



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

---

---

**KAMILLA TAYS MARRARA**

**DESEMPENHO E DISPÊNDIO METABÓLICO-VENTILATÓRIO NOS TESTES CLÍNICOS FUNCIONAIS E A INFLUÊNCIA DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO FÍSICO AERÓBIO EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA**

**ESTUDO I:** Comportamento do teste de degrau de seis minutos em pacientes com DPOC estádios II e III.

**ESTUDO II:** Eficácia do treinamento físico aeróbio sobre o teste de degrau e teste de caminhada em pacientes com DPOC estádios II e III.

**ESTUDO III:** Impacto do treinamento físico aeróbio associado à ventilação não invasiva nas atividades de vida diária e qualidade de vida de pacientes com DPOC – estudo randomizado controlado.

São Carlos – SP

2011

**KAMILLA TAYS MARRARA**

**DESEMPENHO E DISPÊNDIO METABÓLICO-VENTILATÓRIO NOS TESTES  
CLÍNICOS FUNCIONAIS E A INFLUÊNCIA DE UM PROGRAMA DE  
TREINAMENTO FÍSICO AERÓBIO EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR  
OBSTRUTIVA CRÔNICA**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Fisioterapia, área de concentração: Processos de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Valéria Amorim Pires Di Lorenzo

São Carlos – SP

2011

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

M358dd

Marrara, Kamilla Tays.

Desempenho e dispêndio metabólico-ventilatório nos testes clínicos funcionais e a influência de um programa de treinamento físico aeróbio em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica / Kamilla Tays Marrara. -- São Carlos : UFSCar, 2012.

70 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2011.


1. Fisioterapia. 2. Exercícios. 3. Tolerância ao exercício. 4. Teste de degrau. 5. Atividades de vida diária. 6. VNI (Ventilação Não Invasiva). I. Título.


CDD: 615.82 (20<sup>a</sup>)


## FOLHA DE APROVAÇÃO

Membros da banca examinadora para defesa de tese de doutorado de KAMILLA TAYS MARRARA, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, em 02 de dezembro de 2011

Banca Examinadora:

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Valeria Amorim Pires Di Lorenzo  
(UFSCar)

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Audrey Borghi e Silva  
(UFSCar)

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Simone Dal Corso  
(UNINOVE)

  
Prof. Dr. Victor Zuniga Dourado  
(UNIFESP)

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luciana Maria Malosá Sampaio Jorge  
(UNINOVE)

Investigação conduzida no  
Laboratório de Fisioterapia  
Respiratória / Unidade  
Especial de Fisioterapia  
Respiratória da Universidade  
Federal de São Carlos.

## DEDICATÓRIA

---

*A Deus, por me permitir continuar superando todos os obstáculos e concretizando os meus sonhos.*

*À minha querida e amada mãe, pelo apoio incondicional, carinho, compreensão e amor, essenciais para que eu vencesse mais uma etapa da minha vida. Minha eterna gratidão.*

*Ao meu querido pai (in memoriam), pois sua presença vive em meu coração e viver no coração dos que ficam não é partir.*

*Ao meu querido e amado marido e amigo de todas as horas Diego, pelo amor, dedicação constante, compreensão e incentivo, estando sempre ao meu lado em todas as situações.*

*Aos meus queridos irmãos Jamille e Douglas, e querido cunhado Fábio, pelo amor, carinho, amizade, incentivo e apoio diário.*

## **AGRADECIMENTOS**

---

*À minha querida orientadora, Profa. Dra. Valéria Amorim Pires Di Lorenzo, que sempre demonstrou muita confiança em mim, meu carinho, gratidão e admiração, por sua dedicação, ensinamento, paciência e amizade, orientando-me com responsabilidade, segurança e companheirismo.*

*Ao Prof. Dr. Maurício Jamami, por sua contribuição como pesquisador e orientações recebidas, além da confiança e amizade.*

*A toda a equipe de pesquisa da Unidade Especial de Fisioterapia Respiratória, pela amizade, convivência e por mostrarem-se sempre dispostos a ajudar.*

*Aos professores da banca examinadora, por aceitarem o convite e pelas sugestões valiosas.*

*Aos pacientes, que tiveram participação fundamental neste trabalho. Acolheram-me com carinho, amizade e ajudaram-me a compreender suas dificuldades.*

*A todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a elaboração deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.*

## SUMÁRIO

---

<b>CAPÍTULO 1: CONTEXTUALIZAÇÃO</b> .....	7
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11
<b>CAPÍTULO 2: ESTUDO I</b> .....	13
RESUMO.....	14
ABSTRACT.....	15
INTRODUÇÃO.....	16
MÉTODOS.....	17
RESULTADOS.....	21
DISCUSSÃO.....	23
REFERÊNCIAS.....	26
<b>CAPÍTULO 3: ESTUDO II</b> .....	28
RESUMO.....	29
ABSTRACT.....	30
INTRODUÇÃO.....	31
MÉTODOS.....	32
RESULTADOS.....	36
DISCUSSÃO.....	38
REFERÊNCIAS.....	41
<b>CAPÍTULO 4: ESTUDO III</b> .....	43
RESUMO.....	44
ABSTRACT.....	45
INTRODUÇÃO.....	46
MATERIAIS E MÉTODOS.....	46
RESULTADOS.....	52
DISCUSSÃO.....	56
REFERÊNCIAS.....	60
<b>CAPÍTULO 5: CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	62
<b>CAPÍTULO 6: DESDOBRAMENTOS FUTUROS</b> .....	64
<b>CAPÍTULO 7: ANEXOS</b> .....	66





## CONTEXTUALIZAÇÃO

---

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, com alguns efeitos extrapulmonares significativos que podem contribuir para a gravidade individualmente. A obstrução do fluxo aéreo é geralmente progressiva e está associada a uma resposta inflamatória anormal dos pulmões à inalação de partículas ou gases tóxicos (II CONSENSO BRASILEIRO SOBRE DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA, 2004; RABE et al., 2007).

Os indivíduos com DPOC apresentam alteração da função pulmonar e a maioria deles relata dispnéia (SIN et al., 2003) com o avançar da doença, sendo que dentre inúmeros fatores, a limitação da bomba ventilatória é um dos que proporciona alterações adaptativas aos músculos periféricos, ocasionada pelo descondicionamento físico que os mesmos apresentam, conceituada como disfunção muscular periférica (CASABURI, 2000). Com isso, esta se tornou um importante fator na redução da tolerância aos esforços físicos nesses pacientes (GOSSELINK; TROOSTERS; DECRAMER, 2000).

Além disso, observa-se que muitos desses indivíduos queixavam-se de fadiga dos membros inferiores (MMII) durante prova de esforço máximo, sem, no entanto, relatarem dispnéia como fator limitante do desempenho (KILLIAN; LEBLANC; MARTIN, 1992). Isso provavelmente ocorre, pois as atividades relacionadas ao desenvolvimento da marcha são comumente evitadas em virtude da sensação de dispnéia (DOURADO; GODOY, 2004), acarretando em intolerância ao exercício e piora progressiva do condicionamento físico (O'SHEA; TAYLOR; PARATZ, 2004). Segundo Ferreira et al. (2010), o desempenho funcional de pacientes com DPOC durante as atividades de vida diárias (AVD) é limitado e o maior gasto energético para os mesmos ocorre ao subir e descer degraus.

Embora exista uma queixa constante por parte dos pacientes no que se refere à dificuldade em realizar suas AVD, ainda são poucos os estudos que analisaram o desempenho dos pacientes em suas atividades funcionais e suas respostas ao treinamento físico. Em 2003, Velloso et al. mensuraram as variáveis metabólicas e ventilatórias de pacientes com DPOC durante a simulação de quatro atividades realizadas com os MMSS. Estes autores demonstraram que atividades aparentemente simples levavam a um elevado consumo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$ ), em torno de 50 a 60% do consumo de oxigênio máximo ( $\dot{V}O_{2max}$ ), além também de aumentar a ventilação ( $\dot{V}_E$ ) em torno de 60 a 70% da ventilação voluntária máxima (VVM), justificando a fadiga por eles relatada e o aumento da sensação de dispnéia

(VELLOSO et al., 2003). Jeng et al. (2003) destacam também que pacientes com DPOC consomem uma elevada parcela de sua disponibilidade energética para realizar atividades simples da vida diária.

Em razão dos relatos dos pacientes e dos resultados dos estudos apresentados, a limitação funcional, a sensação de dispnéia e desconforto apresentado durante a realização de suas AVD devem ser avaliados e tratados. Sendo assim, com o objetivo de avaliar o desempenho físico funcional de indivíduos com DPOC, tem-se realizado testes clínicos, os quais se destacam pela semelhança com as AVD, bem como devido à fácil execução e baixo custo, dentre eles o teste do degrau de seis minutos (TD6). O TD6 parece ter como vantagem aos demais a fácil aplicabilidade, baixo custo e mínimo espaço físico para sua realização (DAL CORSO et al., 2007), porém tem sido pouco estudado em pacientes com DPOC até o presente momento.

Sendo assim, na tentativa de avaliar e comparar o desempenho e o dispêndio metabólico-ventilatório, ao subir e descer degraus no TD6, de pacientes com DPOC em diferentes estádios da doença, realizou-se o estudo I intitulado “Comportamento do teste de degrau de seis minutos em pacientes com DPOC estádios II e III”, o qual foi submetido ao periódico *Jornal Brasileiro de Pneumologia* (Anexo I).

