematuro e acelerado de enfisema panacinar e o declínio na função pulmonar ocorrem em fumantes e não fumantes com deficiência grave, embora o fumo aumente o risco sensivelmente.

e) Infecções respiratórias na infância: infecções (virais e bacterianas) podem contribuir para a patogênese e progressão da DPOC. História de infecções respiratórias graves foi associada com redução da função pulmonar e aumento dos sintomas respiratórios em adultos. Suscetibilidade a infecções virais podem estar relacionadas com outro fator, como o peso ao nascer, que está relacionada com DPOC. A infecção pelo HIV mostrou-se como acelerador do início do enfisema relacionado ao tabagismo; e a história de tuberculose pode estar associada com obstrução ao fluxo aéreo em adultos acima de 40 anos.

f) Idade: a idade em que se começa a fumar, os anos/maços fumados e o estado atual do tabagismo prevêm a mortalidade por DPOC. Portanto, quanto maior a idade, maior será o tempo de exposição aos fatores de risco.

g) Exposição ocupacional: as poeiras e os produtos químicos ocupacionais (vapores irritantes e fumaça) também podem causar a DPOC, quando as exposições são suficientemente intensas ou prolongadas, como aquelas experimentadas por mineradores. Níveis elevados de poluição urbana do ar são prejudiciais a pessoas com doença pulmonar ou cardíaca pré-existente. O papel da poluição do ar extradomiciliar no aparecimento da DPOC é obscuro, mas parece ser pequeno, quando comparado com o tabagismo.

h) Fatores socioeconômicos: há evidência de que o risco de desenvolvimento da DPOC está inversamente relacionado ao status socioeconômico. Não está claro, contudo, se esse padrão reflete exposição a poluentes do ar intra e extradomiciliares, a aglomerações, à má nutrição ou a outros fatores que estão relacionados ao baixo status socioeconômico.

#### 2.1.4. Epidemiologia

A DPOC, por suas definições imprecisas e variáveis, é uma doença difícil de quantificar a prevalência, a morbidade e mortalidade. Os dados de prevalência para o Brasil, obtidos até o momento, são de questionário de sintomas, que permitem estimar a DPOC em adultos maiores de 40 anos em 12% da população, ou seja, 5.500.000 indivíduos (24).

O projeto PLATINO – Projeto Latinoamericano de Investigação em Obstrução Pulmonar (2005), realizado em São Paulo, com o objetivo de determinar a prevalência da DPOC e analisar o impacto da doença, avaliou os indivíduos com mais de 40 anos residentes na área metropolitana da Grande São Paulo. No estudo, foi aplicado questionários e espirometria pré e pós-broncodilatador, considerando como obstrução brônquica o padrão internacional a relação VEF1/CVF  $<0,70$  pós-broncodilatador. Os resultados do estudo mostram que a prevalência total da DPOC foi de 15,8%, sendo 18% nos homens e 14% nas mulheres. A distribuição de acordo com o estadiamento da doença proposto pelo GOLD, em estádios I, II, III e IV, foi de 10,1%, 4,6%, 0,9% e 0,2% respectivamente. A maior concentração de casos, considerando a idade, foi em pessoas acima de 60 anos (25). Apesar da DPOC ser uma doença altamente prevalente, ela é, geralmente, subestimada e subdiagnosticada, como mostra o estudo PLATINO, que identificou que 88% dos pacientes com DPOC não tinham o diagnóstico prévio da doença.

Para a saúde pública, é de suma importância determinar o número de indivíduos doentes que correspondem a real prevalência da doença na comunidade. De acordo com o DATASUS, a DPOC é a doença respiratória responsável pelo maior custo, sendo hospitalizados anualmente 200 milhões de pacientes, ocupando da 4<sup>a</sup> à 7<sup>a</sup> posição entre as principais causas de morte, tendo a taxa de mortalidade passado de 7,88 em cada 100.000 habitantes na década de 1980, para 19,04 em cada 100.000 habitantes na década de 1990, com um crescimento de 340% (24,26,27).

### 2.1.5. Patogênese/ Patologia

As partículas e os gases nocivos inalados causam inflamação pulmonar, uma reação normal que parece estar amplificada nos pacientes que desenvolvem DPOC. Esta resposta inflamatória anormal pode induzir a destruição dos tecidos do parênquima resultando em enfisema e interromper a reparação normal e mecanismos de defesa resultando em fibrose das pequenas vias aéreas (14).

As alterações patológicas características da DPOC encontram-se nas vias aéreas centrais, que são responsáveis pela tosse crônica e pela produção de expectoração, e nas periféricas, responsáveis pelo estreitamento das vias aéreas e pelo declínio precoce da função pulmonar, com queda importante dos valores de VEF<sub>1</sub>. Além disso, a destruição do parênquima e as alterações da vasculatura pulmonar acarretam um desequilíbrio na relação ventilação/perfusão ocasionando hipoxemia, e conseqüentemente mais prejuízos na mecânica respiratória (16,28).

Todas essas alterações são conseqüências da inflamação crônica do pulmão e levam a anomalias fisiológicas como hipersecreção mucosa, disfunção ciliar, limitação do fluxo aéreo, hiperinsuflação pulmonar, anomalias nas trocas gasosas, hipertensão pulmonar e *cor pulmonale*; alterações que geralmente se desenvolvem nessa ordem durante o curso da doença e tornam-se evidentes primeiro ao exercício e, posteriormente, também ao repouso (29).

A DPOC também está associada a efeitos sistêmicos, tais como a inflamação sistêmica e a disfunção muscular esquelética. A evidência de inflamação sistêmica inclui presença de estresse oxidativo sistêmico, concentrações anormais de citocinas circulantes e ativação das células inflamatórias (30). A evidência da disfunção muscular esquelética inclui a perda progressiva de massa muscular esquelética e a presença de várias anomalias bioenergéticas. Tais efeitos sistêmicos possuem conseqüências clínicas importantes, pois contribuem para a limitação da capacidade física do paciente e, dessa forma, para o declínio da condição de saúde na DPOC (31).

### 2.1.6 Caracterização Clínica

A tosse crônica e a produção de expectoração, certas vezes denominadas como bronquite crônica, são uma consequência da inflamação das vias aéreas, que leva à hipersecreção mucosa e à disfunção dos mecanismos normais de depuração ciliar. A expectoração é produzida na DPOC como uma consequência da resposta inflamatória e contém proteínas plasmáticas exsudadas dos microvasos da circulação brônquica, células inflamatórias e pequenas quantidades de muco provenientes das células caliciformes epiteliais. O volume de expectoração produzido suplanta os mecanismos de depuração, resultando em tosse e expectoração (32,33).

A dispnéia, uma percepção anormal da respiração, geralmente reflete um desequilíbrio entre a condução neural para os músculos respiratórios e a efetividade da ventilação resultante. Diferentes termos são utilizados para descrever a sensação de falta de ar, que também é influenciada por outros fatores, tais como o humor. Em pacientes portadores de DPOC, a dispnéia é, principalmente, a consequência dos mecanismos pulmonares comprometidos, como resistência aumentada das vias aéreas e recolhimento elástico diminuído (2). Ela está presente apenas em exercícios vigorosos nos estádios iniciais da doença, mas pode estar presente no repouso, à medida que o comprometimento mecânico se agrava (34).

### 2.1.7 Diagnóstico

A avaliação clínica tem importante papel no diagnóstico, apesar de a identificação de pacientes assintomáticos ser difícil. O diagnóstico clínico de DPOC deve ser considerado em qualquer paciente com dispnéia, tosse crônica, produção de expectoração e uma história de exposição a fatores de risco para a doença (14,35).

A espirometria continua sendo o padrão-ouro para diagnóstico da doença e para o acompanhamento de sua progressão e deve ser realizada em todos os pacientes com suspeita de DPOC. Na prática, é o teste mais informativo, simples e

objetivo na medida de limitação do fluxo aéreo disponível. A espirometria permite mensurarmos a capacidade vital forçada (CVF), o volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ), que sempre se encontra reduzido nesses pacientes, e calcular a relação entre estas duas medidas ( $VEF_1/CVF$ ) (36,37,38).

A radiografia convencional e a tomografia computadorizada de alta resolução que, geralmente apresentam hiperinsuflação e destruição tecidual, além de outras alterações, como aumento do diâmetro ântero-posterior do tórax, alargamento dos espaços intercostais, horizontalização das costelas e alterações na cúpula diafragmática, deverão ser utilizadas (39).

Ainda que o volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ) seja usado como uma medida de limitação do fluxo aéreo, nos pacientes com DPOC este dado pode subestimar o grau de obstrução das vias aéreas. Outros exames de importância são a gasometria arterial, que mostra as repercussões da doença sobre a ventilação alveolar e as trocas gasosas, e a ergoespirometria, exame que avalia dados cardiológicos e respiratórios concomitantemente, que são de enorme importância no processo de reabilitação (40).

### 2.1.8 Tratamento

A abordagem global para a conduta na DPOC deve ser caracterizada por um avanço gradual no tratamento, levando em consideração a gravidade da doença e o estado clínico do paciente.

A identificação, a redução e o controle dos fatores de risco são passos importantes para a prevenção e tratamento de toda doença. No caso da DPOC, medidas como suspensão do fumo, conscientização do paciente, alívio do broncoespasmo, tratamento das complicações, utilização de oxigênio suplementar e participação em um programa de reabilitação pulmonar são fatores importantes para o alívio dos sintomas e melhora da qualidade de vida (14,33). A educação do paciente, quanto à cessação do tabagismo, possui a maior capacidade de influenciar a história natural da DPOC, melhorando também a resposta do paciente às exacerbações (41).

A terapia farmacológica com broncodilatadores e corticóides é utilizada para prevenir e controlar os sintomas, reduzir a frequência e a gravidade das exacerbações, melhorar a condição de saúde e aumentar a tolerância ao exercício.

Outros tratamentos farmacológicos incluem as vacinas contra a gripe, terapia de aumento da alfa-1 antitripsina (casos de deficiência hereditária), antibióticos e imunorreguladores. No entanto, foi demonstrado que nenhuma das medicações existentes para a DPOC modifica o declínio a longo prazo na função pulmonar, que é a característica fundamental dessa doença (42).

Pacientes em estágios mais avançados da doença poderão ser beneficiados com o uso de oxigênio, suporte ventilatório (ventilação mecânica invasiva e a não-invasiva) e através de técnicas cirúrgicas.

### 2.1.9 Evolução e Prognóstico

O prognóstico relaciona-se diretamente com os anos de tabagismo. Os pacientes com DPOC costumam procurar atendimento médico somente quando apresentam sintomas que limitam suas atividades diárias. Nesse estágio, observa-se acentuada redução dos volumes pulmonares, níveis anormais de gases no sangue, distúrbios de difusão e comprometimento da relação ventilação-perfusão (14,33).

Com a instituição do tratamento adequado e descontinuação do tabagismo, observa-se melhora na tosse e expectoração. A longo prazo, inevitavelmente, a função ventilatória sofrerá um declínio progressivo, além do usual causado pelo envelhecimento, podendo evoluir para insuficiência respiratória grave e *cor pulmonale* (29). Essa dramática evolução da DPOC experimenta, atualmente, melhora na sobrevivência, quando os pacientes participam de um programa de reabilitação pulmonar, cumprem disciplinadamente a rotina de um tratamento complexo, abrangente e monitorizado e, quando, muito hipoxêmicos, fazem uso de oxigenoterapia contínua (43).

## 2.2. EXERCÍCIO FÍSICO E DPOC

As alterações encontradas nos músculos esqueléticos de pacientes com DPOC situam-se em todos os planos: massa muscular, tipo e tamanho das fibras musculares, capilarização e enzimas metabólicas. A diminuição da massa muscular

contribui para a redução da força dos músculos periféricos, porém ainda é incerto, se toda esta perda de força pode ser atribuída totalmente à atrofia muscular (44,45).

Indivíduos com DPOC demonstram pobre performance de exercício, indicada por uma redução marcada no consumo de  $O_2$  e na taxa de trabalho no pico de exercício. No pico de exercício, a entrega de  $O_2$  está claramente abaixo dos níveis normais, indicando um consumo de  $O_2$  prejudicado ou uma redistribuição de fluxo sanguíneo anormal durante o exercício (46). Existe uma elevação dos níveis de lactato sanguíneo durante o exercício, sendo esta responsável pela queda do pH muscular, a qual, em parte, pode ter um papel na intolerância ao exercício nestes pacientes (47,48).

Resultados de estudos sugerem que disfunção muscular periférica tem substancial contribuição na fadiga muscular periférica e que a capacidade oxidativa dos músculos esqueléticos dos membros inferiores está reduzida nos indivíduos com DPOC (49). Existem dados, como o baixo conteúdo de fibras do tipo oxidativo e o alto conteúdo de fibras glicolíticas, a baixa atividade de enzimas oxidativas e a alta atividade de enzimas glicolíticas, além de níveis inferiores de ATP e fosfocreatina, que indicam uma troca do metabolismo oxidativo para o glicolítico, ocorrendo nos músculos esqueléticos de pacientes com DPOC a baixos níveis de exercício. A etiologia dessas anormalidades parece ser multifatorial, envolvendo fatores como descondicionamento, hipóxia e/ou hipercapnia, estresse oxidativo, senescência, disfunção hormonal, inflamação sistêmica, uso crônico ou repetitivo de fármacos (corticosteroides) e depleção nutricional (50,51).

Em geral pacientes com DPOC apresentam alteração de peso, com perda de massa magra que resulta em disfunção muscular periférica e diminuição da capacidade para realizar exercícios (52). O peso corporal afeta diretamente a energia gasta durante o exercício, uma vez que a estimativa da energia consumida durante uma caminhada é desenvolvida em razão da velocidade empregada, da distância percorrida e do peso corporal do indivíduo. Dessa forma, o custo energético de um determinado exercício, em geral, é mais alto para as pessoas mais pesadas, especialmente para os exercícios com sustentação de peso como o caminhar (53,54).

A dispnéia, o prejuízo na tolerância ao exercício e a redução da qualidade de vida são queixas comuns dos pacientes com DPOC, no entanto, essas queixas não se devem apenas à perda da função pulmonar, mas também a importante disfunção



muscular esquelética periférica e seu efeito deletério na capacidade de se exercitar (55).