Além de avaliar esses pacientes por meio de testes clínicos e identificar limitações funcionais, torna-se importante tratá-los de forma a interromper o ciclo vicioso de descondição muscular. Cabe ressaltar que o treinamento físico tem constituído uma estratégia terapêutica fundamental no tratamento dos pacientes com DPOC, objetivando aumentar a capacidade aos esforços, força e *endurance* dos músculos respiratórios e periféricos, melhorando a tolerância ao exercício (COOPER, 2001). Sabe-se ainda que a musculatura esquelética adapta-se a níveis variáveis de demanda funcional após um programa de treinamento físico, o qual pode ser aeróbio (MUJIKÁ; PADILLA, 2001; BITTENCOURT, 2009).

Em pacientes com DPOC, o treinamento físico aeróbio resulta em aumento da capacidade de realizar exercícios, melhora da qualidade de vida e redução da dispnéia (AMERICAN THORACIC SOCIETY-EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY, 1999). A melhora da capacidade para realizar exercícios físicos traduz-se por adaptações de vários índices fisiológicos como também clínicos, entre eles a melhora da distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos (TC6) (NICI et al., 2006). No entanto ainda não há relatos na literatura quanto às adaptações cardiorrespiratórias ao TD6, justificando a realização do

estudo II, cujo título é “Eficácia do treinamento físico aeróbio sobre o teste de degrau e teste de caminhada em pacientes com DPOC estádios II e III”, o qual foi submetido ao periódico *Jornal Brasileiro de Pneumologia* (Anexo II).

Porém, há indivíduos com DPOC que apresentam obstrução moderada a grave que não respondem satisfatoriamente a alguns programas de treinamento físico por limitação ventilatória e periférica, não tolerando, muitas vezes, esforços com intensidade suficiente para proporcionar modificações fisiológicas benéficas (CASABURI et al., 1997). Com isso, a associação da ventilação não-invasiva (VNI) ao treinamento físico tem sido utilizada com objetivo de aliviar a carga de trabalho e promover repouso temporário da musculatura inspiratória (COSTA et al., 2006) durante esforços mais elevados, promovendo alterações benéficas na função respiratória, força e *endurance* muscular periférica e tolerância ao exercício (COSTES et al., 2003).

Além disso, com o intuito de verificar os benefícios do treinamento físico associado à VNI em pacientes com DPOC quanto as AVD e os ganhos obtidos com um programa de treinamento físico, realizou-se o estudo III intitulado “Impacto do treinamento físico aeróbio associado à ventilação não invasiva nas atividades de vida diária e qualidade de vida de pacientes com DPOC – estudo randomizado controlado”, submetido ao periódico *Respiratory Medicine* (Anexo III).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

II CONSENSO BRASILEIRO SOBRE DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA – DPOC. **J Bras Pneumol**, v. 30, n. 5, p. S1-42, 2004.

AMERICAN THORACIC SOCIETY-EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 159, p. S1-28, 1999.

BITTENCOURT, D. C. **Relação entre atividades de vida diária, capacidade funcional e gravidade da doença pulmonar obstrutiva crônica**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Médicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

CASABURI, R. Skeletal muscle function in COPD. **Chest**, v. 117, n. 5, p. 267S-271S, 2000.

CASABURI, R. et al. Physiologic benefits of exercise training in rehabilitation of patients with severe COPD. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 155, p. 1541-51, 1997.

COOPER C. B. Exercise in chronic pulmonary disease: aerobic exercise prescription. **Med Sci Sports Exerc**, v. 33, p. 671-9, 2001.

COSTA, D. et al. Influence of noninvasive ventilation by BiPAP<sup>®</sup> on exercise tolerance and respiratory muscle strength in chronic obstructive pulmonary disease patients (COPD). **Rev Latino-Am Enfermagem**, v. 14, n. 3, p. 378-82, 2006.

COSTES, F. et al. Noninvasive ventilation during exercise training improves exercise tolerance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **J Cardiopulm Rehabil**, v. 23, n. 4, p. 307-13, 2003.

DAL CORSO, S. et al. A step test to assess exercise-related oxygen desaturation in interstitial lung disease. **Eur Respir J**, v. 29, n. 2, p. 330-6, 2007.

DOURADO, V. Z.; GODOY, I. Recondicionamento muscular na DPOC: principais intervenções e novas técnicas. **Rev Bras Med Esporte**, v. 10, n. 4, p. 331-4, 2004.

FERREIRA, T. et al. Gasto energético durante diferentes atividades cotidianas em pacientes com DPOC. **Rev Bras Fisioter**, v. 14, p. 280, 2010.

GOSSELINK, R.; TROOSTERS, T.; DECRAMER, M. Distribution of muscle weakness in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. **J Cardiopulm Rehabil**, v. 20, p. 353-60, 2000.

JENG, C. et al. Comparison of oxygen consumption in performing daily activities between patients with chronic obstructive pulmonary disease and a healthy population. **Heart Lung**, v. 32, n. 2, p. 121-30, 2003.

KILLIAN, K. J.; LeBLANC, P.; MARTIN, D. H. Exercise capacity and ventilatory, circulatory and symptom limitation in patients with chronic airflow obstruction. **Am Rev Respir Dis**, v. 146, p. 935-40, 1992.

MUJIKA, I.; PADILLA, S. Muscular characteristics of detraining in humans. **Med Sci Sports Exerc**, v. 33, n. 8, p. 1297-303, 2001.

NICI, L. et al. American Thoracic Society and European Respiratory Society. Statement on pulmonary rehabilitation. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 173, n. 12, p. 1390-413, 2006.

O'SHEA, S. D.; TAYLOR, N. F.; PARATZ, J. Peripheral muscle strength training in COPD: A systematic review. **Chest**, v. 126, n. 3, p. 903-14, 2004.

RABE, K. F. et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. GOLD Executive Summary. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 176, n. 6, p. 532-55, 2007.

SIN, D. D. et al. Management and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. **J.A.M.A.**, v. 290, p. 2301-12, 2003.

VELLOSO, M. et al. Metabolic and ventilatory parameters of four activities of daily living accomplished with arms in COPD patients. **Chest**, v. 123, n. 1047-53, 2003.

## **CAPÍTULO 2: ESTUDO I**

Marrara KT, Marmorato D, Jamami M, Oliveira Junior AD, Pires Di Lorenzo VA.

**Comportamento do teste de degrau de seis minutos em pacientes com  
DPOC estádios II e III**

Periódico: Jornal Brasileiro de Pneumologia (Submetido)

## RESUMO

**Objetivos:** Comparar a demanda metabólica ( $\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2\text{pico}}$ ), demanda ventilatória ( $\dot{V}_E/VVM$ ), dispnéia, fadiga nos membros inferiores (MMII), saturação periférica de oxigênio ( $SpO_2$ ) e capacidade funcional (número de subidas no degrau e eficiência de trabalho) no pico do teste do degrau de seis minutos (TD6) entre os pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) estádios II e III; verificar se há relação do número de subidas no degrau com o índice BODE, volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ),  $SpO_2$  e consumo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$ ) pico obtidos no TD6, bem como com a distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos (TC6) e no teste cardiopulmonar incremental limitado por sintomas (TCP). **Métodos:** Foram avaliados 19 pacientes com DPOC estágio II, compondo o Grupo II (G1) e 16 com DPOC estágio III, constituindo o Grupo III (G2) por meio do TD6, TC6 e TCP. **Resultados:** Observou-se valores significativamente maiores de dispnéia obtida no pico do TD6 para o G2, assim como valores significativamente menores de  $SpO_2$  no pico deste teste para o mesmo grupo, bem como do número de subidas no degrau e da distância percorrida no TC6 e no TCP. O número de subidas no degrau mostrou correlação positiva com a  $SpO_2$  para o G2, com  $r= 0,85$ . **Conclusão:** Os pacientes com DPOC estágio III apresentaram maior percepção de dispnéia e dessaturação ao executarem o TD6. Cabe também ressaltar que os mesmos demonstraram reduzida capacidade funcional quando comparados aos pacientes com DPOC estágio II. E quanto à relação do número de subidas no TD6 com diversas variáveis, observou-se correlação forte com a  $SpO_2$  para os pacientes com DPOC estágio III.

**Descritores:** exercício, tolerância ao exercício, doença pulmonar obstrutiva crônica

*ClinicalTrials.gov Identifier:* NCT01464736



## ABSTRACT

**Objectives:** To compare the metabolic demand ( $\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2peak}$ ), ventilatory demand ( $\dot{V}_E/MVV$ ), dyspnea, fatigue on lower limbs (LL), oxygen peripheral saturation ( $SpO_2$ ) and functional capacity (number of climbs in step and work efficiency) at the peak of the six minutes step test (ST6) among patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) stages II and III; Verify that there is relation of number of climbs in step with the first second forced expiratory volume ( $FEV_1$ ), BODE index,  $SpO_2$  and oxygen consumption ( $\dot{V}O_2$ ) peak obtained in TD6, as well as with the distance walked in the six minutes walk test (6MWT) and in incremental symptom-limited cardiopulmonary test (CPT). **Methods:** Were evaluated 19 patients with stage II of COPD ( $50\% \leq$  forced expiratory volume in one second ( $FEV_1$ )  $<80\%$ ), composing the Group 1 (G1) and 16 with stage III of COPD ( $30\% \leq FEV_1 < 50\%$ ), constituting the Group 2 (G2) through ST6, 6MWT and CPT. **Results:** Were observed values significantly greater than dyspnea obtained at the peak of ST6 for G2, as well as significantly lower values of  $SpO_2$  at the peak of this test to the same group, as well as the number of climbs in step and distance walked in 6MWT and CPT. The number of climbs in step showed positive correlation with the  $SpO_2$  for G2, with  $r = 0.85$ . **Conclusion:** The patients with COPD stage III provided greater perception of dyspnea and desaturation in the ST6. In addition the same demonstrated reduced functional capacity when compared to patients with COPD stage II. And with relationship of number of climbs in ST6 with several variables, noted strong correlation with the  $SpO_2$  for patients with COPD stage III.