Os principais benefícios da atividade física para estes pacientes, no que diz respeito à qualidade de vida, são evidenciados sob o aspecto psicossocial, elevando a autoconfiança, além de motivar a mudança nos hábitos de vida e o controle dos fatores de risco (56). Os efeitos fisiológicos mais comuns ocasionados pelo treinamento são a diminuição da frequência cardíaca (FC) para um mesmo nível de consumo de  $O_2$ , aumento da tolerância ao esforço e capacidade de trabalho, diminuição da percepção de esforço e aumento da eficiência metabólica muscular periférica na extração de  $O_2$  (11,56,57).

Portanto, se a destruição do parênquima pulmonar não pode ser revertida, cabe a nós enfatizarmos a importância do exercício, já que a disfunção muscular esquelética é potencialmente reversível.

### 2.3. AVALIAÇÃO E PRESCRIÇÃO DE EXERCÍCIOS NA DPOC

A intolerância ao esforço físico é um dos sintomas mais frequentes na DPOC, o que leva a perda de qualidade de vida, uma vez que o indivíduo apresenta dificuldade para realizar tarefas que antes eram facilmente toleradas. Essa diminuição da capacidade de exercício não deve ser prevista apenas por parâmetros avaliados em repouso. Idealmente sugere-se a realização do teste de exercício cardiorrespiratório, que é considerado padrão ouro para avaliação dos pacientes com DPOC, pois permite detectar respostas que identificam as causas da intolerância ao exercício (58).

De acordo com a literatura atual, variáveis como a capacidade de exercício, avaliada através do consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$ ), a distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos, a saturação de oxigênio ( $SpO_2$ ) e demais parâmetros monitoradas durante o exercício, são consideradas melhores para prever o prognóstico da DPOC do que os parâmetros de função respiratória ou cardíaca coletados em repouso (58,59). Portanto, a associação dos diferentes testes usados na avaliação do paciente com DPOC, permite observar as interações que ocorrem entre o sistema pulmonar, cardíaco e muscular e compreender de que maneira cada um deles contribui na limitação ao exercício (58).

### 2.3.1. Teste de Exercício Cardiopulmonar Máximo

O Teste de Exercício Cardiopulmonar Máximo é considerado o padrão ouro na avaliação das causas de intolerância ao exercício em pacientes com doença cardíaca e pulmonar e tem como principais indicações identificar a causa de falta de ar, avaliar a gravidade da doença e a dessaturação de oxigênio induzida pelo exercício e, principalmente, fornecer dados para a prescrição adequada de exercícios específicos para cada paciente (60).

O teste compreende a imposição de um exercício com cargas crescentes (ou seja, incremental) limitado por sintomas, enquanto se monitorizam as variáveis cardiopulmonares como consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), produção de dióxido de carbono ( $VCO_2$ ), ventilação minuto (VE), frequência cardíaca (FC), a percepção de sintomas como a dispnéia e a fadiga dos Msls, e quando necessário, nos permite avaliações da dessaturação arterial do oxigênio relacionada ao esforço, da hiperinsuflação dinâmica e da força muscular dos membros (58).

Antes da execução do teste, deve-se obter um eletrocardiograma de 12 derivações, pois a descoberta de anormalidades no ECG de repouso proíbe o teste de esforço. Quanto às contra-indicações para a realização do teste, essas podem ser classificadas como absolutas (infarto agudo do miocárdio, angina instável, insuficiência cardíaca congestiva, estenose aórtica severa, entre outros) ou relativas (PAD de repouso  $> 115\text{mmHg}$  ou PAS de repouso  $> 200\text{mmHg}$ , cardiopatia valvular moderada, anormalidades eletrolíticas, doença metabólica descontrolada...) (61).

Os ergômetros mais utilizados para o teste são a bicicleta ergométrica, a esteira rolante, o banco ou degraus e o ergômetro de braço. Em relação aos protocolos de teste, podemos citar o protocolo de Balke, Naughton, Bruce e Ellestad que estão baseados no aumento progressivo do trabalho externo de grandes grupos musculares até o ponto final de fadiga ( $VO_2$  máximo) ou interrupção devido a respostas anormais (61).

### 2.3.2. Teste de Caminhada dos Seis Minutos (TC6min)

O Teste de Caminhada dos Seis Minutos (TC6min) é utilizado na avaliação da capacidade física, com o intuito de complementar a avaliação dinâmica dos pacientes com DPOC, monitorar a efetividade dos tratamentos e estabelecer o prognóstico desses indivíduos. É um método reprodutível, confiável e caracteriza-se como o principal teste de avaliação da capacidade de exercício por sua simplicidade e facilidade de realização e interpretação. Além disso, indica a capacidade de realização de atividades de vida diária, por ser um teste submáximo, e pode ser executado por idosos e em condições graves como a DPOC (62,63).

A realização do teste consiste em caminhar em terreno plano, perfazendo a distância de 30 metros entre dois pontos previamente marcados, durante 6 minutos, a uma velocidade auto-imposta pelo próprio paciente. Pode ser realizada a monitorização da frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), saturação de oxigênio ( $SpO_2$ ), e o grau de dispnéia. O paciente não deve apresentar contra-indicações ortopédicas, pneumológicas ou cardíacas previamente conhecidas a esse tipo de exercício (64).

As variáveis de interesse devem ser coletadas antes de iniciar o teste e imediatamente após o seu término, bem como o registro da distância percorrida. O paciente é acompanhado pelo profissional durante o teste, e este é encerrado quando o paciente completar os seis minutos propostos inicialmente ou por algum outro motivo que impeça o seu término (64).

A medida da  $SpO_2$  e da FC devem ser realizadas através da oximetria, com sensor, geralmente posicionado no terceiro dedo, a cada minuto do teste. A escala de Borg traduz o esforço realizado pelo paciente durante o teste e pode avaliar o grau de dispnéia, bem como a fadiga dos membros inferiores.

O efeito do aprendizado foi descrito para o teste de caminhada, de modo que a realização de dois testes em curto espaço de tempo deve ser utilizada apenas em casos de pesquisa, não sendo recomendada a repetição do teste na avaliação clínica de rotina (62).

### 2.3.3. Intensidade da Dispneia

O instrumento mais frequentemente utilizado para a avaliação da percepção subjetiva de esforço é a escala de Borg. Esta constitui um indicador de intensidade de esforço que tem assumido crescente popularidade no âmbito da prescrição de exercício para populações especiais e populações saudáveis (14).

Existem essencialmente duas versões disponíveis para a aplicação da escala de Borg: (1) escala análogo visual – RPE 20 (*ratings of perceived exertion*) de 6-20 pontos e (2) escala CR 10 (*category-ratio*) de 0-10 pontos (65).

O objetivo das escalas é mensurar o esforço, a dispneia, a dor e a fadiga durante os testes. A investigação nesta área tem-se centrado primordialmente na forma como esta escala se correlaciona com diferentes variáveis fisiológicas e psicológicas de carácter individual (65).

### 2.3.4 Prova de Função Pulmonar

A espirometria é definida como a análise quantitativa e qualitativa da função ventilatória, sendo considerada como o exame complementar de maior utilidade no diagnóstico, pois permite conhecer o grau e o tipo de distúrbio que envolve o sistema respiratório, mensurando com fidelidade a contribuição de todos os componentes do sistema (66). A análise dos resultados permite-nos quantificar a gravidade da doença, em leve, moderado e grave, bem como diferenciar patologias obstrutivas e restritivas, mistas e inespecíficas, além de quantificar a resposta obtida com o uso de broncodilatadores (24).

Quanto as suas indicações, destaca-se a identificação de doença ou envolvimento pulmonar, quantificação da doença pulmonar, detecção de doença precoce, investigação de dispneia, acompanhamento e resposta ao tratamento de doenças como asma, DPOC e infiltrados pulmonares difusos, avaliação da incapacidade e avaliação pré-operatória (67).

O teste é realizado através de um aparelho acoplado ao paciente por um bucal, sendo que a análise da função pulmonar a partir do ar expirado é apresentada de forma digital. Assim, os parâmetros aferidos são: capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ): volume tempo percentual

(VEF<sub>1</sub>%) conhecido como Índice de Tiffeneau, VEF 0,2-1,2 – Fluxo Expiratório, FEF 25-75% e FEF 75-85%. Os resultados do teste são obtidos em valores numéricos absolutos (volumes em litros e fluxos em litros por segundo) e relativos (percentuais), relativos aos preditos para sexo, idade e altura (66,67).

Já a pletismografia, trata-se de um exame mais sofisticado, composto de uma série de testes que tem a finalidade de medir os volumes pulmonares, a resistência das vias aéreas à passagem do ar, a força dos músculos respiratórios, e a capacidade do pulmão de realizar trocas gasosas; o que significa ter os dados da espirometria, somado a valores de capacidade pulmonar total (CPT), volume residual (VR), capacidade inspiratória (CI) e difusão por monóxido de carbono (DLCO) (68).

Com duração aproximada de 45 minutos, é realizado com equipamentos avançados, requerendo máxima colaboração do paciente. Apesar de o pletismógrafo ser uma caixa hermeticamente fechada, suas paredes são transparentes e conta com suprimento constante de ar. O exame, portanto, não é desconfortável. Todas as manobras são repetidas algumas vezes para se obter uma média, com intervalo de descanso entre elas.

As principais indicações da pletismografia são: diagnóstico e avaliação de processos obstrutivos, restritivos e mistos; detecção de limitação do fluxo aéreo; determinação do alçaponamento de ar; avaliação pré e pós-reabilitação pulmonar; avaliação de dispnéia com espirometria normal; e avaliação da musculatura respiratória (fadiga respiratória, fadiga neuromuscular) (69).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Geral**

Verificar a associação entre o produto da massa corpórea e a distância percorrida no teste de caminhada dos seis minutos (TC6min) com a capacidade aeróbia de pico obtida em teste de exercício cardiopulmonar, realizado em esteira ergométrica, em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica.

#### **3.2 Específicos**

Avaliar a correlação entre o produto distância-peso (DxP) e a função pulmonar de repouso nesses pacientes;

Correlacionar o trabalho obtido no teste de caminhada de seis minutos (TC6min) com as demais variáveis fisiológicas obtidas no pico do teste de exercício cardiopulmonar (TECP);

Contrastar a frequência cardíaca (FC), saturação periférica de oxigênio por oximetria (SpO<sub>2</sub>), percepção de dispnéia e fadiga de membros inferiores (MIs) ao final do teste de caminhada dos seis minutos (TC6min) com os valores obtidos no pico do teste de exercício cardiopulmonar (TECP).

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barnes PJ. Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *New Engl J Med* 2000; 343: 269-80.
2. O'Donnell DE. Hyperinflation, dyspnea, and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease. *Proc Am Thorac Soc* 2006; 3: 180-84.
3. O'Donnell DE, Revill SM, Webb KA. Dynamic hyperinflation and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 164: 770-77.
4. Celli BR. The importance of spirometry in COPD and asthma: effect on approach to management. *Chest* 2000; 117(2): 15-19.
5. Dolan S, Varkey B. Prognostic factors in chronic obstructive pulmonary disease. *Curr Opin Pulm Med* 2005; 11(2): 1326-34.
6. ATS/ACCP- American Thoracic Society / American College of Chest Physicians. Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; 167: 211-17.
7. Van Stel HF, Bogaard JM, Rijssenbeek-Nouwens LH, Colland VT. Multivariable assessment of the 6-min walking test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 163: 1567-71.
8. Rodrigues SL, Viegas CAA. Estudo da correlação entre provas funcionais respiratórias e o teste de caminhada de seis minutos em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica. *J Pneumologia* 2002; 8(6): 324-28.

9. Chuang ML, Lin IF, Wasserman, K. The body weight- walking distance product as related to lung function, anaerobic threshold and peak  $VO_2$  in COPD patients. *Respiratory Medicine* 2001; 95: 618-26.
10. Carter R, Holiday DB, Nwasuruba C, Stocks J, Grothues C, Tjep B. 6- Minute walk work for assessment of functional capacity in patients with COPD. *Chest* 2003; 123:1408-1415.
11. Celli BR, Cote CG, Marin JM, Casanova C, Montes de Oca M, Mendez RA, et al. The body-mass index, airflow obstruction, dyspnea, and exercise capacity index in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 2004; 350(10): 1005-12.
12. Jones PW, Agusti AG. Outcomes and markers in assessment of chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2006; 27(4): 822-32.
13. Jardim J, Oliveira J, Nascimento O. II Consenso Brasileiro de Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC). *J Bras Pneumol* 2004; 30 (5): S1-S42.
14. GOLD 2007. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease, update 2007. Disponível em <<http://goldcopd.com>> Acesso em 20 de Agosto de 2009.
15. Yaksic MS, Tojo M, Cukier A, Stelmach R. Profile of a Brazilian population with severe chronic obstructive pulmonary disease. *J Pneumologia* 2003; 29 (2): 64-69.
16. Fabbri LM, Luppi F, Beghé B, Rabe K. Update in chronic obstructive pulmonary disease 2005. *Am J Respir Crit Care Med* 2006; 173: 1056-1065.
17. Cardoso AP, Lemle A, Bethlem N. Doenças Pulmonares Obstrutivas Crônicas. In: \_\_\_\_\_. *Pneumologia*. 4<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Atheneu, 2000. p. 600-621.



18. Soriano JB, Visick GT, Muellerova H, Payvandi N, Hansell AL. Patterns of comorbidities in newly diagnosed COPD and asthma in primary care. *Chest* 2005; 128(4): 2099-2107.
19. Ferguson GT. Why does the lung hyperinflate? *Proc Am Thorac Soc* 2006; 3: 176-179.
20. Godoy I. Avaliando a gravidade e o prognóstico da doença pulmonar obstrutiva crônica: a medida do VEF<sub>1</sub> ainda é suficiente? *J Brás Pneumol* 2007; 33(4): XXIII-XXIV.
21. Menezes AMB. Epidemiologia da DPOC. In: Silva LCC. *Conduitas em Pneumologia*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. p. 326-328.
22. Chen Y. Genetics and pulmonary medicine. *Thorax* 1999; 54: 818-824.
23. Silverman EK, Speizer FE. Risk factors for the development of chronic obstructive pulmonary disease. *Med Clin North Am* 1996; 80: 501-522.
24. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia 2004. Caracterização da Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) – Definição, Epidemiologia, Diagnóstico e Estadiamento. In: \_\_\_II Consenso Brasileiro sobre Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. *J Pneumol* 2004; 30(5): S1-S5.
25. Projeto Latino-Americano de Investigação em Obstrução Pulmonar (PLATINO). Disponível em: <[WWW.platino-alat.org](http://WWW.platino-alat.org)> Acesso em 20 de junho de 2009.
26. DATASUS 2006. Ministério da Saúde. Informações em Saúde. Mortalidade. Disponível em <<http://www.datasus.gov.br>> Acesso em 20 de agosto de 2008.
27. Lopez AD, Shubuya K, Mathers CD, Hansel AL, Held LS, Shimidt V, Buist S. Chronic obstructive pulmonary disease: current burden and future projections. *Eur Respir J* 2006; 27: 188–207.