**Keywords:** exercise, exercise tolerance, chronic obstructive pulmonary disease

## INTRODUÇÃO

A utilização de testes clínicos tem sido considerada um componente essencial na rotina clínica de avaliação de pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) como forma de avaliar a capacidade funcional e a sobrevida dos mesmos<sup>1</sup>, visto que a DPOC é uma importante causa de morbi-mortalidade no mundo, sendo considerada um sério problema de saúde<sup>2</sup>.

A forma mais acurada de avaliar a capacidade funcional e discriminar a causa da intolerância ao exercício é o teste cardiopulmonar máximo<sup>1,3</sup> com medidas diretas dos gases expirados. No entanto, a complexidade do equipamento, além do alto custo operacional e a necessidade de técnicos treinados torna o seu uso limitado na prática clínica.

Assim, como formas alternativas de avaliação aos testes máximos, destacam-se os testes clínicos submáximos<sup>1,4,5</sup>, por serem práticos e de fácil execução na rotina clínica; com destaque para o teste de caminhada de seis minutos (TC6)<sup>6</sup> e o teste do degrau de seis minutos (TD6)<sup>4</sup>, sendo ambos capazes de representar as atividades de vida diária do indivíduo<sup>7,8</sup>.

Recentemente o TD6 foi validado em pacientes com doença pulmonar intersticial<sup>4</sup>; e se mostrou reprodutível, seguro e sensível à dessaturação de oxigênio induzida pelo exercício, demonstrando ser um instrumento de fácil utilização, econômico e portátil<sup>4</sup>. Atualmente não há diretrizes para o TD6, assim como valores de referência para as populações, o que acarreta divergências metodológicas durante a sua execução. O TD6 por requerer mínimo espaço físico tem-se mostrado útil clinicamente na estimativa da tolerância ao exercício, sendo considerado boa alternativa para avaliação da capacidade de exercício em pacientes com DPOC<sup>4,9</sup>.

No entanto, ainda não há estudos que comparam as demandas metabólica ( $\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2\text{pico}}$ ) e ventilatória ( $\dot{V}_E/VVM$ ), bem como a dispnéia e fadiga nos MMII no TD6 separando os pacientes com DPOC de acordo com o estágio da doença. A hipótese do presente estudo é que o TD6 acarretaria em maior dispêndio metabólico-ventilatório e percepção de dispnéia, bem como maior dessaturação aos pacientes com DPOC estágio III, com menor capacidade funcional dos mesmos. Ainda, espera-se encontrar associação do número de subidas no TD6 com as variáveis índice BODE,  $VEF_1$ , saturação periférica de oxigênio ( $SpO_2$ ) e consumo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$ ) pico obtidos no TD6, bem como com a distância percorrida no TC6 e no teste cardiopulmonar incremental limitado por sintomas (TCP).

Conseqüentemente, os objetivos do presente estudo foram comparar a  $\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2\text{pico}}$ ,  $\dot{V}_E/VVM$ , dispnéia, fadiga nos membros inferiores (MMII),  $SpO_2$  e capacidade funcional, vista pelo número de subidas no degrau e eficiência de trabalho, no pico do TD6 entre os pacientes com DPOC estádios II e III; e verificar se há associação do número de subidas no degrau com o índice BODE,  $VEF_1$ ,  $SpO_2$  e  $\dot{V}O_2$  pico obtidos no TD6, bem como com a distância percorrida no TC6 e no TCP.

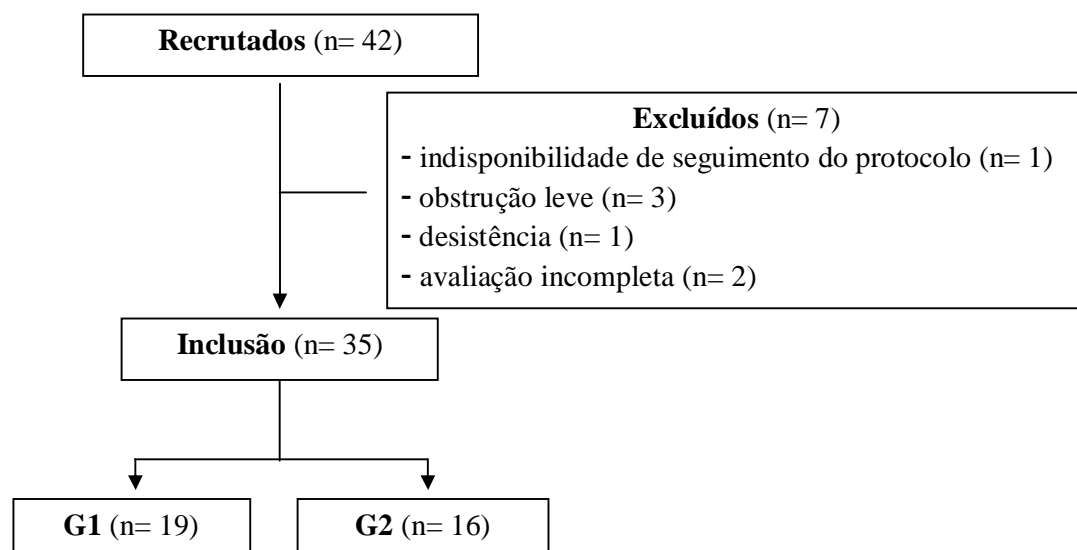
## MÉTODOS

Este é um estudo transversal, desenvolvido na Unidade Especial de Fisioterapia Respiratória da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos, São Paulo, Brasil. Os critérios de inclusão foram pacientes com diagnóstico clínico de DPOC apresentando volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ )/capacidade vital forçada (CVF) < 70% e condições clinicamente estáveis nos últimos dois meses (sem exacerbações da doença).

A espirometria foi realizada pré e pós-broncodilatador como forma de avaliar a reversibilidade, considerando a razão  $VEF_1/CVF$  < 70% e o  $VEF_1$ , classificando-os em estágio II ( $50\% \leq VEF_1 < 80\%$  do previsto) e estágio III ( $30\% \leq VEF_1 < 50\%$  do previsto) segundo a *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD)*<sup>10</sup>.

Os critérios de exclusão foram doenças cardiovasculares descompensadas, reumáticas, neuromusculares ou ortopédicas que os impossibilitassem de realizar os testes por limitação ao exercício; participação em um programa regular de exercício físico no início do estudo e que por qualquer motivo não completaram um dos testes ou protocolo determinado.

Foram recrutados 42 pacientes com predomínio do gênero masculino com diagnóstico clínico de DPOC, os quais seriam distribuídos em dois grupos, de acordo com o grau de obstrução; no entanto, sete foram excluídos. Assim, 35 pacientes foram incluídos no estudo, sendo 19 pacientes com DPOC estágio II, compondo o Grupo 1 (G1) e 16 com DPOC estágio III, constituindo o Grupo 2 (G2), conforme ilustra a Figura 1.



**Figura 1** – Fluxograma do estudo

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Instituição - Brasil (parecer 008/2006) e todos os pacientes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido mediante orientações sobre o protocolo proposto, em atendimento à resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde - Brasil.

Os pacientes foram avaliados em quatro dias diferentes, consistindo da avaliação inicial (anamnese e exame físico), verificação do índice BODE (índice de massa corpórea - IMC, dispnéia pela escala *Modified Medical Research Council Dyspnea* - *MMRC* e TC6), TD6 e TCP. Os mesmos foram orientados a manter a terapêutica medicamentosa prescrita.

O índice BODE foi calculado segundo Celli et al.<sup>11</sup> utilizando as seguintes variáveis: composição corporal verificada por meio do IMC, grau de obstrução da via aérea com VEF<sub>1</sub> em % do valor previsto, dispnéia pela escala *MMRC* e capacidade funcional pela distância percorrida no TC6. Os pacientes receberam pontos de acordo com os resultados obtidos nas quatro variáveis (0-3 para VEF<sub>1</sub>, dispnéia e distância percorrida no TC6; 0-1 para IMC) e estes resultados foram somados, variando numa pontuação total de 0 a 10. A classificação dos mesmos foi dividida em quartis, onde quartil 1 é a pontuação de 0 a 2; quartil 2 de 3 a 4; quartil 3 de 5 à 6 e quartil 4 de 7 a 10. Quanto maior a pontuação maior a probabilidade de mortalidade dos pacientes com DPOC.

A avaliação da composição corporal foi realizada por meio do cálculo do IMC segundo Willett<sup>12</sup>, classificando-os de acordo com Prescott et al.<sup>13</sup>.

A avaliação do grau de dispnéia para o cálculo do índice BODE foi realizada por meio da escala *MMRC*<sup>14</sup>, a qual se baseia nos graus das diferentes atividades que levam à dispnéia,

variando entre "0" (indivíduo não é incomodado com falta de ar a não ser quando submetido a exercício vigoroso) a "4" (indivíduo apresenta muita falta de ar ao sair de casa ou até mesmo quando troca de roupa). Os pacientes determinavam o número da escala que se relacionava melhor a sua dispnéia, sendo que números altos referiam-se a maior incapacidade. Esta escala foi aplicada sob a forma de entrevista pelo mesmo examinador a todos os pacientes.