28. Wouters EFM. Nonpharmacological modulation of dynamic hiperinflation. *Eur Respir Rev* 2006; 15(100): 90-95.
29. Hogg JC. Pathophysiology of airflow limitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Lancet* 2004; 56(4): 515-548.
30. MacNee W. Oxidative stress and lung inflammation in airways disease. *Eur J Pharmacol* 2001; 429(1-3): 195-207.
31. Dourado VZ, Tanni SE, Vale SA, Faganello MM, Sanchez FF, Godoy I. Manifestações sistêmicas na doença pulmonar obstrutiva crônica. *J Brás Pneumol* 2006; 32(2): 161-171.
32. Saetta M, Turato G, Maestrelli P, Mapp CE, Fabbri LM. Cellular and structural bases of chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 163:1304-1309.
33. Celli B, MacNee W. Standards for the diagnosis and treatment of patients with COPD: a summary of the ATS/ERS position paper. *Eur Respir J* 2004; 23: 1-15.
34. Bauerle O, Chrusch CA, Younes M. Mechanisms by which COPD affects exercise tolerance. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 157: 57-68.
35. Hetzel JL, Irion KL, Silva LCC. Diagnóstico. In: Silva, L.C.C. *Conduas em Pneumologia*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. p. 332-340.
36. Chronic Obstructive Pulmonary Disease. National clinical guideline on management of chronic obstructive pulmonary disease in adults in primary and secondary care. *Thorax* 2004; 59(1): 1-232.
37. Celli BR. The importance of spirometry in COPD and asthma: effect on approach to management. *Chest* 2000; 117(2): S15-S19.

38. Enright RL, Studnicka M, Zielinski J. Spirometry to detect and manage chronic obstructive pulmonary disease and asthma in the primary care setting. *Eur Respir Mon* 2005; 31: 1-14.
39. Palombini BC, Godoy DV. Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. In: \_\_\_\_\_. *Doenças das Vias Aéreas- uma visão clínica integradora*. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. p. 321-335.
40. Noronha Filho AJ. Bronquite Crônica e Enfisema Pulmonar. In: Silveira IC. *O Pulmão na Prática Médica - sintoma, diagnóstico e tratamento*. 4ª ed. Rio de Janeiro: EPUB, 2000. p. 453-472.
41. Torres BS, Godoy I. Doenças tabaco-relacionadas. In: *Diretrizes para a Cessação do Tabagismo*. *J Pneumol* 2004; 30(2): S19-S29.
42. Vestbo J, Sorensen T, Lange P, Brix A, Torre P, Viskum K. Long-term effect of inhaled budesonide in mild and moderate chronic obstructive pulmonary disease: a randomised controlled trial. *Lancet* 1999; 353: 1819-1823.
43. Griffiths TL, Burr ML, Campbell IA, Jenkins VL, Mullins J, Shiels K. Results at 1 year of outpatient multidisciplinary pulmonary rehabilitation: a randomised controlled trial. *Lancet* 2000; 355: 362-368.
44. Bernard S, Whittom F, Leblan P, Jobin J, Belleau R, Berube C, Carrier G, Maltais F. Aerobic and Strength Training in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 896-901.
45. Mador MJ, Bozkanat E. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Rev* 2001; 2: 216-224.
46. Cooper CB. Exercise in chronic obstructive pulmonary disease: limitations and rehabilitation. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: 643-646.

47. Kim HC, Mofarrahi M, Hussain SN. Skeletal muscle dysfunction in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2008; 3(4): 637-58.
48. Malaguti C, Nery LE, Dal Corso S, Nápolis L, De Fuccio MB, Castro M, et al. Scaling skeletal muscle function to mass in patients with moderate-to-severe COPD. *Eur J Appl Physiol* 2006; 98(5): 482-488.
49. Swallow EB, Reyes D, Hopkinson NS, Man WD, Porcher R, Cetti EJ, et al. Quadriceps strength predicts mortality in patients with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2007; 62(2): 115-120.
50. Faucher M, Steinberg JG, Barbier D, Hug F, Jammes Y. Influence of chronic hypoxemia on peripheral muscle function and oxidative stress in humans. *Clin Physiol Funct Imaging* 2004; 24(2):75-84.
51. Jakobsson P, Jorfeldt L, Brundin A. Skeletal muscle metabolites and fibre types in patients with advanced chronic obstructive pulmonary disease (COPD), with and without chronic respiratory failure. *Eur Respir J* 1990; 3(2):192-196.
52. Marquis K, Debigaré R, Lacasse Y, LéBlanc P, Jobin J, Carrier G, et al. Midthigh muscle cross-sectional area is a better predictor of mortality than body mass index in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166(6): 809-813.
53. Mcardle WD, Katch FI, Katch, VL. Sistema Cardiovascular. In: \_\_\_\_\_. *Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. 4<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan,1998. p. 255-269.
54. Tang NL, Chung ML, Elia M, Hui E, Lum CM, Luk JK, et al. Total daily energy expenditure in wasted chronic obstructive pulmonary disease patients. *Eur J Clin Nutr* 2002; 56(4):282-287.

55. Grazzini M, Stendardi L, Gigliotti F, Scano G. Pathophysiology of exercise dyspnea in healthy subjects and in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Respir Med* 2005; 99(11): 1403-1412.
56. ATS/ERS - American Thoracic Society / European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med* 2006; 173(12): 1390-1413.
57. Pitta F, Troosters T, Spruit MA, Decramer PM, Gosselink R. Characteristics of physical activities in daily life in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2005; 171(9):972-977.
58. Palange, P, Ward SA, Carlsen KH *et al.* Recomendações sobre o uso dos testes de exercício na prática clínica. *Rev Port Pneumol* 2007; 13(4): 628-632.
59. Rodrigues F. Estudo dos factores limitativos do exercício físico em doentes com doença pulmonar obstrutiva crónica. *Rev Port Pneumol* 2004; 1: 9-61.
60. Neder JA, Nery LE. Teste de exercício cardiopulmonar. *J Pneumol* 2002; 28(3): S166-S206.
61. ACSM - American College of Sports Medicine. Prova de Esforço e Prescrição de Exercício. 5ª ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2000.
62. Rodrigues SL, Mendes HF, Viegas CAA. Teste de caminhada de seis minutos: estudo do efeito do aprendizado em portadores de doença pulmonar obstrutiva crónica. *J Bras Pneumol* 2004; 30(2): 121-125.
63. Marino DM, Marrara KT, Di Lorenzo VAP, Jamami M. Teste de caminhada de seis minutos na doença pulmonar obstrutiva crónica com diferentes graus de obstrução. *Rev Bras Med Esporte* 2007; 13(2): 103-106.
64. American Thoracic Society. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166:111–117.

65. Borg G. Escalas de Borg para a dor e o esforço percebido. 1ª ed. São Paulo: Manole, 2000.
66. I Consenso sobre Espirometria. J Pneumologia 1996; 22(3): 105-155.
67. Pereira CCA. Espirometria. In: Diretrizes de Testes para Função Pulmonar. J Pneumol 2002; 28(3): S1-S82.
68. Menna-Barreto SS. Volumes Pulmonares. In: Diretrizes de Testes para Função Pulmonar. J Pneumol 2002; 28(3): S83-S94.
69. Pereira CAC, Moreira MAF. Pletismografia – resistência das vias aéreas. In: Diretrizes de Testes para Função Pulmonar. J Pneumol 2002; 28(3):S139-S150.

## 5. ARTIGO CIENTÍFICO EM LÍNGUA PORTUGUESA

### ASSOCIAÇÃO ENTRE O TRABALHO DO TESTE DE CAMINHADA DOS SEIS MINUTOS E A CAPACIDADE AERÓBIA DE PICO EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA

Karla Poersch <sup>(1)</sup>, Daversom Bordin Canterle <sup>(1,2)</sup>, Juliano Castilho <sup>(3)</sup>, Danilo C Berton <sup>(1,2)</sup>, Álvaro R. Oliveira <sup>(4)</sup>, André Luiz Lopes <sup>(4)</sup>, Jocelito Martins <sup>(4)</sup>, Paulo José Zimmermann Teixeira <sup>(1,2)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Programa de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas, Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>(2)</sup> Centro Universitário Feevale - Instituto de Ciências da Saúde, Novo Hamburgo, RS, Brasil.

<sup>(3)</sup> Instituto de Cardiologia, Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>(4)</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Laboratório de Pesquisa do Exercício (Lapex) da Escola de Educação Física (ESEF), Porto Alegre, RS, Brasil.

#### Endereço para Correspondência:

Karla Poersch

Rua Maria Edith Selbach, 281 - Bairro Centro

CEP 95730-000, Barão, RS. Telefone: 51 98499485

Endereço de e-mail: [karlapoersch@yahoo.com.br](mailto:karlapoersch@yahoo.com.br)

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** O teste de exercício cardiopulmonar incremental (TECP) tem sido utilizado para avaliar o impacto global da doença em pacientes com DPOC. Considerando que as avaliações de exercício em laboratório são demoradas, caras e muitas vezes indisponíveis, o teste de caminhada de seis minutos (TC6min) não exige equipamentos caros e sofisticados, e pode ser facilmente realizado. Embora, a principal medida comumente utilizada no teste de caminhada seja a distância percorrida durante os 6 minutos (D), esta medida não leva em conta as diferenças de peso corpóreo, que podem influenciar o desempenho do exercício. Além disso, estudos anteriores correlacionaram o trabalho realizado durante o TC6min com TECP incremental pedalando, modalidade de exercício comumente associada a fadiga de quadríceps, e menor consumo de oxigênio de pico ( $\dot{V}O_2$ ) do que o TECP caminhando.

**OBJETIVO:** O principal objetivo desse estudo foi avaliar a correlação entre a distância percorrida no TC6min (D) e o produto distância percorrida - peso corporal (DxP), uma estimativa do trabalho realizado durante o TC6min, com o  $\dot{V}O_2$  de pico obtido durante o TECP incremental em esteira ergométrica.

**MÉTODOS:** Foram estudados trinta pacientes (19 homens), apresentando média ( $\pm$  DP) de idade de  $66,3 \pm 7,5$  anos, com DPOC estável, de moderada a grave intensidade (ou seja,  $VEF_1$  médio de  $1,1 \pm 0,4L$  e  $39 \pm 13\%$  predito) que realizaram TECP incremental em esteira ergométrica até o limite máximo de tolerância, e o TC6min. Os testes foram realizados com pelo menos 48 horas de intervalo. A correlação de Pearson foi utilizada para avaliar o nível de associação entre o  $\dot{V}O_2$  pico, a distância e o trabalho executado durante o TC6min.

**RESULTADOS:** Os pacientes percorreram  $425,1 \pm 78,6$  m e realizaram um trabalho de  $28166,4 \pm 8368,4$  Kg-m durante o TC6min, enquanto que o  $\dot{V}O_2$  de pico atingido foi  $965,6 \pm 370,1$  mL/min ( $68,7 \pm 17,4\%$  do previsto) no TCPE. Ao final do exercício, em ambos os testes, a dispnéia foi a principal queixa e maior percepção de dispnéia



e maior frequência cardíaca foi observado ao final do TECP comparativamente ao TC6min. O trabalho da caminhada (DxP) durante o TC6min demonstrou maior correlação com o  $\dot{V}O_2$  pico do que a distância (D) isoladamente. O mesmo ocorreu para  $VEF_1$ , CVF, CI,  $D_LCO$ ,  $\dot{V}CO_2$ ,  $\dot{V}E$  e duplo produto (uma estimativa do trabalho do miocárdio), ( $r = 0,57$ ;  $r = 0,57$ ;  $r = 0,73$ ;  $r = 0,7$ ;  $r = 0,75$ ;  $r = 0,65$ ;  $r = 0,51$ ;  $r = 0,4$  respectivamente, todos com  $p < 0,05$ ).

**CONCLUSÃO:** Esse estudo corrobora a melhor associação entre o trabalho estimado a partir da TC6min e o  $\dot{V}O_2$  pico atingido durante TECP, neste caso em esteira ergométrica, em comparação à distância isoladamente.

**Palavras-chave:** Teste de caminhada de seis minutos. Teste de esforço cardiopulmonar. Ergoespirometria. DPOC

## INTRODUÇÃO

A principal característica dos pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é a intolerância ao exercício. O teste de exercício cardiopulmonar (TECP) incremental tem sido muito utilizado para avaliar de forma objetiva a capacidade de exercício e identificar as causas limitantes do exercício em pacientes com DPOC <sup>(1)</sup>. Considerando a DPOC uma doença sistêmica, caracterizada por manifestações extrapulmonares, além da limitação ao fluxo aéreo, o  $\dot{V}O_2$  pico obtido durante o TECP incremental é um dos preditores mais importantes de mortalidade em 5 anos <sup>(2,3)</sup>. Entretanto, os testes máximos de esforço são muitas vezes demorados, caros e indisponíveis.

Os testes de caminhada têm sido amplamente utilizados em pacientes com doença respiratória, uma vez que não exigem equipamentos caros e sofisticados, e podem ser facilmente realizados <sup>(4)</sup>. Assim, o teste de caminhada de seis minutos (TC6min) tem se mostrado um teste submáximo de alta intensidade e de carga relativamente constante <sup>(5,6)</sup>. Esse teste tem sido utilizado em pacientes com DPOC para investigar os efeitos das intervenções na capacidade de exercício <sup>(7-10)</sup>, bem como para avaliar o prognóstico <sup>(11-14)</sup>. A principal medida utilizada é a distância percorrida durante os seis minutos de teste <sup>(4)</sup>, no entanto, as medidas de SpO<sub>2</sub> e frequência cardíaca (FC) podem ser aferidas para avaliar benefícios fisiológicos associadas a melhorias na tolerância ao exercício após as intervenções <sup>(1)</sup>. Por outro lado, a distância percorrida não leva em conta as diferenças de peso corpóreo, que reconhecidamente podem influenciar o desempenho do exercício. O uso do produto entre o peso corpóreo e a distância percorrida durante o TC6min (DxP) representa uma alternativa para estimar o trabalho realizado durante esse teste <sup>(15)</sup>.

Estudos anteriores que avaliaram a associação entre DxP durante o TC6min, com o teste cardiopulmonar incremental máximo, mostraram melhor correlação do que quando comparado somente a distância do TC6min <sup>(15-19)</sup>. Entretanto, todos esses estudos utilizaram a bicicleta como ergômetro. Considerando que a fadiga do quadríceps femoral é mais frequente e acentuada após pedalar do que depois de caminhar, pode-se dizer que a caminhada é uma alternativa preferível para estimar a capacidade de exercício máximo em pacientes com DPOC <sup>(20)</sup>. Desse modo, o objetivo do presente estudo é avaliar a correlação entre o TC6min e o produto

distância-peso (DxP) com o pico do  $\dot{V}O_2$  obtido durante o TECP realizado na esteira, bem como contrastar as respostas fisiológicas obtidas ao final de cada teste.

## MÉTODOS

### População Estudada

Trinta ex-fumantes (19 homens), com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) estável, (volume expiratório forçado no primeiro segundo [VEF<sub>1</sub>]/ capacidade vital forçada [CVF] <70% e VEF<sub>1</sub> pós-broncodilatador < 70%), com uma longa história de tabagismo (>10 maços/ano) foram avaliados. Os critérios de exclusão foram exacerbação recente (último mês), terapia a longo prazo com oxigênio ou saturação periférica de oxigênio < 88% em repouso, tratamento com corticoesteróides orais e anti-histamínicos, ou outra doença que pudesse causar limitação ao exercício. Todos os participantes assinaram termo de consentimento livre e esclarecido (aprovado pelo Comitê de Ética e pesquisa da Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre).

### Delineamento

Foi um estudo transversal, onde os pacientes realizaram, após uma avaliação clínica inicial, o teste de esforço cardiopulmonar (TECP) em esteira ergométrica até o limite da tolerância e o teste de caminhada de seis minutos (TC6min) em um corredor de 30 metros. Ambos os testes foram realizados no período da manhã, com intervalo de 48 horas.

### Teste de Função Pulmonar

As variáveis espirométricas foram obtidas através de um sistema computadorizado (Jaeger®, Alemanha), conforme recomendado pela American Thoracic Society <sup>(4)</sup>, e os resultados foram expressos em valores absolutos e % do previsto <sup>(21)</sup>. A capacidade de difusão pulmonar de monóxido de carbono (D<sub>L</sub>CO) foi

medida por técnica de respiração única e os volumes pulmonares estáticos obtidos por pletismografia de corpo inteiro. Os valores observados foram comparados com os padrões brasileiros <sup>(22,23)</sup>.

### Testes de Exercício

O TECP foi realizado em esteira ergométrica (Inbramed® KT 10200). O consumo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$  mL/min); ventilação minuto ( $\dot{V}E$ , L/min) e o consumo de gás carbônico ( $\dot{V}CO_2$  mL/min) foram mensurados através de um analisador de gases computadorizado (*MedGraphics Cardiorespiratory Diagnostic Systems*, modelo CPX-D) e registrados a cada 15 segundos. A frequência cardíaca (FC, bpm) foi determinado a partir do intervalo RR do eletrocardiograma de 12 derivações e a saturação periférica de oxigênio ( $SpO_2$ ) por oximetria de pulso. Dispneia e a fadiga de membros inferiores (MIs) dos indivíduos foi avaliada usando a escala de Borg 0-10 ao final do exercício <sup>(24)</sup>. Durante o TECP incremental, a velocidade foi aumentada numa taxa constante (0,5-0,8 km / h), após 2 minutos de caminhada leve (1,2 km / h) e grau de inclinação 2%, até o limite de tolerância do paciente <sup>(25)</sup>. A ventilação voluntária máxima (VVM) foi estimada como  $37,5 \times VEF_1$  <sup>(26)</sup>. A reserva respiratória foi calculada como [1 - relação entre a ventilação pico/VVM] durante os últimos 20 segundos do teste de exercício incremental. O duplo produto foi calculado pela multiplicação entre a frequência cardíaca e pressão arterial sistólica no pico do exercício.

O TC6min foi realizado de acordo com os critérios definidos pela ATS <sup>(4)</sup>. Os pacientes foram orientados a andar em seu ritmo mais rápido e percorrer a maior distância possível durante os 6 minutos, sob a supervisão de um fisioterapeuta. Os pacientes foram autorizados a parar e descansar se necessário, mas eram encorajados a prosseguir com a caminhada após a recuperação. A distância percorrida (D),  $SpO_2$ , FC foram registradas e os pacientes classificaram sua falta de ar e fadiga de membros inferiores usando a escala de Borg 0-10, ao final do teste. O trabalho da caminhada foi calculado com o produto da distância percorrida (em metros) x peso do paciente (em quilogramas), sendo o trabalho resultante expresso em quilogramas de massa corpórea por metro percorrido no TC6min. Esse cálculo

leva em consideração as diferenças de peso corporal e, assim, estima o trabalho e o gasto de energia expressos como força  $\times$  distância <sup>(15)</sup>.

### Análise de Dados

Os dados são demonstrados como média  $\pm$  DP ou mediana (intervalo) de acordo com sua distribuição. As respostas no pico do exercício dos dois testes foram comparadas através dos testes *t* pareado ou Wilcoxon, conforme apropriado. A correlação de Pearson foi utilizada para avaliar o nível de associação entre variáveis contínuas. O modelo de regressão linear foi usado para prever o  $\dot{V}O_2$  de pico. As análises foram realizadas com SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) for Windows versão 15,0. As diferenças foram consideradas significativas quando  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

Os pacientes tinham obstrução de moderada a grave intensidade, com aumento dos volumes pulmonares estáticos e reduções moderadas na  $D_LCO$ . Quinze pacientes foram classificados como GOLD fase 3 e os demais pacientes foram classificados como GOLD fase 2 <sup>(27)</sup>. A descrição detalhada dos dados antropométricos e da função pulmonar em repouso estão na Tabela 1.

---

Tabela 1

---

A maioria dos pacientes apresentou redução na capacidade de exercício máximo (23/30 ou 77%) (pico de  $\dot{V}O_2$  abaixo do limite inferior da normalidade) e limitação ventilatória ao exercício (26/30 ou 87%), como sugerido pela razão  $\dot{V}E_{m\acute{a}x}/VVM$  aumentada ( $\geq 0,8$ ). Coerentemente, a dispnéia foi descrita como principal sintoma limitante do exercício em ambos os testes. A distância percorrida no TC6min foi  $425,1 \pm 78,6$  m e o trabalho de caminhar foi de  $28166,4 \pm 8368,4$  Kg-

m, enquanto que o  $\dot{V}O_2$  de pico durante o TECP foi  $965,6 \pm 370$  mL/min ( $66,8 \pm 17,4\%$  do predito) (Tabela2).

---

Tabela 2

---

*Correlações entre D e DxP em relação a função pulmonar de repouso.*

A distância percorrida durante o TC6min não apresentou correlação com nenhum dos parâmetros de função pulmonar em repouso, exceto CI/CPT. Por outro lado, o trabalho de caminhada durante o TC6min apresentou correlação moderada e significativa com diversas variáveis, incluindo VEF<sub>1</sub>, CVF, CI, CI/CPT e D<sub>L</sub>CO (Tabela 3).

---

Tabela 3

---

*Correlações entre D e DxP em relação as variáveis do TECP.*

Tal como observado com a função pulmonar de repouso, o DxP mostrou correlações significativas com respostas do TECP, que não foram observados com relação a D isoladamente. Portanto, pico de  $\dot{V}O_2$ ,  $\dot{V}CO_2$ ,  $\dot{V}E$ , FC e duplo produto (uma estimativa do trabalho do miocárdio), obtidos durante TECP, foram correlacionados com o trabalho de caminhar (Tabela 3). A Figura 1 apresenta os diagramas de dispersão e os coeficientes de correlação para D e DxP quando comparados aos valores de  $\dot{V}O_2$  de pico obtidos na esteira ergométrica.

---

Figura 1

---

De forma interessante, ao usar o modelo de regressão linear para prever o  $\dot{V}O_2$ , utilizando as variáveis inicialmente correlacionadas em teste de correlação linear simples, VEF<sub>1</sub>, CI e DxP foram os parâmetros que permaneceram no modelo de determinação do  $\dot{V}O_2$ , com coeficiente de  $0,87$  [ $\dot{V}O_2$  de pico =  $- 75,4 +$

221,2(VEF<sub>1</sub>) + 333,8(CI) + 0,01(DxP); r=0.93, erro padrão da estimativa [EP]= 136.3 mL/min, p<0.001].

### *Comparando as respostas fisiológicas ao TC6min e TECP*

Quando os índices fisiológicos de resposta ao exercício foram comparados ao final dos testes, os valores da FC e dispnéia pela escala de Borg, obtidos no pico do TECP foram significativamente maiores (p <0,01 e p= 0,014 respectivamente) (valores na Tabela 2). O grau de dessaturação da oxihemoglobina aferida por oximetria de pulso foi semelhante em ambos os testes.

## **DISCUSSÃO**

Estudos anteriores demonstraram, como esperado, que o produto DxP por ser um índice que leva em consideração o peso do paciente e as diferenças de energia gastas durante o TC6min, resulta em maior associação com a capacidade aeróbia no pico do TECP em cicloergômetro em pacientes com DPOC de moderada a grave intensidade, quando comparado com a distância percorrida no TC6min<sup>(15,16,18)</sup>. No entanto, esse estudo prospectivo parece ser o primeiro a demonstrar que, nessa população de pacientes, o trabalho individual de caminhar, estimado durante o TC6min através do produto DxP, apresenta correlações melhores com  $\dot{V}O_2$  de pico e outras medidas obtidas no TECP em esteira ergométrica. Como demonstrado em estudos recentes, pacientes com DPOC podem interromper o exercício de pedalar mais pela fadiga de membros inferiores do que pela de falta de ar<sup>(28,29)</sup>. A fadiga de Msls é um sintoma infreqüente após a caminhada em indivíduos com DPOC e a fadiga do quadríceps é rara no teste de caminhada incremental<sup>(29)</sup>. Além disso, pedalar não é uma atividade relevante para muitos pacientes, uma vez que caminhar é mais familiar. Além desses mecanismos que contribuem para a limitação do exercício, os dados da literatura sugerem que as respostas ventilatórias e metabólicas durante a caminhada são diferentes daquelas durante a pedalada na bicicleta, provavelmente devido ao recrutamento de um maior número de grupos musculares e, conseqüentemente, uma maior demanda ventilatória<sup>(30)</sup>. Nesse sentido, um estudo recente que proporcionou taxas semelhantes de trabalho durante o teste de exercício incremental na esteira e na bicicleta ergométrica demonstrou

que realizando o mesmo trabalho na caminhada resultou em maior  $\dot{V}O_2$  de pico e dessaturação do oxihemoglobina <sup>(31)</sup>. Considerando que estas duas variáveis são os índices mais importantes para prever a sobrevida dos pacientes com DPOC <sup>(2,3)</sup>, o produto DxP representa uma medida importante e simples que deriva do TC6min, um teste simples e amplamente acessível. Sendo assim, nossos dados fornecem subsídio para estimar com alto grau de confiança ( $r^2 = 0,87$ ) que o  $\dot{V}O_2$  de pico obtido no teste em esteira ergométrica é, provavelmente, a maneira mais eficiente para provocar um maior consumo de oxigênio possível nesses pacientes.

Como se sabe, a DPOC é uma doença multissistêmica <sup>(27)</sup> e a perda de peso e um IMC baixo têm sido considerados importantes preditores de mortalidade nesses pacientes <sup>(32)</sup>. De acordo com o índice BODE <sup>(33)</sup>, uma ferramenta integrada multidimensional que comprovadamente prediz a mortalidade em pacientes com esta doença, incorpora VEF<sub>1</sub>, TC6min, dispnéia e IMC. De maneira semelhante, os nossos resultados fornecem uma estimativa do  $\dot{V}O_2$  de pico, um significativo preditor de sobrevida, derivado a partir de uma medida de limitação do fluxo aéreo (VEF<sub>1</sub>), de hiperinsuflação pulmonar (IC) e da capacidade de trabalho (DxP).

Nosso estudo tem algumas considerações metodológicas que precisam ser ressaltadas. Nossa amostra é pequena e os resultados deverão ser validados em uma amostra maior e diferente. Além disso, não defendemos a substituição do TECP pelo TC6min, uma vez que o primeiro continua sendo uma ferramenta extremamente poderosa, que pode fornecer informações sobre a natureza da resposta cardiorrespiratória ao exercício, permitindo maior precisão na prescrição do treinamento físico e avaliação da resposta a intervenções <sup>(1)</sup>. Talvez este teste de campo poderia ser utilizado como substituto quando o TECP convencional não estiver disponível e a estimativa do trabalho de caminhada pode encontrar seu papel na prática médica da avaliação pneumológica diária. Apesar de existir alguns relatos no sentido de que o TC6min representa um teste de exercício em que pacientes com DPOC caminham num passo muito próximo a sua capacidade de tolerância máxima ao exercício <sup>(34)</sup>, esse teste pode ser realizado com intensidade bastante variável (intensidade auto-regulada pelo paciente) e a medida de troca gasosa através de TECP convencional representa a única maneira de inferir sobre o esforço dispensado durante o exercício.



## CONCLUSÃO

Esse estudo corrobora a melhor associação entre o trabalho estimado a partir do TC6min e  $\dot{V}O_2$  de pico atingido durante TECP, neste caso em esteira ergométrica, que a distância percorrida isoladamente. Considerando-se o maior pico de  $\dot{V}O_2$  obtido com um teste incremental de caminhada, a equação de previsão do pico de consumo de oxigênio pode ser uma ferramenta útil para inferir sobre o impacto sistêmico da DPOC quando o TECP não estiver disponível.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Palange P, Ward SA, Carlsen KH, Casaburi R, Gallagher CG, Gosselink R, O'Donnell DE, Puente-Maestu L, Schols AM, Singh S, Whipp BJ. Recommendations on the use of exercise testing in clinical practice. *Eur Respir J* 2007; 29: 185-209.
2. Oga T, Nishimura K, Tsukino M, Sato S, Hajiro T. Analysis of the factors related to mortality in chronic obstructive pulmonary disease: role of exercise capacity and health status. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;167:544–549.
3. Hiraga T, Maekura R, Okuda Y, et al. Prognostic predictors for survival in patients with COPD using cardiopulmonary exercise testing. *Clin Physiol Funct Imaging* 2003;23:324–331.
4. American Thoracic Society. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166:111–117.
5. Troosters T, Vilaro J, Rabinovich R, et al. Physiological responses to the 6-min walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2002;20:564–569.
6. Onorati P, Antonucci R, Valli G, et al. Non-invasive evaluation of gas exchange during a shuttle walking test vs. a 6-min walking test to assess exercise tolerance in COPD patients. *Eur J Appl Physiol* 2003;89:331–336.
7. Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Short- and long-term effects of outpatient rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized trial. *Am J Med* 2000;109:207–212.
8. Spruit MA, Gosselink R, Troosters T, De Paepe K, Decramer M. Resistance versus endurance training in patients with COPD and peripheral muscle weakness. *Eur Respir J* 2002;19:1072–1078.