O TC6 foi realizado em um corredor plano com 30 metros de comprimento, segundo a padronização da ATS<sup>6</sup>. O paciente foi monitorizado durante todo o teste por um oxímetro de pulso portátil (Nonin<sup>®</sup> 8500<sup>a</sup>, Plymouth, MN) para verificação da SpO<sub>2</sub>, frequencímetro (Polar<sup>®</sup>, Finlândia) para obtenção da frequência cardíaca (FC) e questionado quanto à dispnéia e cansaço ou dor em MMII pela escala de Borg modificada CR10, no início e final do teste, sendo que ao final deste anotava-se a distância percorrida em metros. Foram realizados dois testes com 30 minutos de intervalo entre eles para eliminar o efeito do aprendizado, sendo utilizado para análise o maior valor obtido.

Quanto ao TCP em esteira rolante (Inbramed<sup>®</sup>, Rio Grande do Sul, Brasil) foi utilizado um protocolo de degrau contínuo e velocidade crescente, inicialmente de 2Km/h, durante dois minutos para aquecimento, aumentando-se a velocidade em 0,5Km/h a cada dois minutos com a inclinação constante em 3%<sup>15-17</sup>.

Além disso, os mesmos foram avaliados quanto a  $\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2\text{pico}}$ ,  $\dot{V}_E/VVM$ , dispnéia, fadiga nos MMII e SpO<sub>2</sub> no TD6. O TD6 foi realizado em um degrau de 20cm de altura<sup>4</sup>, com 80cm de comprimento, 40cm de largura e com piso antiderrapante. O teste iniciou com o paciente em pé, seguido pelo ciclo subida-subida, descida-descida, sendo instruído a subir e descer o degrau no seu próprio ritmo durante seis minutos, podendo interromper temporariamente o teste de acordo com a sua necessidade, bem como intercalar os MMII e sem o apoio dos membros superiores (MMSS), os quais permaneceram estacionários ao longo do corpo, sendo a execução do teste em cadência livre de acordo com Dal Corso et al.<sup>4</sup>. A capacidade funcional no TD6 foi registrada pelo número total de subidas no degrau com os dois pés.

A sala foi preparada uma hora e meia antes do início do teste, climatizada (22° a 24°C e umidade relativa do ar em 40 a 60%). Durante o TCP e TD6 utilizou-se um sistema metabólico modelo VO<sub>2000</sub> da MedGraphics (St Paul MN, USA), operado via computador pelo software Aerograph<sup>®</sup>, para captação e armazenamento dos sinais. O sistema media micro amostras dos gases respiratórios pelo método de coleta de 20s, avaliando-se:

-  $\dot{V}O_2$ : volume de oxigênio consumido em litros por minuto, expresso em *STPD* (*Standard Temperature and Pressure Dry*). Para o cálculo da  $\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2\text{ pico}}$  foi utilizada a razão  $\dot{V}O_2$ , obtido em cada atividade avaliada e o  $\dot{V}O_{2\text{ pico}}$ , obtido no TCP.

-  $\dot{V}_E$ : volume de ar expirado em litros por minuto, expresso em *BTPS* (*Body Temperature Pressure Saturated*). Para calcular a  $\dot{V}_E/VVM$  foi utilizada a razão  $\dot{V}_E$  (L/min), obtida em cada atividade e a VVM, obtida de forma direta por meio do teste espirométrico<sup>9</sup>. Para determinar o cálculo da  $\dot{V}_E$  foi utilizado um pneumotacômetro de fluxo bidirecional.

A calibração do sistema metabólico foi realizada pelo modo automático, entretanto, com a finalidade de reduzir possíveis erros de calibração, procedeu-se uma calibração a cada avaliação.

O pneumotacômetro foi acoplado a extensões de três vias e a uma peça bucal com coletor de saliva. Antes de ambos os testes citados acima os pacientes permaneceram sentados para colocação do bucal e adaptação ao sistema metabólico que foi ajustado por um fixador craniano com a finalidade de aliviar o peso da peça bucal; as narinas foram ocluídas por um clipe nasal para evitar o escape de ar<sup>9</sup>. Após a estabilização das variáveis metabólicas e ventilatórias foram realizadas as coletas durante dois minutos na postura ortostática (repouso) e durante todo o teste até o período de recuperação.

A  $SpO_2$  foi monitorada a cada atividade por meio de um oxímetro de pulso (Dixtal<sup>®</sup>, Manaus, Brasil) para se observar e controlar uma possível dessaturação. Para avaliar a dispnéia e a fadiga nos MMII durante o teste utilizou-se a escala de Borg modificada CR10<sup>18</sup>, sendo que as respostas subjetivas foram classificadas de zero (nenhuma falta de ar) a dez (extremamente intensa). A frequência cardíaca foi verificada com um frequencímetro de pulso (Polar<sup>®</sup>) e as medidas da pressão arterial inicial e final foram verificadas com a finalidade de se obter maior controle sobre o estado geral dos pacientes e verificar possível alteração durante as atividades.

Os dados foram dispostos em tabelas e expressos em média e desvio-padrão, exceto o índice BODE, a dispnéia e a fadiga nos MMII foram demonstrados em mediana (mínimo e máximo). Para análise estatística utilizou-se o software SPSS (13.0 for Windows), sendo a distribuição dos dados avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk, o qual demonstrou uma distribuição normal. Para análise intragrupo utilizou-se o teste *t* pareado e para análise intergrupos o teste *t* não pareado. O nível de significância adotado foi  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

As variáveis antropométricas não diferiram estatisticamente entre os grupos, assim como a dispnéia, avaliada pela escala *MMRC*. No entanto quanto às variáveis espirométricas  $VEF_1$ , CVF e VVM, bem como para o índice BODE observou-se diferença significativa entre os mesmos, conforme demonstra a Tabela 1.

**Tabela 1** - Características antropométricas, espirométricas, *MMRC* e índice BODE para ambos os grupos.

VARIÁVEIS	G1 (n=19)	G2 (n=16)
Idade (anos)	71,2±8,1	69,7±9,7
Peso (kg)	63,9±15,2	62,9±11
Altura (cm)	164,7±4,6	165,6±5,1
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	23,5±5,4	23±4,2
VEF <sub>1</sub> (%)	63,6±7,5	41,1±6,9 *
CVF (%)	87,3±15,2	62,8±7,1 *
VEF <sub>1</sub> /CVF (%)	57,5±9,2	50,4±6,9
VVM (L/min)	62,3±13,6	41,8±12,3 *
VVM (%)	61,9±12,3	46±18,5 *
<i>MMRC</i>	1 (0-4)	3 (1-4)
<b>BODE</b>	2 (0-8)	7 (2-10)*

Média±DP. Para *MMRC* e BODE: mediana (mínimo e máximo).

\*  $p < 0,05$  (G1  $\neq$  G2).

IMC: índice de massa corpórea

VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo

CVF: capacidade vital forçada

VVM: ventilação voluntária máxima

*MMRC*: Modified Medical Research Council Dyspnea

Ao comparar os grupos quanto às variáveis  $\dot{V}O_2$ ,  $\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2\text{pico}}$ ,  $\dot{V}_E$ ,  $\dot{V}_E/\text{VVM}$  e fadiga nos MMII, bem como a eficiência de trabalho no TD6 não se observou diferença significativa entre os mesmos, assim como para a  $SpO_2$  na situação basal. No entanto, verificou-se valores significativamente maiores de dispnéia no pico do TD6 para o G2, assim como valores

significativamente menores de SpO<sub>2</sub> no pico deste teste para o mesmo grupo, sendo este último comportamento também observado ao se avaliar o número de subidas no degrau, a distância percorrida no TC6 e no TCP, como demonstrado na Tabela 2.

**Tabela 2** – Consumo de oxigênio, demanda metabólica, ventilação pulmonar, demanda ventilatória, dispnéia, fadiga dos membros inferiores, saturação periférica de oxigênio, número de subidas no degrau, eficiência de trabalho no TD6 e distância percorrida no TC6 e no TCP para ambos os grupos

	<b>G1 (n=19)</b>	<b>G2 (n=16)</b>
$\dot{V}O_2$ - basal (L/min)	0,3±0,2	0,32±0,1
$\dot{V}O_{2\text{pico}}$ - TD6 (L/min)	1±0,4	0,9±0,3
$\dot{V}O_2$ pico - TCP (L/min)	1,2±0,5	0,9±0,4
<b>Demanda Metabólica - TD6 (%)</b>	93,9±28,5	105,2±48,4
$\dot{V}_E$ - basal (L/min)	14,2±9,7	12,5±6,1
$\dot{V}_{E\text{pico}}$ - TD6 (L/min)	29,3±6,3	21,3±10
<b>Demanda Ventilatória - TD6 (%)</b>	44,9±16,5	50,3±20,1
<b>Dispnéia pico - TD6</b>	1 (1-4)	2 (1-5) *
<b>Fadiga MMII - TD6</b>	3 (1-5)	2 (1-5)
SpO <sub>2</sub> - basal (%)	94,6±2,3	92,1±3
SpO <sub>2\text{pico}}</sub> - TD6 (%)	91,3±6,3	85,3±4,6 *
<b>Número de subidas no TD6</b>	54,3±23,2	38,1±15,4 *
<b>Eficiência de Trabalho (mL/min/nº de degraus)</b>	24,8±12,1	26,6±8
<b>DP no TC6 (m)</b>	451,3±117,2	311±175,5 *
<b>DP no TCP (m)</b>	724,3±323,4	506,7±223,8 *

Média±DP. Para Dispnéia e Fadiga em MMII: mediana (mínimo e máximo). \* p<0,05 (G1 ≠ G2).  
 $\dot{V}O_2$ : consumo de oxigênio  
 TD6: teste do degrau de seis minutos  
 $\dot{V}_E$ : ventilação pulmonar  
 SpO<sub>2</sub>: saturação periférica de oxigênio  
 DP no TC6: distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos  
 DP no TCP: distância percorrida no teste cardiopulmonar incremental limitado por sintomas



Ao associar o TD6 por meio do número de subidas com algumas variáveis já citadas observou-se que o número de subidas no degrau mostrou correlação positiva com a SpO<sub>2</sub> para o G2, com  $r=0,85$  ( $p < 0,05$ ), conforme demonstrado na Tabela 3.