9. Ries AL, Kaplan RM, Myers R, Prewitt LM. Maintenance after pulmonary rehabilitation in chronic lung disease: a randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;167:880–888.
10. Paggiaro PL, Dahle R, Bakran I, Frith L, Hollingworth K, Efthimiou J. Multicentre randomised placebo-controlled trial of inhaled fluticasone propionate in patients with chronic obstructive pulmonary disease. International COPD Study Group. *Lancet* 1998;351:773–780.
11. Cote CG, Pinto-Plata V, Kasprzyk K, Dordelly LJ, Celli BR. The 6-min walk distance, peak oxygen uptake, and mortality in COPD. *Chest* 2007;132:1778-85.
12. Cote CG, Casanova C, Marín JM, Lopez MV, Pinto-Plata V, de Oca MM, Dordelly LJ, Nekach H, Celli BR. Validation and comparison of reference equations for the 6-min walk distance test. *Eur Respir J* 2008;31:571-578.
13. Casanova C, Cote C, Marin JM, Pinto-Plata V, de Torres JP, Aguirre-Jaíme A, Vassaux C, Celli BR. Distance and oxygen desaturation during the 6-min walk test as predictors of long-term mortality in patients with COPD. *Chest* 2008;134:746-52.
14. Cote CG, Pinto-Plata VM, Marin JM, Nekach H, Dordelly LJ, Celli BR. The modified BODE index: validation with mortality in COPD. *Eur Respir J* 2008;32: 1269-1274.
15. Chuang, ML, Lin, IF, Wasserman, K The body weight-walking distance product as related to lung function, anaerobic threshold and peak VO<sub>2</sub> in COPD patients. *Respir Med* 2001; 95: 618-626.
16. Hill K, Jenkins SC, Cecins N, Philippe DL, Hillman DR, Eastwood PR. Estimating maximum work rate during incremental cycle ergometry testing from six-minute walk distance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil* 2008;89:1782-1787.

17. Carter R, Holiday DB, Stocks J, Grothues C, Tjep B. Predicting oxygen uptake for men and women with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84:1158-64.
18. Carter R, Holiday DB, Nwasuruba C, Stocks J, Grothues C, Tjep B. 6-minute walk work for assessment of functional capacity in patients with COPD *Chest* 2003;123:1408-15.
19. Luxton N, Alison JA, Wu J, Mackey MG. Relationship between field walking tests and incremental cycle ergometry in COPD. *Respirology* 2008;13:856-62.
20. Pepin V, Saey D, Whittom F, LeBlanc P, Maltais F. Walking versus Cycling-Sensitivity to Bronchodilation in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *AJRCCM* 2005; 172: 1517-1522.
21. Knudson RJ, Slatin RC, Lebowitz MD, Burrows B. The maximal expiratory flow-volume curve. Normal standards, variability, and effects of age. *Am Rev Respir Dis.* 1976;113:587–600.
22. Neder JA, Andreoni S, Peres C, et al. Reference values for lung function tests III. Carbon monoxide diffusing capacity (transfer factor). *Braz J Med Biol Res* 1999;32:729–37.
23. Neder JA, Andreoni S, Castelo-Filho A, et al. Reference values for lung function tests. I. Static volumes. *Braz J Med Biol Res* 1999;32:703–17.
24. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982; 14: 377-381.
25. Casaburi R, Kukafka D, Cooper CB, Witek Jr TJ, Kesten S. Improvement in exercise tolerance with the combination of tiotropium and pulmonary rehabilitation in Patients with COPD. *Chest* 2005; 127; 809-17.
26. Hansen JE, Sue DY, Wasserman K. Predicted values for clinical exercise testing. *Am Rev Respir Dis* 1984;129:S49–55.

27. GOLD 2007. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease, update 2007. Disponível em <<http://goldcopd.com>> Acesso em 20 de Agosto de 2009.
28. Killian KJ, Leblanc P, Martin DH, Summers E, Jones NL, Campbell EJ. Exercise capacity and ventilatory, circulatory, and symptom limitation in patients with chronic airflow limitation. *Am Rev Respir Dis* 1992;146: 935–940.
29. Man WD, Soliman MG, Gearing J, Radford SG, Rafferty GF, Gray BJ, Polkey MI, Moxham J. Symptoms and quadriceps fatigability after walking and cycling in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;168:562–567.
30. Palange P, Forte S, Onorati P, Manfredi F, Serra P, Carlone S. Ventilatory and metabolic adaptations to walking and cycling in patients with COPD. *J Appl Physiol* 2000; 88:1715–1720.
31. Hsia D, Casaburi R, Pradhan A. Physiological responses to linear treadmill and cycle ergometer exercise in COPD. *Eur Respir J* 2009; 34:605-615.
32. Landbo, C, Prescott, E, Lange, P, et al Prognostic value of nutritional status in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160:1856-1861.
33. Celli, B, Cote, C, Marin, J, et al The body mass index, airflow obstruction, dyspnea, and exercise capacity index in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 2004; 350:1005-1012.
34. Casas A, Vilaro J, Rabinovich R, et al Encouraged 6-min walking test indicates maximum sustainable exercise in COPD patients. *Chest* 2005;128:55-61.

## TABELAS DO ARTIGO

**Tabela 1- Características dos pacientes (n=30)**

Variável	Combinado	Homens	Mulheres
Idade (anos)	66,3 ± 7,5	67,3 ± 7,7	64,5 ± 7,1
Peso (Kg)	66 ± 15,3	70,9 ± 15,7	57,6 ± 10,9*
Altura (cm)	160 ± 10	170 ± 10	150 ± 5**
IMC	24,7 ± 4,5	24,8 ± 4,5	24,5 ± 4,6
VEF <sub>1</sub> (L)	1,1 ± 0,4	1,2 ± 0,4	0,8 ± 0,3**
VEF <sub>1</sub> (% previsto)	39 ± 13,6	38,5 ± 13,7	39,9 ± 14
CVF (L)	2,5 ± 0,7	2,8 ± 0,5	1,9 ± 0,5*
CVF (% previsto)	72,1 ± 16,6	71,4 ± 14,4	73,3 ± 19,5
CPT (L)	7,2 ± 1,7	8,0 ± 1,5	5,9 ± 1,1**
CPT (% previsto)	129,2 ± 21,7	128,2 ± 20,4	130,9 ± 24,7
VR (L)	4,7 ± 1,4	5,1 ± 1,4	3,9 ± 1,2*
VR (% previsto)	228,7 ± 73,3	235,6 ± 76,6	216,7 ± 69,1
CI (L)	1,6 ± 0,6	1,8 ± 0,6	1,3 ± 0,4*
CI (% previsto)	67,7 ± 27,4	62,5 ± 19	78,3 ± 39,1
VEF <sub>1</sub> /CVF (%)	42,3 ± 9,8	42 ± 11,4	42,7 ± 6,5
CI/CPT (%)	18,1 ± 10,3	20 ± 9,6	16,1 ± 10,6
D <sub>L</sub> CO (mL/min/mmHg)	12 ± 5,3	13,6 ± 4,7	8,7 ± 4,9*
D <sub>L</sub> CO (% previsto)	56,5±29	61,7±30,9	46,1±22,9
VVM estimado	39,5 ± 15	44,4 ± 15,3	30,9 ± 10*

Valores em média e desvio-padrão. IMC: Índice de Massa Corporal, VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo, CVF: capacidade vital forçada, CPT: capacidade pulmonar total, VR: volume residual, CI: capacidade inspiratória, D<sub>L</sub>CO difusão: fator de transferência para monóxido de carbono, VVM: ventilação voluntária máxima, \*p<0,05, \*\*p<0,01 no Teste t para amostras independentes.

**Tabela 2: Valores obtidos no pico do Teste de Esforço Cardiopulmonar (TECP) e ao final do Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6min) (n=30).**

Variável	Combinado	Homens	Mulheres
<b>TECP</b>			
$\dot{V}O_2$ (mL/min)	965,6 ± 370,1	1081,7 ± 401,9	764,9 ± 191,2*
$\dot{V}O_2$ (% predito)	68,7 ± 17,4	66,7 ± 19	72,1 ± 14,6
$\dot{V}CO_2$ (mL/min)	1014 ± 445,3	1141,8 ± 501,3	794,8 ± 197*
$\dot{V}E$ (L/min)	35,4 ± 15,7	40,3 ± 17,2	26,9 ± 7,5*
Reserva Ventilatória <sup>†</sup>	0,1 ± 0,2	0,1 ± 0,2	0,1 ± 0,2
FC (bpm)	131 ± 15,1	129 ± 18	133 ± 9
Duplo Produto <sup>‡</sup>	23725,8 ± 4481,2	23709,2 ± 5318,2	23759 ± 2234,7
SpO <sub>2</sub> (%)	87 ± 6	88 ± 5	86 ± 8
Borg dispnéia <sup>#</sup>	7 (2-10)	7 (4-10)	5 (2-10)
Borg MsIs <sup>#</sup>	4 (0-10)	5 (0-10)	3 (0-10)
<b>TC6min</b>			
Distância (m)	425,1 ± 78,6	411,1 ± 78,8	449,4 ± 75,6
DxP (Kgm)	28166,4 ± 8368,4	29437, ± 8846,2	25970,2 ± 7338,3
FC (bpm)	110 ± 18	103 ± 16,5	120 ± 16,5*
SpO <sub>2</sub> (%)	88 ± 8	91 ± 5	85 ± 11
Borg dispnéia <sup>#</sup>	4 (1-9)	4 (1-9)	3 (1-5)
Borg MsIs <sup>#</sup>	1 (0-5)	1 (0-5)	2 (0-5)

<sup>#</sup> Valores em mediana e variação (mínima e máxima). Demais valores em média e desvio- padrão.

$\dot{V}O_2$ : consumo de oxigênio no pico do exercício,  $\dot{V}CO_2$ : consumo máximo de gás carbônico no pico do exercício,  $\dot{V}E$ : ventilação minuto, SpO<sub>2</sub>: saturação periférica de oxigênio, FC: frequência cardíaca, DxP: produto distância percorrida e peso corporal, BORG dispnéia: sensação de dispnéia, BORG MsIs: fadiga de Membros Inferiores, \*p<0,05, \*\*p<0,01 no Teste t para amostras independentes.

<sup>‡</sup>Duplo produto: FC x pressão arterial sistólica no pico do esforço.

<sup>†</sup>Reserva Ventilatória = VEF1 x 37,5.

**Tabela 3: Correlação entre a distância percorrida (D) no TC6min e o trabalho de caminhar (DxP) em relação as respostas do teste de exercício e a função pulmonar de repouso.**

Variável	Distância (m)		DxP (Kg-m)	
	r	p	R	P
<b>TECP</b>				
$\dot{V}O_2$ pico (L/min)	0.32	NS	0.75	0.000
$\dot{V}O_2$ (% predito)	0.54	0.002	0.55	0.002
$\dot{V}CO_2$ (mL/min)	0.25	NS	0.65	0.000
$\dot{V}E$ (L/min)	0.15	NS	0.51	0.004
Reserva Ventilatória	0.034	NS	0.03	NS
FC (bpm)	0.16	NS	0.36	=0.052
Duplo Produto	0.13	NS	0.40	0.033
SpO <sub>2</sub> (%)	0.37	0.045	0.26	NS
Borg dispnéia	-0.23	NS	-0.14	NS
Borg fadiga MsIs	-0.17	NS	0.19	NS
<b>Função Pulmonar de Repouso</b>				
VEF <sub>1</sub> (L)	0.26	NS	0.57	0.001
CVF (L)	0.05	NS	0.57	0.001
FEV <sub>1</sub> /CVF (%)	0.35	NS	0.32	NS
CI (L)	0.24	NS	0.73	0.000
CPT (L)	-0.20	NS	0.25	NS
CI/CPT (%)	-0.44	0.026	-0.72	0.000
VR (L)	-0.29	NS	-0.11	NS
D <sub>L</sub> CO(mL/min/mmHg)	0.35	NS	0.7	0.000

*Definição da abreviação:* NS= não significativo. As outras abreviações estão na Tabela 1 e 2.