**Tabela 3** – Coeficiente de correlação ( $r$ ) do número de subidas no degrau com o índice BODE, volume expiratório forçado no primeiro segundo, saturação periférica de oxigênio e consumo de oxigênio no TD6; bem como com a distância percorrida no TC6 e no TCP para ambos os grupos

	Número de Subidas no Degrau	
	TD6	
	G1 (n=19)	G2 (n=16)
<b>BODE</b>	- 0,52	- 0,35
<b>VEF<sub>1</sub> (%)</b>	- 0,59	- 0,08
<b>SpO<sub>2</sub> – TD6 (%)</b>	0,61	0,85 *
<b><math>\dot{V}O_2</math> - TD6 (L/min)</b>	0,72	0,65
<b>DP – TC6 (m)</b>	0,66	0,02
<b>DP – TCP (m)</b>	0,70	0,32

\*  $p < 0,05$   
 VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo  
 SpO<sub>2</sub>: saturação periférica de oxigênio  
 $\dot{V}O_2$ : consumo de oxigênio  
 DP: distância percorrida  
 TC6: teste de caminhada de seis minutos  
 TCP: teste cardiopulmonar incremental limitado por sintomas

## DISCUSSÃO

No presente estudo verificou-se maior percepção de dispnéia obtida no pico do TD6 aos pacientes com DPOC estágio III, com dessaturação neste mesmo teste. Além disso, observou-se reduzida capacidade funcional dos mesmos, os quais apresentaram menores valores de número de subidas no TD6 e da distância percorrida tanto no TC6 quanto no TCP, quando comparados aos pacientes com DPOC estágio II.

Quanto à correlação, o presente estudo demonstrou relação do número de subidas no TD6 com a SpO<sub>2</sub> obtida no pico do TD6 para o G2.

O ato de subir degrau exige maior ativação da musculatura de MMII, sendo uma atividade estática que exige grande participação dos MMII, os quais nos pacientes com DPOC se encontram limitados pela perda de força e *endurance* do músculo quadríceps devido à limitação muscular periférica com o avançar da doença<sup>19</sup>.

A capacidade funcional sofre forte influência da disfunção muscular periférica induzida pela DPOC e, segundo alguns autores, com a evolução da doença se observa que a capacidade funcional torna-se comprometida, tornando os pacientes incapacitados ou dependentes para realizar as AVD<sup>20</sup>. A afirmação dos autores citados acima corrobora aos resultados observados no presente estudo, no qual o grupo de pacientes com maior obstrução apresentou reduzida capacidade funcional ao executarem testes que representam AVD quando comparados aos pacientes com menor obstrução das vias aéreas.

Além disso, vale ressaltar que pacientes com DPOC apresentam suas AVD limitadas pela dispnéia, que se inicia insidiosamente, mas progride de forma severa, piorando a inatividade dos mesmos com conseqüente descondicionamento da musculatura periférica<sup>21</sup>, o que acarreta em declínio da *performance* aeróbica<sup>22-24</sup>.

Em um estudo de revisão, Garcia-Aymerich et al.<sup>25</sup> verificaram que a fadiga em MMII e a sensação de dispnéia tendem a ser a principal causa de limitação da capacidade funcional de pacientes com DPOC em comparação aos indivíduos saudáveis; porém, os autores frisam que nos pacientes mais graves a força muscular e a função pulmonar são as variáveis que mais se correlacionam com a diminuição na tolerância ao exercício.

Ainda, no presente estudo o dispêndio metabólico apresentado pelos pacientes com DPOC tanto no estágio II quanto no III foi acima de 50% do  $\dot{V}O_{2\text{pico}}$  apresentado no TCP realizado na esteira rolante. Segundo Dal Corso et al.<sup>4</sup>, a  $\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2\text{max}}$  tem-se mostrado elevada no teste de degrau quando comparada aos valores obtidos em outros testes de campo na DPOC. Isso provavelmente deve-se ao fato da atividade de subir degrau requerer um trabalho contra a gravidade<sup>26</sup>.

Quanto à oxigenação, Schenkel et al.<sup>27</sup> relatam que pacientes com DPOC de moderada a grave obstrução podem apresentar queda da SpO<sub>2</sub> ao realizarem testes funcionais, tornando-se indispensável o acompanhamento desta no decorrer dos testes, evitando situações de hipoxemia arterial, o que contribui para a intolerância ao exercício. No presente estudo observou-se que o grupo de pacientes com DPOC estágio III apresentaram dessaturação no pico do TD6 (queda > 4%), caracterizando um distúrbio das trocas gasosas associado à obstrução crônica das vias aéreas; sendo a anormalidade das trocas gasosas um dos fatores determinantes da interrupção do exercício físico nos indivíduos com DPOC<sup>28</sup>.

O TD6 é semelhante ao TC6 em termos de tempo e ritmo, bem como, envolve custo reduzido, dispensa equipamentos complexos ou disponibilidade de um laboratório. Porém, cabe ressaltar, de acordo com os resultados obtidos no presente estudo, que o TD6 proporcionou menor dispêndio metabólico-ventilatório aos pacientes com DPOC estágio II,

além de se apresentar como forma alternativa de avaliação da capacidade funcional dos mesmos<sup>29</sup>, visto haver, segundo alguns autores, uma relação entre o número de subidas no degrau e o  $\dot{V}O_2$  pico<sup>30,31</sup>.

E quanto à relação do número de subidas no TD6 com a SpO<sub>2</sub> obtida no pico do mesmo observada no presente estudo, Hübner<sup>32</sup> também verificou de forma semelhante uma associação da distância vertical percorrida no TD6 com a SpO<sub>2</sub> obtida neste (p= 0,017; r= 0,243). E ainda, de acordo com Corrêa et al.<sup>33</sup>, a dessaturação observada com o exercício apresenta relação com o índice BODE, visto haver forte correlação da SpO<sub>2</sub> (r= 0,86) observada em um teste de caminhada com o índice BODE. Sendo assim, vale destacar que no presente estudo os pacientes mais comprometidos demonstraram pior prognóstico.

Segundo Malaguti et al.<sup>34</sup>, o TD6 é um teste reprodutível na DPOC, relatando valores de desempenho diretamente relacionados à função pulmonar. Além disso, considerando a possibilidade de mensuração indireta do VO<sub>2máx</sub> no teste do degrau descrita por Neder e Nery<sup>9</sup>, isto leva a compreender que, diferentemente do TC6 que possui apenas um componente horizontal no trabalho realizado, o teste do degrau acrescenta um componente de deslocamento vertical, aumentando assim o nível de exigência no teste de esforço.

Para Schnaider e Karsten<sup>35</sup> o teste do degrau em cadência livre mostra-se discretamente menos confortável ao paciente devido ao deslocamento vertical, além da fadiga dos MMII ser mais evidente ao subir degrau em decorrência da fadiga do músculo quadríceps durante esse deslocamento<sup>36</sup>.

No entanto, os resultados do presente estudo podem ter sofrido a influência de algumas limitações, dentre elas a ausência da avaliação da força muscular de MMII desses pacientes.

A partir dos resultados encontrados conclui-se que os pacientes com DPOC estágio III apresentaram maior percepção de dispnéia e dessaturação ao executarem o TD6, o qual simula uma atividade cotidiana. Cabe também ressaltar que os mesmos demonstraram reduzida capacidade funcional quando comparados aos pacientes com DPOC estágio II. E quanto à relação do número de subidas no TD6 com diversas variáveis, observou-se correlação forte com a SpO<sub>2</sub> para os pacientes com DPOC estágio III.