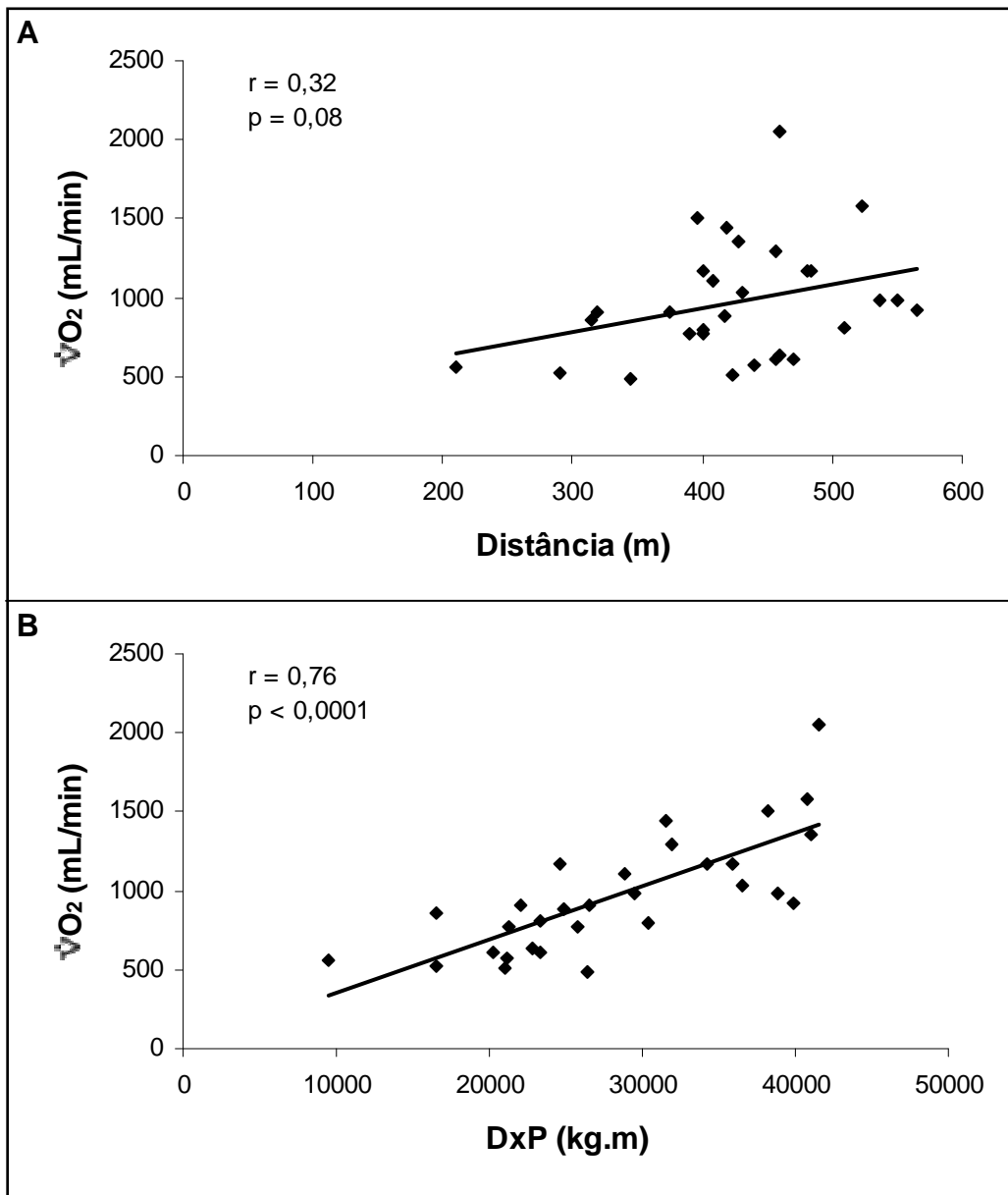


Figura 1- Gráficos de dispersão entre o  $\dot{V}O_2$  de pico do TECP e a distância (A) e  $\dot{V}O_2$  de pico do TECP e o trabalho(B), durante o TC6min.

## 6. ARTIGO CIENTÍFICO EM LÍNGUA INGLESA

### 6-MINUTE WALKING WORK RELATIONSHIP WITH TREADMILL INCREMENTAL CARDIOPULMONARY EXERCISE TEST IN COPD

Karla Poersch <sup>(1)</sup>, Daversom Bordin Canterle <sup>(1,2)</sup>, Juliano Castilho <sup>(3)</sup>, Danilo C Berton <sup>(1,2)</sup>, Álvaro R. Oliveira <sup>(4)</sup>, André Luiz Lopes <sup>(4)</sup>, Jocelito Martins <sup>(4)</sup>, Paulo José Zimermann Teixeira <sup>(1,2)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Programa de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas, Porto Alegre, RS, Brazil.

<sup>(2)</sup> Centro Universitário Feevale - Instituto de Ciências da Saúde, Novo Hamburgo, RS, Brazil.

<sup>(3)</sup> Instituto de Cardiologia, Porto Alegre, RS, Brazil.

<sup>(4)</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Laboratório de Pesquisa do Exercício (Lapex) da Escola de Educação Física (ESEF), Porto Alegre, RS, Brazil.

#### **Endereço para Correspondência:**

Karla Poersch

Rua Maria Edith Selbach, 281 - Bairro Centro

CEP 95730-000, Barão, RS. Teleone: 51 98499485

Endereço de e-mail: [karlapoersch@yahoo.com.br](mailto:karlapoersch@yahoo.com.br)

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Incremental cardiopulmonary exercise testing (CPET) is increasingly used to evaluate the overall impact of the illness in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). Whereas laboratory tests of exercise performance are often time-consuming, costly and frequently unavailable, the six-minute walk test (6MWT) does not require expensive or sophisticated equipments, and can be easily performed. Although, the main outcome measure commonly used in this field test is the distance walked during the predetermined 6 minutes (6MWD), this measure does not account for differences in body weight that are known to influence exercise performance. Furthermore, previous studies correlated the working performed during 6MWT with incremental cycling CPET, an exercise modality more associated with quadriceps fatigability and lower peak oxygen consumption ( $\dot{V}O_2$ ) than incremental walking tests.

**OBJECTIVE:** The main objective of this study is to evaluate the correlation between 6MWD and its derivative walking distance-body weight product, an estimation of the work performed during 6MWT, with peak  $\dot{V}O_2$  obtained during a treadmill incremental CPET.

**METHODS:** Thirty patients (19 males), with a mean ( $\pm$  SD) age of  $66.3 \pm 7.5$  years and a stable moderate-to-severe COPD (ie, mean  $FEV_1$   $1.1 \pm 0.4$ L and  $39 \pm 13$  % predicted) performed a ramp incremental CPET to the limit of tolerance on a treadmill and 6MWT. Tests were performed at least 48h apart. Pearson's correlation was used to assess the level of association between peak  $\dot{V}O_2$  and the distance and work executed during 6MWT.

**RESULTS:** Patients walked  $425.1 \pm 78.6$  m and performed a work of  $28,166.4 \pm 8368.4$  (Kg-m) during the 6MWT while achieved a peak  $\dot{V}O_2$  of  $965.6 \pm 370.1$  mL/min ( $68.7 \pm 17.4\%$  of predicted) in the treadmill CPET. They mainly stopped exercise due

to dyspnea in both tests and reported a greater perception of dyspnea and higher heart rate was observed at the end of the CPET. The work of walking during the 6-MWT (DxW) provided greater and more frequent significant associations with peak  $\dot{V}O_2$  than that observed with 6MWD. This was the case for FEV<sub>1</sub>, FVC, IC, D<sub>L</sub>CO,  $\dot{V}CO_2$ ,  $\dot{V}E$ , and double product (an estimate of myocardial work) ( $r=0.57$ ;  $r=0.57$ ;  $r=0.73$ ;  $r=0.7$ ;  $r=0.75$ ;  $r=0.65$ ;  $r=0.51$  and  $r=0.4$ , respectively; all  $p<0.05$ ).

**CONCLUSION:** This study provides evidence to corroborate the better association between the work estimated from the 6MWT and peak  $\dot{V}O_2$  achieved during CPET, in this case with a treadmill, than the 6MWD on isolation.

**Key Words:** six-minute walking test; cardiopulmonary exercise test; ergospirometry; COPD

## INTRODUCTION

The clinical hallmark of patients with chronic Obstructive pulmonary disease (COPD) is exercise intolerance. Incremental cardiopulmonary exercise testing (CPET) in such patients is increasingly used for the objective measurement of exercise capacity and for the identification of the causes limiting exercise tolerance that can be perhaps ameliorated <sup>(1)</sup>. Furthermore, considering COPD as a systemic disorder in which many extrapulmonary aspects in addition to airflow limitation can influence survival and quality of life, peak  $\dot{V}O_2$  obtained during a maximal incremental CPET is one of the most significant predictor of 5-year mortality <sup>(2,3)</sup>. However, laboratory tests of exercise performance are often time-consuming, costly and not universally disposable.

Field walking tests has been extensively used in patients with respiratory disease, do not require expensive or sophisticated equipments, and can be easily performed. In this regard, the six-minute walk test (6MWT) <sup>(4)</sup> has been shown to be a submaximal high-intensity constant-load test <sup>(5,6)</sup>. This test has been used in COPD patients to investigate the effects of interventions on patients' walking endurance capacity <sup>(7-10)</sup> as well as for prognostic evaluation <sup>(11-14)</sup>. The main outcome measure commonly reported is the distance walked during the predetermined 6 min (6MWD) <sup>(4)</sup>, however, measurements of SpO<sub>2</sub> and heart rate (HR) may be included to detect physiological benefits associated with improvements in exercise tolerance after interventions. By other side, distance walked does not account for differences in body weight that are known to influence exercise performance <sup>(1)</sup>. The use of the body weight-walking distance (ie, body weight × walking distance during 6MWT) product as an alternative method for assessing functional capacity for walking accounts for body weight differences and thereby estimates both work and energy expenditure expressed as force × distance <sup>(15)</sup>.

Previous studies that evaluate association between DxW with incremental maximal CPET provided better correlation when compared to 6MWT distance (6MWD) <sup>(15-19)</sup>. All these studies used cycling as the ergometer device. Considering that quadriceps muscle fatigue is more frequent and more pronounced after cycling than after walking, it could be argued that walk is a particularly preferable evaluative

tool to estimate the maximal exercise capacity in patients with COPD <sup>(20)</sup>. Hence, the aim of this study is to evaluate the correlation between 6MWD and its derivative DxW product with peak  $\dot{V}O_2$  obtained during a treadmill incremental CPET as well as contrasting the physiologic responses achieved at the end of each test.

## **METHODS**

### **Subjects**

Thirty ex-smokers (19 males) with stable COPD (forced expiratory volume in 1 second [FEV<sub>1</sub>]/forced vital capacity [FVC] <0.7 and post-bronchodilator FEV<sub>1</sub> < 70% predicted) presenting with a long history of smoking (>10 pack-years) were enrolled. Main exclusion criteria were: recent exacerbation (within 1 month), long-term oxygen therapy or arterial oxygen saturation < 88% at rest, treatment with oral corticosteroids and antihistamines, and disease other than COPD that could cause exercise limitation. All subjects gave written, informed consent (as approved by the Institutional Medical Ethics Committee).

### **Study Protocol**

This was a cross-sectional study where the patients performed, after an initial clinical evaluation, a ramp incremental cardiopulmonary exercise test to the limit of tolerance on a treadmill and a 6-minutes walking test in a 30 meters indoor corridor. Both tests were accomplished during the morning apart 48 hours each other.

### **Pulmonary Function Tests**

Measurements of forced spirometric variables were obtained with a computerized system (Jaeger®, Germany), as recommended by the American Thoracic Society <sup>(4)</sup> and results were expressed as absolute values and percent predicted <sup>(21)</sup>. Lung diffusion capacity for carbon monoxide (D<sub>L</sub>CO) was measured by

single breathe technique and the static lung volumes were obtained by body plethysmography. Observed values were compared with Brazilian standards <sup>(22,23)</sup>.

### Exercise Tests

The CPET were performed on a treadmill (Inbramed® KT 10200). Oxygen uptake ( $\dot{V}O_2$ , mL/min); minute ventilation ( $\dot{V}E$ , L/min); carbon dioxide production ( $\dot{V}CO_2$ , mL/min) were recorded and expressed as 15-s means (*MedGraphics Cardiorespiratory Diagnostic Systems*, model CPX-D). Heart rate (HR, beats/min) was determined from the R-R interval of a 12-lead electrocardiogram and arterial oxyhemoglobin saturation ( $SpO_2$ ) by pulse oximetry. Subjects rated their shortness of breath and leg effort using the 0–10 Borg scale at the limit of tolerance <sup>(24)</sup>. During the incremental CPET, speed was increased from a baseline of 2 min of soft and mild walking (1.2 km/h) and 2% grade at a constant rate (0.5-0.8 km/h) to the limit of tolerance <sup>(25)</sup>. Maximum voluntary ventilation (MVV) was defined as  $37.5 \times FEV_1$  <sup>(26)</sup>. Breathing reserve was calculated as one minus the ratio between the maximum ventilation over the last 20 seconds of the incremental exercise test and the predicted MVV. Double product is the product of peak heart rate and systolic blood pressure.

The 6MWT was performed according criteria defined by ATS <sup>(4)</sup>. The patients were instructed to walk at their fastest pace and cover the longest possible distance over 6 min under the supervision of a physiotherapist. Patients were allowed to stop and rest as necessary but were encouraged to proceed with the walk on recovery. The distance walked (6MWD),  $SpO_2$ , HR were recorded and patients rated their shortness of breath and leg effort using the 0–10 Borg scale at the end of the test. Work for the 6MWT was calculated as the product of the walk distance (in meters)  $\times$  body weight (in kilograms), with the resultant work expressed in kilograms per meter of work accomplished for the 6MWT. This calculation accounts for body weight differences and thereby estimates both work and energy expenditure expressed as force  $\times$  distance <sup>(15)</sup>.

## Data Analysis

Data are reported as mean  $\pm$  SD or median (range) according to their distribution. Peak responses of the two exercise tests were compared with paired *t* tests or Wilcoxon tests as appropriate. Pearson's product moment correlation was used to assess the level of association between continuous variables. Regression linear model was used to predict peak  $\dot{V}O_2$ . The analyses were conducted with SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) for Windows version 15.0. Differences were declared significant if  $p < 0.05$ .

## RESULTS

Patients had moderate to severe airflow obstruction with increased static lung volumes and moderate reductions in  $D_LCO$ . Fifteen patients were classified as GOLD stage 3 and the remaining patients were classified as GOLD stages 2<sup>(27)</sup>. A detailed description of the anthropometric and main resting lung function is given in Table 1.

---

Table 1

---

The majority of patients presented with reduced maximal exercise capacity (23/30 – 77%) (peak  $\dot{V}O_2$  below the lower limit of normality) and pulmonary ventilatory limitation (26/30 – 87%), at least as suggested by increased  $\dot{V}E_{max}/MVV$  ratio ( $\geq 0.8$ ). Accordingly, breathlessness was described as the main exercise limiting symptoms in both tests. They walked  $425.1 \pm 78.6$  m and performed a work of  $28166.4 \pm 8368.4$  (Kg-m) during the 6MWT, while achieved a peak  $\dot{V}O_2$  of  $965.6 \pm 370$  mL/min ( $68.7 \pm 17.4\%$  predict), in treadmill CPET (Table 2).



---

 Table 2
 

---

*Correlates between 6MWD and DxW versus resting lung function*

The distance walked during 6MWT were not correlated with any of resting lung function parameters, but IC/TLC. By the way, the work of walking during the 6MWT was moderate and significantly correlated with several variables including FEV<sub>1</sub>, FVC, IC, IC/TLC and D<sub>L</sub>CO (Table 3).

---

 Table 3
 

---

*Correlates between 6MWD and DxW versus CPET variables*

As observed with pulmonary resting lung function, DxW product yielded significant correlations with CPET responses that were not observed with comparison to 6MWD on isolation. Therefore, peak  $\dot{V}O_2$ ,  $\dot{V}CO_2$ ,  $\dot{V}E$ , HR and double product (an estimate of myocardial work) obtained during CPET were correlated with the work of walking (Table 3). Figure 1 presents the scatter plots and correlation coefficients for 6MWD and 6MWT work when compared to treadmill ergometry peak  $\dot{V}O_2$  values.

---

 Figure 1
 

---

Most worthy of notice is that in a regression linear model to predict  $\dot{V}O_2$  utilizing all variables initially correlated in a simple linear regression, FEV<sub>1</sub>, IC and DxW product were the parameters that significantly remained in the model with a determinant coefficient of 0.87 [ $\dot{V}O_2$  peak = - 75.4 + 221.2(FEV<sub>1</sub>) + 333.8(IC) + 0.01(DxW); r=0.93, standard error of the estimate [SEE]= 136.3 mL/min, p<0.001].

*Contrasting 6MWT and CPET physiological responses*

When physiologic indexes of exercise response were compared, the values obtained at the end exercise tests for HR and Borg dyspnea score demonstrated a

significantly greater stress during the treadmill incremental CPET than 6MWT ( $p < 0.01$  and  $p = 0.014$  respectively) (See values at Table 2). The degree of desaturation were similar in both tests.

## DISCUSSION

Previous studies have demonstrated, as expected, that DxW product, an index that account for differences in the energy expenditure during 6MWT according to the patient weight, yielded greater association with peak aerobic capacity from cycling CPET in patients with moderate to severe COPD compared to the traditional measure 6MWD<sup>(15,16,18)</sup>. Nevertheless, this prospective study seems to constitute the first one to demonstrate that in this population of patients the individual work estimated during the 6MWT with the DxW product gives stronger correlations with peak  $\dot{V}O_2$  and other measures obtained from treadmill CPET. As has been recently demonstrated, patients with COPD may stop cycling due to leg effort rather than breathlessness<sup>(28,29)</sup>. Leg effort is an infrequent symptom after walking in COPD, and fatigue of the quadriceps is an infrequent feature of incremental walking<sup>(29)</sup>. Furthermore, cycling is not relevant to many patients, although walking may be more familiar. Besides this contributing mechanisms to exercise limitation, data from the literature suggest that the ventilatory and metabolic responses during walking are different from those of cycling, perhaps due to the recruitment of a wider range of muscle groups and so a higher ventilatory demand<sup>(30)</sup>. In this way, recent study that provided similar working rates during treadmill and cycle ergometer incremental exercise tests demonstrated that performing the same work walking resulted in greater peak  $\dot{V}O_2$  and oxihemoglobin desaturation<sup>(31)</sup>. Considering that this two variables are the more important indexes to predicted COPD patients' survival<sup>(2,3)</sup>, the DxW product represent an important and simple measure derived from the widely accessible 6MWT. Thereby, our data provide allowance to estimate with high degree of confidence ( $r^2 = 0.87$ ) the peak  $\dot{V}O_2$  obtained from treadmill exercise test, probably the best way to generate the higher oxygen consumption in this patients.

As we know, COPD is a multisystem disease<sup>(27)</sup>, and weight loss and a low BMI have emerged as important predictors of mortality in these patients<sup>(32)</sup>. In accordance with the BODE index<sup>(33)</sup>, an integrated multidimensional tool proven to be a powerful predictor of mortality in patients with this disease that incorporates

FEV<sub>1</sub>, 6MWD, dyspnea, and BMI, our results provide a estimative of the peak  $\dot{V}O_2$ , a significant predictor of survival, derived from a measure of air flow limitation (FEV<sub>1</sub>), resting hyperinflation (IC) and work capacity (DxW product).

Our study has same methodological considerations. We must be careful with the issues concerning external validity. Our sample is small and our results must be validated in a greater and different sample. Furthermore we are not proposing the substitution of a formal CPET for the 6MWD test and work estimation. The CPET remains an extremely powerful tool that can provide information on the nature of the cardiopulmonary response to an exercise, allows more precise prescription for exercise training and evaluation for response to interventions <sup>(1)</sup>. Perhaps this field test should be used as a surrogate to a formal CPET exercise test when it is not easily available and the work estimation from a simpler 6MWT can find a role in the everyday pulmonary medicine practice. Despite some reports in the sense that 6MWT represent a kind of exercise test where patients with COPD walk at a pace that is close to their maximally tolerable exercise capacity <sup>(34)</sup>, this test can be performed with quite variable intensity (self-paced) and the gas exchange measure with a formal CPET represent the unique way to infer about the effort dispensed during exercise.

## CONCLUSION

This study provides evidence to corroborate the better association between the work estimated from the 6MWT and peak  $\dot{V}O_2$  achieved during CPET, in this case in a treadmill, than the 6MWD on isolation. Considering the greater peak  $\dot{V}O_2$  obtained from a walking incremental test, our predicting peak oxygen uptake equation could be a useful tool to infer about systemic COPD impact where formal CPET is unavailable.

## REFERENCES

1. Palange P, Ward SA, Carlsen KH, Casaburi R, Gallagher CG, Gosselink R, O'Donnell DE, Puente-Maestu L, Schols AM, Singh S, Whipp BJ. Recommendations on the use of exercise testing in clinical practice. *Eur Respir J* 2007; 29: 185-209.
2. Oga T, Nishimura K, Tsukino M, Sato S, Hajiro T. Analysis of the factors related to mortality in chronic obstructive pulmonary disease: role of exercise capacity and health status. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;167:544–549.
3. Hiraga T, Maekura R, Okuda Y, et al. Prognostic predictors for survival in patients with COPD using cardiopulmonary exercise testing. *Clin Physiol Funct Imaging* 2003;23:324–331.
4. American Thoracic Society. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166:111–117.
5. Troosters T, Vilaro J, Rabinovich R, et al. Physiological responses to the 6-min walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2002;20:564–569.
6. Onorati P, Antonucci R, Valli G, et al. Non-invasive evaluation of gas exchange during a shuttle walking test vs. a 6-min walking test to assess exercise tolerance in COPD patients. *Eur J Appl Physiol* 2003;89:331–336.
7. Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Short- and long-term effects of outpatient rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized trial. *Am J Med* 2000;109:207–212.
8. Spruit MA, Gosselink R, Troosters T, De Paepe K, Decramer M. Resistance versus endurance training in patients with COPD and peripheral muscle weakness. *Eur Respir J* 2002;19:1072–1078.

9. Ries AL, Kaplan RM, Myers R, Prewitt LM. Maintenance after pulmonary rehabilitation in chronic lung disease: a randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;167:880–888.
10. Paggiaro PL, Dahle R, Bakran I, Frith L, Hollingworth K, Efthimiou J. Multicentre randomised placebo-controlled trial of inhaled fluticasone propionate in patients with chronic obstructive pulmonary disease. International COPD Study Group. *Lancet* 1998;351:773–780.
11. Cote CG, Pinto-Plata V, Kasprzyk K, Dordelly LJ, Celli BR. The 6-min walk distance, peak oxygen uptake, and mortality in COPD. *Chest* 2007;132:1778-85.
12. Cote CG, Casanova C, Marín JM, Lopez MV, Pinto-Plata V, de Oca MM, Dordelly LJ, Nekach H, Celli BR. Validation and comparison of reference equations for the 6-min walk distance test. *Eur Respir J* 2008;31:571-578.
13. Casanova C, Cote C, Marin JM, Pinto-Plata V, de Torres JP, Aguirre-Jaíme A, Vassaux C, Celli BR. Distance and oxygen desaturation during the 6-min walk test as predictors of long-term mortality in patients with COPD. *Chest* 2008;134:746-52.
14. Cote CG, Pinto-Plata VM, Marin JM, Nekach H, Dordelly LJ, Celli BR. The modified BODE index: validation with mortality in COPD. *Eur Respir J* 2008;32: 1269-1274.
15. Chuang, ML, Lin, IF, Wasserman, K The body weight-walking distance product as related to lung function, anaerobic threshold and peak VO<sub>2</sub> in COPD patients. *Respir Med* 2001; 95: 618-626.
16. Hill K, Jenkins SC, Cecins N, Philippe DL, Hillman DR, Eastwood PR. Estimating maximum work rate during incremental cycle ergometry testing from six-minute walk distance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil* 2008;89:1782-1787.

17. Carter R, Holiday DB, Stocks J, Grothues C, Tiep B. Predicting oxygen uptake for men and women with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84:1158-64.
18. Carter R, Holiday DB, Nwasuruba C, Stocks J, Grothues C, Tiep B. 6-minute walk work for assessment of functional capacity in patients with COPD *Chest* 2003;123:1408-15.
19. Luxton N, Alison JA, Wu J, Mackey MG. Relationship between field walking tests and incremental cycle ergometry in COPD. *Respirology* 2008;13:856-62.
20. Pepin V, Saey D, Whittom F, LeBlanc P, Maltais F. Walking versus Cycling-Sensitivity to Bronchodilation in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *AJRCCM* 2005; 172: 1517-1522.
21. Knudson RJ, Slatin RC, Lebowitz MD, Burrows B. The maximal expiratory flow-volume curve. Normal standards, variability, and effects of age. *Am Rev Respir Dis.* 1976;113:587–600.
22. Neder JA, Andreoni S, Peres C, et al. Reference values for lung function tests III. Carbon monoxide diffusing capacity (transfer factor). *Braz J Med Biol Res* 1999;32:729–37.
23. Neder JA, Andreoni S, Castelo-Filho A, et al. Reference values for lung function tests. I. Static volumes. *Braz J Med Biol Res* 1999;32:703–17.
24. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982; 14: 377-381.
25. Casaburi R, Kukafka D, Cooper CB, Witek Jr TJ, Kesten S. Improvement in exercise tolerance with the combination of tiotropium and pulmonary rehabilitation in Patients with COPD. *Chest* 2005; 127; 809-17.
26. Hansen JE, Sue DY, Wasserman K. Predicted values for clinical exercise testing. *Am Rev Respir Dis* 1984;129:S49–55.

27. GOLD 2007. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease, update 2007. Disponível em <<http://goldcopd.com>> Acesso em 20 de Agosto de 2009.
28. Killian KJ, Leblanc P, Martin DH, Summers E, Jones NL, Campbell EJ. Exercise capacity and ventilatory, circulatory, and symptom limitation in patients with chronic airflow limitation. *Am Rev Respir Dis* 1992;146: 935–940.
29. Man WD, Soliman MG, Gearing J, Radford SG, Rafferty GF, Gray BJ, Polkey MI, Moxham J. Symptoms and quadriceps fatigability after walking and cycling in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;168:562–567.
30. Palange P, Forte S, Onorati P, Manfredi F, Serra P, Carlone S. Ventilatory and metabolic adaptations to walking and cycling in patients with COPD. *J Appl Physiol* 2000; 88:1715–1720.
31. Hsia D, Casaburi R, Pradhan A. Physiological responses to linear treadmill and cycle ergometer exercise in COPD. *Eur Respir J* 2009; 34:605-615.
32. Landbo, C, Prescott, E, Lange, P, et al Prognostic value of nutritional status in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160:1856-1861.
33. Celli, B, Cote, C, Marin, J, et al The body mass index, airflow obstruction, dyspnea, and exercise capacity index in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 2004; 350:1005-1012.
34. Casas A, Vilaro J, Rabinovich R, et al Encouraged 6-min walking test indicates maximum sustainable exercise in COPD patients. *Chest* 2005;128:55-61.

## TABLES - PAPER

**Table 1: Subject characteristics (n=30).**

Variable	Total sample	Men	Women
Age (years)	66,3 ± 7.5	67.3 ± 7.7	64.5 ± 7.1
Weight (Kg)	66 ± 15.3	70.9 ± 15.7	57.6 ± 10.9*
Height (m)	1.60 ± 10	1.70 ± 10	1.50 ± 5**
BMI (Kg/m <sup>2</sup> )	24.7 ± 4.5	24.8 ± 4.5	24.5 ± 4.6
FEV <sub>1</sub> (L)	1.1 ± 0.4	1.2 ± 0.4	0.8 ± 0.3*
FEV <sub>1</sub> (% previsto)	39 ± 13.6	38.5 ± 13.7	39.9 ± 14
FVC (L)	2.5 ± 0.7	2.8 ± 0.5	1.9 ± 0.5*
FVC (% previsto)	72.1 ± 16.6	71.4 ± 14.4	73.3 ± 19.5
TLC (L)	7.2 ± 1.7	8.0 ± 1.5	5.9 ± 1.1**
TLC (% previsto)	129.2 ± 21.7	128.2 ± 20.4	130.9 ± 24.7
RV (L)	4.7 ± 1.4	5.1 ± 1.4	3.9 ± 1.2*
RV (% previsto)	228.7 ± 73.3	236.6 ± 76.6	216.7 ± 69.1
IC (L)	1.6 ± 0.6	1.8 ± 0.6	1.3 ± 0.4*
IC (% previsto)	67.7 ± 27.4	62.5 19	78.3 ± 39.1
FEV <sub>1</sub> /FVC (%)	42.3 ± 9.8	42 ± 11.4	42.7 ± 6.5
IC/TLC (%)	18.1 ± 10.3	20 ± 9.6	16.1 ± 10.6
D <sub>L</sub> CO (mL/min/mmHg)	12 ± 5.3	13.6 ± 4.7	8.7 ± 4.9*
D <sub>L</sub> CO (% previsto)	56.5±29	61.7±30.9	46.1±22.9
MVV <sub>e</sub>	39.5 ± 15	44.4 ± 15.3	30.9 ± 10*

Values are means ± standard deviation. *Definition of abbreviations:* BMI=body mass index; FEV<sub>1</sub>= forced expiratory volume in one second; FVC= forced vital capacity; TLC= total lung capacity; RV= residual volume; IC= inspiratory capacity; D<sub>L</sub>CO= lung diffusing capacity for carbon monoxide; MVV<sub>e</sub>=maximal voluntary ventilation estimation; \*p<0,05, \*\*p<0,01 in the paired *t* test.