## REFERÊNCIAS

1. Casas A, Vilaro J, Rabinovich R, Mayer A, Barberà JA, Rodriguez-Roisin R et al. Encouraged 6-min walking test indicates maximum sustainable exercise in COPD patients. *Chest* 2005; 128(1): 55-61.
2. Menezes AM, Padilla R, Jardim JR, Muiño A, Lopes MV, Valdivia G, et al. Chronic obstructive pulmonary disease in five Latin American cities (the PLATINO study): a prevalence study. *Lancet*. 2005; 366(9500): 1875-82.
3. Leung AS, Chan KK, Sykes K, Chan KS. Reliability, validity, and responsiveness of a 2-min walk test to assess exercise capacity of COPD patients. *Chest* 2006; 130(1): 119-25.
4. Dal Corso S, Duarte SR, Neder JA, Malaguti C, Fuccio MB, Castro Pereira CA et al. A step test to assess exercise-related oxygen desaturation in interstitial lung disease. *Eur Respir J*. 2007; 29(2): 330-6.
5. Dourado VZ, Tanni SE, Vale AS, Faganello MM, Sanches FF, Godoy I. Manifestações sistêmicas na doença pulmonar obstrutiva crônica. *J Bras Pneumol*. 2006; 32(2): 161-71.
6. ATS – American Thoracic Society. ATS Statement: guidelines for the six minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166(1): 111-7.
7. Enright PL. The six- minute walk test. *Respir Care* 2003; 48(8): 783-5.
8. Pitta F, Troosters T, Spruit MA, Probst VS, Decramer M, Gosselink R. Characteristics of physical activities in daily life in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005; 171: 972-7.
9. Neder JA, Nery LE. *Fisiologia Clínica do Exercício*. 1ª ed. São Paulo: Artes Médicas, 2003.
10. Rabe KF, Hurd S, Anzueto A, Barnes PJ, Buist SA, Calverley P et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. GOLD Executive Summary. *Am J Respir Crit Care Med*. 2007; 176(6): 532- 55.
11. Celli BR, Cote CG, Marín JM, Casanova C, Oca MM, 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. Willett W. *Nutritional epidemiology*. 2th edition. Oxford: Oxford University Press, 1998.
13. Prescott E, Almdal T, Mikkelsen KL, Tofteng CL, Vestbo J, Lange P. Prognostic value of weight change in chronic obstructive pulmonary disease: results from the Copenhagen City Heart Study. *Eur Respir J*. 2002; 20(3): 539-44.
14. Mahler D, Wells C. Evaluation of clinical methods for rating dyspnea. *Chest* 1988; 93(3): 580-6.
15. Pires Di Lorenzo VA, Silva AB, Sampaio LMM, Jamami M, Oishi J, Costa D. Efeitos do treinamento físico e muscular respiratório em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (COPD) grave submetidos a BiPAP. *Rev Bras Fisioter*. 2003; 7(1): 69-76.
16. Borghi-Silva A, Baldissera V, Sampaio LM, Pires Di Lorenzo VA, Jamami M, Demonte A et al. L-carnitine as an ergogenic aid for patients with chronic obstructive pulmonary disease submitted to whole-body and respiratory muscle training programs. *Braz J Med Biol Res*. 2006; 39(4): 465-74.
17. Marrara KT, Marmorato D, Held PA, Oliveira Junior AD, Jamami M, Pires Di Lorenzo VA. Different physical therapy interventions on daily physical activities in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med*. 2008; 102(4): 505-11.
18. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982; 14(5): 377-81.

19. Spruit MA, Gosselink R, Troosters T, Depaepe K, Decramer M. Resistance versus endurance training in patients with COPD and peripheral muscle weakness. *Eur Respir J*. 2002; 19(6): 1072-8.
20. Garrod R, Bestall JC, Paul EA, Wedzicha JA, Jones PW. Development and validation of a standardized measure of activity of daily living in patients with severe COPD: the London Chest Activity of Daily Living Scale (LCADL). *Respir Med*. 2000; 94(6): 589-96.
21. O'Donnell DE. Hyperinflation, dyspnea, and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease. *Proc Am Thorac Soc*. 2006; 3(2): 180-4.
22. Martinez FJ, Struwerderman RL, Flaherty KR, Cowan M, Orens JB, Wald J. Respiratory Response during Arm Elevation in Isolated Diaphragm Weakness. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999; 160(2): 480-6.
23. Kendrick KR, Baxi SC, Smith RM. Usefulness of the modified 0-10 Borg scale in assessing the degree of dyspnea in patients with COPD and asthma. *J Emerg Nurs*. 2000; 26(3): 216-22.
24. Cooper CB. Airflow obstruction and exercise. *Respir Med*. 2009; 103(3): 325-34.
25. Garcia-Aymerich J, Agustí À, Barberà J, Belda J, Farrero E, Ferrer A et al. La heterogeneidad fenotípica de la EPOC. *Arch Bronconeumol*. 2009; 45(3): 129-38.
26. Neder JA. Teste da caminhada e do degrau. Temas em revisão – Sociedade Brasileira de Pneumologia e Fisiologia. 2007. Disponível em: <<http://www.sbpt.org.br/>>.
27. Schenkel NS, Burdet L, Muralt B, Fitting JW. Oxygen saturation during daily activities in chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 1996; 9(2):2584-9.
28. O'Donnell DE. Ventilatory limitations in chronic obstructive pulmonary disease. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(7): 647-55S.
29. Machado NC, Natali V, Squassoni SD, Santana VTS, Baldin AC, Fiss E et al. Estudo comparativo entre os resultados do teste de caminhada de seis minutos e do teste do degrau de seis minutos em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. *Arq Med ABC* 2007; 32(Supl 2): S47-50.
30. Shapiro A, Shapiro Y, Magazanik A. A simple step test to predict aerobic capacity. *J Sports Med Phys Fitness* 1976; 16(3): 209-14.
31. Montes De Oca M, Ortega Balza M, Lezama J, López JM. Chronic obstructive pulmonary disease: evaluation of exercise tolerance using three different exercise tests. *Arch Bronconeumol*. 2001; 37(2): 69-74.
32. Hübner AA. Teste do degrau de seis minutos na avaliação da capacidade submáxima de exercício em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Médicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
33. Corrêa KS, D'Aquino A, Karloh M, Santos K, Martins LQ, Mayer AF. Índice de mortalidade BODE e dessaturação no exercício em pacientes com DPOC. *Revista Inspirar* 2009; 1(3): 118.
34. Malaguti C, Lattaro P, Rondelli RR, Nogueira A, Tupinamba T, Battagin AM et al. Reprodutibilidade do teste do degrau em DPOC [Resumo]. *Pneumol Paulista* 2007; 20(4): 31.
35. Schnaider J, Karsten M. Testes de tolerância ao exercício em programa de fisioterapia hospitalar após exacerbação da doença pulmonar obstrutiva crônica. *Fisioter Mov*. 2006; 19(4): 119-26.
36. Dreher M, Waltersbacher S, Sonntag F, Prettin S, Kabitz HJ, Windisch W. Exercise in severe COPD: is walking different from stair-climbing? *Respir Med*. 2008; 102(6): 912-8.

### **CAPÍTULO 3: ESTUDO II**

Marrara KT, Marmorato D, Jamami M, Oliveira Junior AD, Pires Di Lorenzo VA.

**Eficácia do treinamento físico aeróbio sobre o teste de degrau e teste de caminhada em  
pacientes com DPOC estádios II e III**

Periódico: Jornal Brasileiro de Pneumologia (Submetido)

## RESUMO

**Objetivo:** Verificar a eficácia do treinamento físico aeróbio sobre o teste do degrau de seis minutos (TD6) e teste de caminhada de seis minutos (TC6) em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) estádios II e III. **Métodos:** Foram avaliados 36 pacientes com DPOC estádios II e III quanto ao consumo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$ ), demanda metabólica ( $\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2\text{pico}}$ ), ventilação pulmonar ( $\dot{V}_E$ ), demanda ventilatória ( $\dot{V}_E/VVM$ ) e equivalente ventilatório de dióxido de carbono ( $\dot{V}_E/\dot{V}CO_2$ ) no TD6, bem como quanto a capacidade funcional, dispnéia e saturação periférica de oxigênio ( $SpO_2$ ) no TD6 e TC6. Os pacientes foram randomizados em Grupo TF (GTF, n= 21): realizavam treinamento físico na esteira e a rotina usual e em Grupo Controle (GC, n= 15): realizavam a rotina usual. O programa de tratamento foi realizado por seis semanas, com uma frequência de três vezes por semana. **Resultados:** Verificou-se um aumento significativo do número de subidas no TD6, da distância percorrida (DP) e da % do previsto no TC6 e redução significativa da dispnéia no TC6 para o GTF. Ao comparar os grupos, observaram-se valores significativamente maiores de DP e da % do previsto no TC6 para o GTF e valores significativamente menores da dispnéia no TC6 para este mesmo grupo. **Conclusão:** O treinamento físico aeróbio proporcionou benefícios aos pacientes com DPOC estádios II e III quanto à capacidade funcional no TD6 e TC6, bem como na dessensibilização da dispnéia no TC6.

**Palavras-chave:** teste de esforço, exercício, doença pulmonar obstrutiva crônica

*ClinicalTrials.gov Identifier:* NCT01464736

**ABSTRACT**

**Objective:** To verify the efficacy of aerobic physical training on the six minutes step test (ST6) and six minutes walk test (6MWT) in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) stages II and III. **Methods:** Were evaluated 51 patients with stages II and III of COPD regarding the oxygen consumption ( $\dot{V}O_2$ ), metabolic demand ( $\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2peak}$ ), pulmonary ventilation ( $\dot{V}_E$ ), ventilatory demand ( $\dot{V}_E/MVV$ ) and ventilatory equivalent for carbon dioxide ( $\dot{V}_E/CO_2$ ) in ST6, as well as the functional capacity, dyspnea and oxygen peripheral saturation ( $SpO_2$ ) in ST6 and 6MWT. Patients were randomized in physical training group (PTG, n = 21): performed aerobic treadmill exercise and the usual routine and in control group (CG, n = 15): were the usual routine. The treatment programme was held for six weeks, with a frequency of three times per week. **Results:** There was a significant increase in the number of climbs in ST6, distance covered (DC) and predict % in the 6MWT and significant reduction of dyspnea in the 6MWT to the PTG. When comparing the groups, significantly greater DC and predict % in the 6MWT to the PTG and significantly lower values of dyspnea in the 6MWT for this same group. **Conclusion:** The aerobic physical training provided benefits to patients with stages II and III of COPD with regard to functional capacity in ST6 and 6MWT and the desensitization of dyspnea in 6MWT.

**Key words:** exercise test, exercise, chronic obstructive pulmonary disease



## INTRODUÇÃO

Os testes clínicos mostram-se adequados na avaliação de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), sendo considerados representativos de uma atividade da vida diária (AVD). O teste do degrau de seis minutos (TD6) é um teste clínico que se apresenta como uma alternativa na avaliação destes pacientes, além de apresentar como vantagem a necessidade de um pequeno espaço físico para sua realização. Porém, o TD6 foi validado até o momento apenas para pacientes com doença pulmonar intersticial<sup>1</sup>, não havendo diretrizes e valores de referência para o mesmo, bem como não há estudos que avaliem a diferença mínima clinicamente significativa quanto ao número de subidas no degrau após programa de treinamento físico.

Nas atividades cotidianas, dentre elas o caminhar e o subir degraus são atividades comuns no recrutamento de grandes grupos musculares dos membros inferiores (MMII)<sup>2,3</sup>, porém os MMII nos pacientes com DPOC apresentam a musculatura comprometida quanto a força e *endurance*, estando relacionadas a redução da massa muscular e capacidade aeróbia<sup>3</sup>, o que prejudica a execução das mesmas. Com isso, torna-se importante a realização de exercícios envolvendo os MMII como forma de melhorar a *performance* funcional desses<sup>2</sup>.

Sendo assim, a inclusão do treinamento físico aeróbio torna-se essencial em programas de reabilitação de indivíduos com DPOC e seus benefícios são observados independentemente do estágio da doença. Para Bourjeily e Rochester<sup>4</sup>, os programas de treinamento devem ter duração média de 6 a 12 semanas, com frequência de três sessões por semana e intensidade do exercício variando de 60 a 80% da capacidade máxima.

Porém, cabe ressaltar que não há evidências científicas na literatura demonstrando os benefícios do treinamento físico aeróbio aos pacientes com DPOC quanto à realização do TD6, visto este estar sendo apontado como uma vantagem adicional na prática clínica, envolvendo um custo reduzido e um espaço físico de pequena proporção. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivos verificar a eficácia do treinamento físico aeróbio sobre o  $\dot{V}O_2$ ,  $\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2\text{pico}}$ ,  $\dot{V}_E$ ,  $\dot{V}_E/VVM$  e  $\dot{V}_E/VCO_2$  no TD6, bem como a capacidade funcional, a dispnéia e a saturação periférica de oxigênio ( $SpO_2$ ) no TD6 e TC6 em pacientes com DPOC estádios II e III.

Desta maneira, hipotetiza-se que o treinamento físico aeróbio proporcione melhora aos pacientes com DPOC quanto à capacidade funcional e redução da dispnéia em ambos os testes clínicos avaliados.

## MÉTODOS

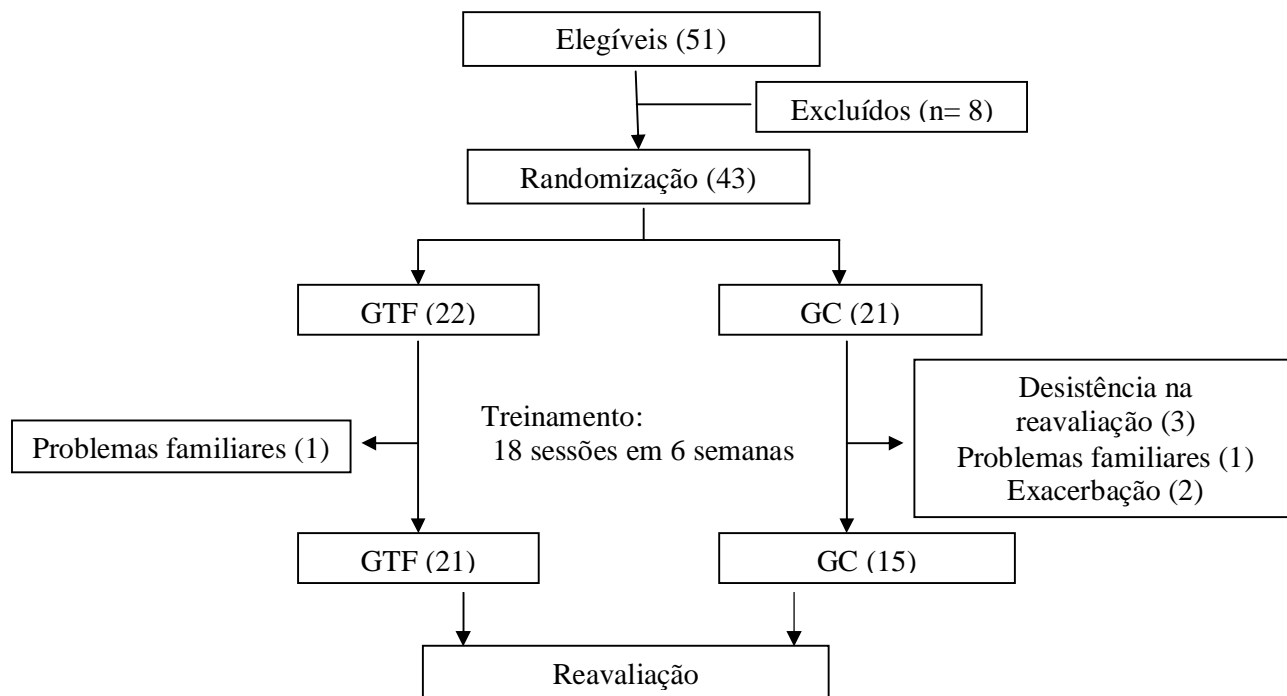
Este é um estudo prospectivo, randomizado e controlado desenvolvido na Unidade Especial de Fisioterapia Respiratória da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Brasil. Os pacientes foram encaminhados por um pneumologista responsável. Os critérios de inclusão foram pacientes com diagnóstico clínico de DPOC apresentando volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ )/capacidade vital forçada (CVF) < 70% e condições clinicamente estáveis nos últimos dois meses (sem exacerbações da doença).

A espirometria foi realizada pré e pós-broncodilatador como forma de avaliar a reversibilidade, considerando a razão  $VEF_1/CVF < 70\%$  e o  $VEF_1$ , classificando-os em obstrução moderada ( $50\% \leq VEF_1 < 80\%$  do previsto) e grave ( $30\% \leq VEF_1 < 50\%$  do previsto) segundo a *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD)*<sup>5</sup>.

Os critérios de exclusão foram doenças cardiovasculares descompensadas, reumáticas, neuromusculares ou ortopédicas que os impossibilitassem de realizar os testes por limitação ao exercício; participação em um programa regular de exercício físico no início do estudo e que por qualquer motivo não completaram um dos testes ou protocolo determinado.

Foram recrutados 51 pacientes do gênero masculino com diagnóstico clínico de DPOC, os quais seriam randomizados em dois grupos; no entanto, 8 foram excluídos devido: obstrução leve (n=4), não ter participado de todas as avaliações (n=2) e indisponibilidade de seguimento do protocolo proposto (n=2).

Assim, 43 pacientes foram incluídos no estudo, sendo randomizados por meio de envelopes selados e sequencialmente numerados, em dois grupos: Grupo TF (GTF, n=22) e Grupo Controle (GC, n=21), porém, 21 pacientes do GTF e 15 do GC finalizaram o estudo (Figura 1).



**Figura 1** – Fluxograma do estudo

GTF: grupo treinamento físico aeróbio, GC: grupo controle

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Instituição (008/2006) e todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido mediante orientações sobre o protocolo proposto, em atendimento à resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Todos os pacientes foram submetidos à anamnese e exame físico, teste de função pulmonar pré e pós broncodilatador (realizado pelo pneumologista responsável), TCP, TD6 e TC6. Todas as avaliações foram realizadas em uma semana e repetidas após seis semanas.

Os testes foram realizados em dias diferentes, sendo a avaliação inicial realizada no primeiro dia; no segundo dia realizou-se o TCP, no terceiro dia de avaliação foi realizado o TD6, enquanto que o TC6 foi realizado no quarto dia de avaliação; seguindo-se a mesma sequência na reavaliação.

O TCP foi realizado seguindo-se um protocolo de degrau contínuo e velocidade crescente, inicialmente 2Km/h, durante dois minutos para aquecimento, aumentando-se a velocidade em 0,5Km/h a cada dois minutos com a inclinação constante em 3%<sup>6-8</sup>. O teste foi interrompido de acordo com a tolerância do paciente ou a ocorrência de sinais ou sintomas que impedissem a continuação do teste<sup>9</sup>.

O TD6 foi realizado em um degrau de 20cm de altura<sup>1</sup>, com 80cm de comprimento, 40cm de largura, piso antiderrapante. O teste iniciou com o paciente em pé, sendo instruído a

subir e descer o degrau no seu próprio ritmo durante seis minutos, podendo interromper temporariamente o teste de acordo com a sua necessidade, bem como intercalar os MMII e sem o apoio dos membros superiores (MMSS), os quais permaneceram estacionários ao longo do corpo, sendo a execução do teste em cadência de livre<sup>1</sup>.

Os princípios gerais do TD6 foram baseados nas recomendações estabelecidas pela ATS<sup>10</sup> para o TC6 e a capacidade funcional no TD6 foi registrada pelo número total de subidas no degrau com os dois pés, bem como pelo cálculo da eficiência de trabalho ( $\dot{V}O_2$ /número de subidas no degrau).