**Table 2- Measurements at peak treadmill cardiopulmonary exercise testing (CPET) and at the end of six-minute walk test (6MWT) (n=30).**

Variable	Total Sample	Men	Women
<b>CPET</b>			
$\dot{V}O_2$ peak (mL/min)	965.6 ± 370.1	1081.7 ± 401.9	764.9 ± 191.2*
$\dot{V}O_2$ (% predict)	68.7 ± 17.4	66.7 ± 19	72.1 ± 14.6
$\dot{V}CO_2$ (mL/min)	1014 ± 445.3	1141.8 ± 501.3	794.8 ± 197*
$\dot{V}E$ (L/min)	35.4 ± 15.7	40.3 ± 17.2	26.9 ± 7.5*
Breathing reserve <sup>†</sup>	0.1 ± 0.2	0.1 ± 0.2	0.1 ± 0.2
HR (bpm)	131 ± 15.1	129 ± 18	133 ± 9
Double Product <sup>‡</sup>	23725.8 ± 4481.2	23709.2 ± 5318.2	23759 ± 2234.7
SpO <sub>2</sub> (%)	87 ± 6	88 ± 5	86 ± 8
Borg dyspnea scores	7 (2-10)	7 (4-10)	5 (2-10)
Borg leg effort scores	4 (0-10)	5 (0-10)	3 (0-10)
<b>6MWT</b>			
Distance (m)	425.1 ± 78.6	411.1 ± 78.8	449.4 ± 75.6
DxW (Kg-m)	28166.4 ± 8368.4	29437 ± 8846.2	25970.2 ± 7338.3
HR (bpm)	110 ± 18	103 ± 16.5	120 ± 16.5*
SpO <sub>2</sub> (%)	88 ± 8	91 ± 5	85 ± 11
Borg dyspnea scores	4 (1-9)	4 (1-9)	3 (1-5)
Borg leg effort scores	1 (0-5)	1 (0-5)	2 (0-5)

Values are means ± SD with exception of Borg score (median and range).

*Definition of abbreviation:*  $\dot{V}O_2$ = oxygen uptake;  $\dot{V}CO_2$ = carbon dioxide output;  $\dot{V}E$ = minute ventilation; HR= heart rate; SpO<sub>2</sub>= oxihemoglobin saturation by pulse oximetry; DxW= product of walking distance and body weight; \*p<0,05 in the paired *t* test.

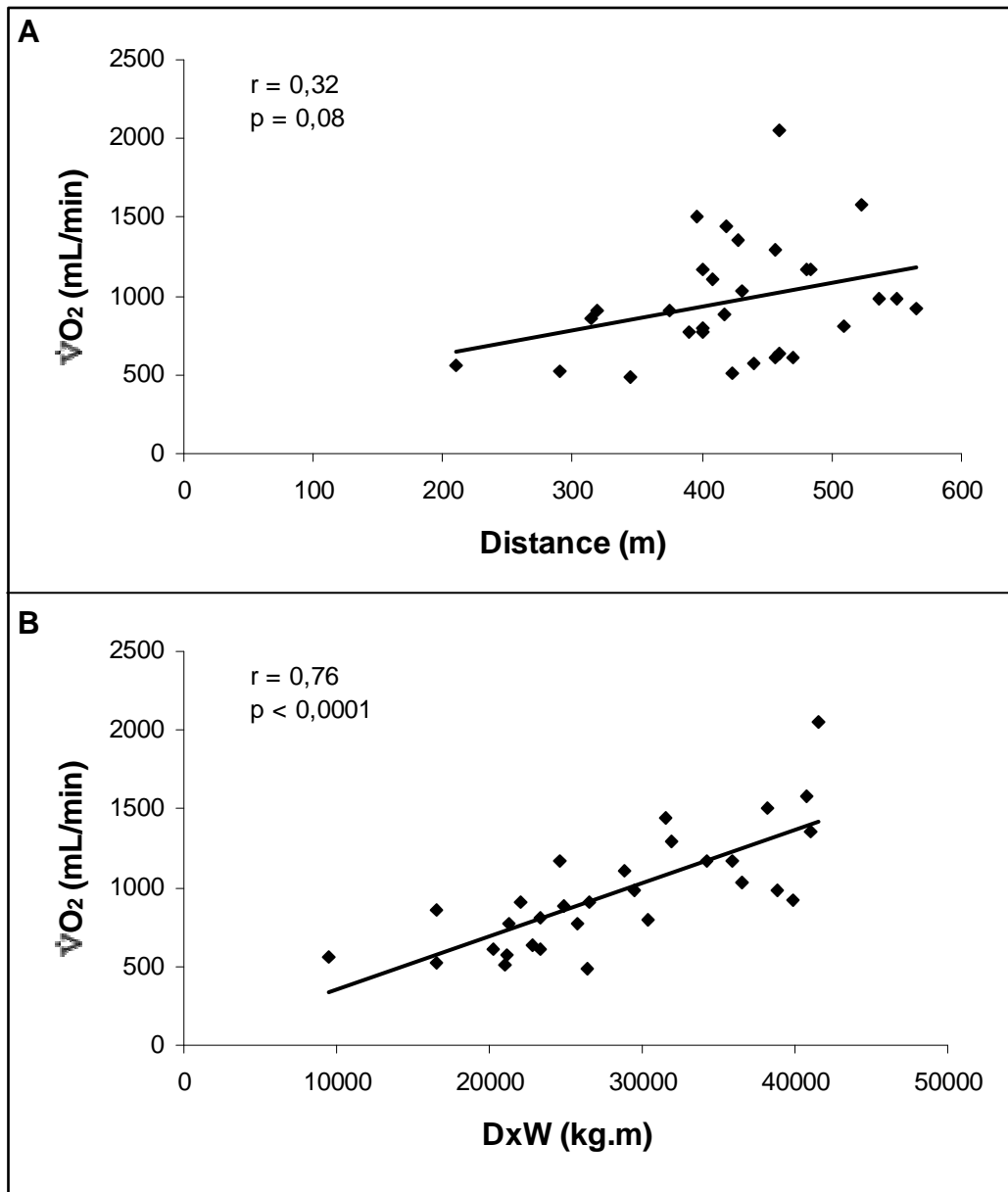
<sup>‡</sup>Double product= HR x systolic blood pressure in the peak of exercise.

<sup>†</sup>Breathing reserve = VEF1 x 37,5.

**Table 3- Correlations between Six-minute walk distance (6MWD) and work (DxW) versus resting lung function and cardiopulmonary exercise test (CEPT).**

Variable	Six-minute walk Distance (m)		DxW (Kg-m)	
	r	p	r	p
<b>CPET</b>				
$\dot{V}O_2$ peak (L/min)	0.32	NS	0.75	0.000
$\dot{V}O_2$ (% predict)	0.54	0.002	0.55	0.002
$\dot{V}CO_2$ (mL/min)	0.25	NS	0.65	0.000
$\dot{V}E$ (L/min)	0.15	NS	0.51	0.004
Breathing Reserve	0.034	NS	0.03	NS
HR (bpm)	0.16	NS	0.36	=0.052
Double Product	0.13	NS	0.40	0.033
SpO <sub>2</sub> (%)	0.37	0.045	0.26	NS
Borg dyspnea	-0.23	NS	-0.14	NS
Borg leg effort	-0.17	NS	0.19	NS
<b>Resting Lung Function</b>				
FEV <sub>1</sub> (L)	0.26	NS	0.57	0.001
FVC (L)	0.05	NS	0.57	0.001
FEV <sub>1</sub> /FVC (%)	0.35	NS	0.32	NS
IC (L)	0.24	NS	0.73	0.000
TLC (L)	-0.20	NS	0.25	NS
IC/TLC (%)	-0.44	0.026	-0.72	0.000
RV (L)	-0.29	NS	-0.11	NS
D <sub>L</sub> CO(mL/min/mmHg)	0.35	NS	0.7	0.000

*Definition of abbreviation:* NS: non significant. For others abbreviations. see Table 1 and 2.



**Figure 1- Scatterplots between  $\dot{V}O_2$  peak in the CPET and distance (A) and  $\dot{V}O_2$  peak in the CPET and work (B), during the 6MWT.**

## 7. CONCLUSÃO

Através desse estudo, pode-se concluir que o produto distância – peso corporal (DxP) tem uma correlação mais significativa com a capacidade aeróbia máxima, demonstrado pela importante correlação entre o DxP e o  $\dot{V}O_2$  de pico obtido através do TECP. Além disso, DxP mostrou ter maior correlação com os testes de função pulmonar de repouso.

Em relação aos testes de exercício, quando comparados, o TECP realmente promove um estresse fisiológico maior do que o TC6min e maior sensação de dispnéia.

São necessários estudos futuros para avaliar a utilização do DxP na avaliação da capacidade de exercício na DPOC, já que este dado é de fácil obtenção e de baixo custo.

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1**

#### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

O Senhor(a) está sendo convidado a participar de um estudo envolvendo pessoas com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica, que irá avaliar o seu desempenho na realização de uma forma de exercício máximo na esteira ergométrica e da sua capacidade funcional para realizar o teste de caminhada dos seis minutos. Durante estes dois testes, algumas medidas serão realizadas e estas servirão posteriormente para planejar a estratégia de exercícios físicos que o senhor(a) realizarão para diminuir a sua falta de ar.

Você sabe que tem uma doença chamada Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica, ficou ciente disso através dos exames que já realizou. Sabe também que com o tempo a falta de ar passou a lhe impedir de fazer o que antes fazia, você cansa mais para atividades do dia-a-dia, tais como caminhar no plano, tomar banho, arrumar a casa etc... e a realização de exercícios físicos planejados e orientados reduzirão a sua limitação.

O exercício físico intenso resulta na desestruturação do DNA e com isso precisaremos colher o seu sangue antes e após os testes para sabermos a velocidade em que tudo isso melhora em você. Será feito uma punção da sua veia do braço e colhido 10 mL de sangue para processamento. Poderá ocorrer uma pequena coleção de sangue (hematoma pós-punção) que não causa maiores problemas e que resolve com compressão após a punção. Este evento é raro, mas pode ocorrer.

Se em algum momento você não quiser mais participar do estudo, não quiser mais dar informações sobre a sua saúde, não tem problema. Você é livre e possui todo o direito de sair do estudo quando quiser.

A sua participação neste estudo é importante, porque através dele estaremos juntando dados que permitirão elaborar cada vez melhor as estratégias de exercícios

físicos para melhorar a sua falta de ar e conseqüentemente melhorar a sua qualidade de vida.

### **Confidencialidade**

Os pacientes inscritos neste estudo têm direito à confidencialidade. Os relatórios da pesquisa serão codificados e separados ou completamente desvinculados dos nomes dos participantes. Desta forma, sua identidade será protegida, mantendo seu anonimato.

### **Perguntas/Preocupações**

Se o(a) senhor(a) tiver alguma pergunta ou preocupação relacionada ao estud, entre em contato, a qualquer momento, com o Dr. Paulo Teixeira pelo telefone (51) 99678585 ou com a Fisioterapeuta Karla Poersch pelo telefone (51) 98499485

Eu, \_\_\_\_\_, abaixo assinado(a), estou ciente que:

- 1– A pesquisadora realizou comigo uma explanação oral e individual sobre a pesquisa, sendo que a minha participação na pesquisa iniciará após o esclarecimento de dúvidas e do meu consentimento.
- 2– Serei esclarecido sobre os procedimentos metodológicos e informações relativas ao meu quadro clínico.
- 3– Os procedimentos realizados comigo não acarretarão risco para minha saúde, porém, algum grau de desconforto respiratório ou cansaço variável.
- 4– Durante a pesquisa terei atendimento médico especializado.
- 5– Minha participação na pesquisa envolverá as seguintes fases: avaliação médica e realização dos testes.
- 6– Serei avaliado através de uma ficha de avaliação contendo dados de identificação, tratamentos utilizados e exames realizados.
- 7– Minha participação na pesquisa será voluntária. Terei liberdade para concordar ou não em participar da pesquisa, não obtendo com isso nenhum prejuízo e nenhuma vantagem no atendimento.
- 8– Poderei interromper a realização dos testes a qualquer momento.
- 9– Terei garantido o direito à minha privacidade e confidencialidade.

- 10–Minha participação em todos os procedimentos da pesquisa não implicará no pagamento de qualquer taxa.
- 11–A minha participação será de acordo com as normas do projeto do qual pretendo participar e os dados coletados do meu teste poderão ser usados para a pesquisa.
- 12–Ser for do meu desejo, serei informado sobre o resultado da pesquisa.

A natureza desta pesquisa foi explicada para mim por

---

Eu aceito participar deste estudo.

Assinado(a) \_\_\_\_\_

Pesquisador \_\_\_\_\_

Testemunha \_\_\_\_\_

Data \_\_\_\_\_

## ANEXO 2

**FICHA DE AVALIAÇÃO**

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

Data de Nascimento: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Sexo: ( ) M ( ) F Altura: \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_ IMC: \_\_\_\_\_

Medicação utilizada: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_**TESTE DE CAMINHADA SEIS MINUTOS**

	0	1	2	3	4	5	6
<b>FC</b>							
<b>SpO<sub>2</sub></b>							
<b>BORG dispnéia</b>							
<b>BORG Msls</b>							
<b>Distância percorrida:</b>							
<b>Produto distância-peso:</b>							



### TESTE DE ESFORÇO CARDIOPULMONAR MÁXIMO

	INÍCIO	PICO	FIM
FC			
SpO <sub>2</sub>			
BORG dispnéia			
BORG Msls			
$\dot{V}O_2$ de pico			
$\dot{V}O_2$ predito:			
$\dot{V}O_2$ % predito:			
$\dot{V}CO_2$			
$\dot{V}E$			
Reserva Ventilatória			
Duplo Produto:			

### TESTE DE FUNÇÃO PULMONAR

	Valor absoluto	%
VEF <sub>1</sub> (L)		
CVF (L)		
CPT (L)		
VR (L)		
CI (L)		
VEF <sub>1</sub> /CVF (%):		
CI/CPT (%):		
D <sub>L</sub> CO (mL/min/mmHg):		
VVM:		

## ANEXO 3

**ESCALA SUBJETIVA DE PERCEÇÃO DE ESFORÇO**  
**(ESCALA DE BORG MODIFICADA)**

---

NÍVEL DE CONDIÇÃO

0	NENHUMA FALTA DE AR
0.5	MUITO, MUITO LEVE
1	MUITO LEVE
2	LEVE
3	MODERADA
4	POUCO SEVERA
5	SEVERA
6	SEVERA
7	MUITO SEVERA
8	MUITO SEVERA
9	MUITO, MUITO SEVERA (quase máxima)
10	MÁXIMO DE FALTA DE AR

---

# 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](#)