O TCP e o TD6 foram realizados com análise de gases expirados por meio de um sistema metabólico modelo VO<sub>2000</sub> da MedGraphics<sup>®</sup>, operado via computador pelo software Aerograph<sup>®</sup> para captação (conversor analógico/digital) e armazenamento dos sinais pelo método de 20 segundos. Os pacientes permaneciam sentados para colocação do bucal e adaptação ao sistema metabólico, sendo ajustado por um fixador craniano para aliviar o peso da peça bucal e as narinas ocluídas por um clipe nasal, avaliando-se:

- $\dot{V}O_2$ : volume de oxigênio consumido em litros por minuto, expresso em *STPD* (*Standard Temperature and Pressure Dry*). Para o cálculo da  $\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2\text{ pico}}$  foi utilizada a razão  $\dot{V}O_2$ , obtido em cada atividade avaliada e o  $\dot{V}O_{2\text{ pico}}$ , obtido no TCP.
- $\dot{V}_E$ : volume de ar expirado em litros por minuto, expresso em *BTPS* (*Body Temperature Pressure Saturated*). Para calcular a  $\dot{V}_E/VVM$  foi utilizada a razão  $\dot{V}_E$  (L/min), obtida em cada atividade e a VVM, obtida por meio do teste espirométrico de forma direta<sup>11</sup>. Para determinar o cálculo da  $\dot{V}_E$  foi utilizado um pneumotacômetro de fluxo bidirecional.
- $\dot{V}_E/VCO_2$ : equivalente ventilatório para o CO<sub>2</sub>.

Ambos os testes acima citados foram realizados à tarde para evitar diferentes respostas fisiológicas devido às mudanças circadianas e em ambiente climatizado, com temperatura controlada em 22 a 24°C e umidade relativa do ar entre 50 a 60%<sup>12</sup>. Além disso, todos os pacientes foram orientados inicialmente a não ingerirem caféina, bebida alcoólica ou qualquer outro estimulante no dia da coleta de dados, bem como não realizarem atividades extenuantes no dia anterior.

O TC6 foi realizado em um corredor plano com 30m de comprimento e duração de seis minutos. A cada minuto o paciente recebia frases de incentivo pré-estabelecidas, sendo monitorizado por um oxímetro de pulso portátil (Nonin<sup>®</sup> 8500A) para verificação da SpO<sub>2</sub>, freqüencímetro (Polar<sup>®</sup>) para obtenção da freqüência cardíaca (FC) e questionado quanto à dispnéia e cansaço ou dor em MMII por meio da escala de Borg modificada CR10. A

capacidade funcional no TC6 foi verificada pela distância percorrida, em metros, a qual foi anotada ao final, bem como pela % da distância prevista.

Para o cálculo da distância prevista utilizou-se a fórmula para o gênero masculino  $[(7,57 \times \text{altura}_{\text{cm}}) - (5,02 \times \text{idade}) - (1,76 \times \text{peso}_{\text{kg}}) - 309\text{m}]^{13}$ , tendo conhecimento o peso, altura e idade dos indivíduos avaliados.

Foram realizados dois testes com 30 minutos de intervalo entre eles para eliminar o efeito do aprendizado, sendo utilizado para análise o maior valor obtido<sup>10</sup>.

O programa de tratamento foi realizado com uma frequência de três vezes por semana, em dias alternados, durante seis semanas consecutivas, totalizando 18 sessões. No início das sessões realizava-se, para ambos os grupos, ausculta pulmonar e medidas de pressão arterial, SpO<sub>2</sub> e FC, sendo as duas últimas também verificadas no decorrer da sessão para monitorização.

Quanto ao GTF, realizava-se cinco minutos de aquecimento em esteira rolante a 2Km/h e 30 minutos de treinamento físico aeróbio, com inclinação constante de 3%. A velocidade de treinamento foi 60 a 80% da velocidade máxima atingida no TCP<sup>14,15</sup>, a qual foi ajustada ao longo das sessões de acordo com a tolerância de cada paciente. As sessões foram realizadas individualmente e supervisionadas por um fisioterapeuta.

Com relação ao GC, assim como o GTF, os pacientes participavam da rotina usual que envolvia orientações respiratórias em padrão diafragmático, exercícios livres com os MMSS e MMII; e alongamento dos músculos da cervical, tronco, MMSS e MMII; sendo que os pacientes de ambos os grupos recebiam manobras de higiene brônquica, se necessário.

A avaliação da distribuição de normalidade dos dados foi realizada por meio do teste de Shapiro-Wilk, confirmando uma distribuição normal, utilizando-se o teste *t* pareado para análise intragrupo e teste *t* não pareado para análise intergrupos, apresentando-se as mesmas em média e desvio padrão, com exceção da dispnéia que foi apresentada em mediana (mínimo e máximo). Para análise dos dados utilizou-se o pacote estatístico SPSS (13.0 for Windows), adotando-se um nível de significância de  $p < 0,05$ .

A comparação dos grupos foi realizada pela diferença pós-pré intervenção como forma de verificar a melhora clínica em resposta ao treinamento físico.

O cálculo do poder amostral foi realizado pelo programa Ene 2.0 e sugeriu uma amostra de 11 pacientes em cada grupo. O mesmo se baseou a um poder acima de 80% para a variável distância mínima clinicamente significativa, a qual corresponde a um aumento mínimo de 35m entre as situações pré e pós intervenção<sup>16</sup>.

## RESULTADOS

Os pacientes que finalizaram o estudo concluíram as 18 sessões de intervenção fisioterapêutica, resultando em grupos homogêneos quanto aos dados antropométricos e função pulmonar (Tabela 1). Além disso, também se mostraram semelhantes quanto aos valores basais de dispêndio metabólico-ventilatório, equivalente ventilatório, dispnéia e SpO<sub>2</sub> (Tabela 1).

**Tabela 1** - Características antropométricas, espirométricas, consumo de oxigênio, demanda metabólica e ventilatória, equivalente ventilatório de dióxido de carbono, dispnéia e saturação periférica de oxigênio de ambos os grupos

	Grupos	
	GTF (n = 21)	GC (n = 15)
<b>Idade (anos)</b>	70,5±8,5	66,3±8,7
<b>Peso (kg)</b>	62,2±13,2	63,9 ±11,1
<b>Altura (cm)</b>	165,5±4,8	164,5±5,5
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	22,8±4,4	23,4±4,2
<b>VEF<sub>1</sub> (L)</b>	1,2±0,4	1,2±0,5
<b>VEF<sub>1</sub> (% predito)</b>	48,5±15,4	45,4±16,7
<b>CVF (L)</b>	2,3±0,6	2,4±0,8
<b>CVF (% predito)</b>	72,5±20,5	71,3±18
<b>VEF<sub>1</sub>/CVF (%)</b>	51,9±10	49±11,8
<b>VVM (L/min)</b>	47,7±15,9	46,9±19,8
<b>VVM (% predito)</b>	49,9±17,8	45,4±17,1
<b>VO<sub>2</sub> - repouso (mL/min)</b>	257±11,2	230±68,9
<b>VO<sub>2</sub>pico - TCP (mL/min)</b>	1000,6±415,5	1055,3±546,8
<b>Equivalente Ventilatório de CO<sub>2</sub> - repouso</b>	40,2±9,8	37,5±11,2
<b>SpO<sub>2</sub> - repouso (%)</b>	93,3±2,5	93,3±3,3

Dados expressos em média e desvio padrão. Para dispnéia: mediana (mínimo e máximo).

GTF: grupo treinamento físico aeróbio

GC: grupo controle

IMC: índice de massa corpórea

VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo

CVF: capacidade vital forçada

VVM: ventilação voluntária máxima

VO<sub>2</sub>: consumo de oxigênio

TCP: teste cardiopulmonar incremental limitado por sintomas

CO<sub>2</sub>: dióxido de carbono

SpO<sub>2</sub>: saturação periférica de oxigênio

Com relação à obstrução da via aérea, 10 pacientes do GTF e 9 do GC apresentavam GOLD estágio II, enquanto que o restante do GTF e do GC apresentavam GOLD estágio III<sup>5</sup>.

A tabela 2 demonstra os resultados pré e pós intervenção, podendo-se observar não haver diferenças significativas para ambos os grupos quanto ao  $\dot{V}O_2$ ,  $\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2\text{pico}}$ ,  $\dot{V}_E$ ,  $\dot{V}_E/\text{VVM}$  e  $\dot{V}_E/\dot{V}CO_2$  no pico do TD6. Ao comparar os grupos quanto às mesmas variáveis citadas observou-se também não haver diferença significativa entre os mesmos.

**Tabela 2** – Consumo de oxigênio, demanda metabólica e ventilatória, ventilação pulmonar e equivalente ventilatório de dióxido de carbono pré e pós intervenção no pico do teste do degrau

	GTF (n = 21)			GC (n = 15)		
	Pré Intervenção	Pós Intervenção	Diferença	Pré Intervenção	Pós Intervenção	Diferença
$\dot{V}O_{2\text{pico}}$ (mL/min)	977±320,9	980,3±356,8	21,3±343,7	895,5±557,9	827±187,6	-49,3±483,4
$\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2\text{pico}}$ (%)	116,9±41,3	115,2±57	-6,1±40,5	89±24,9	84,3±38,2	-5±51,4
$\dot{V}_{E\text{pico}}$ (L/min)	25,9±6,7	27,6±9,5	1,5±7,6	18,2±11,1	17,6±4,5	-1,4±10,6
$\dot{V}_E/\text{VVM}$ (%)	53,3±11,3	56,2±15,7	0,7±6,9	43,7±13,1	40,3±10,8	-6,5±19,4
$\dot{V}_E/\dot{V}CO_{2\text{pico}}$	30,8±12,1	31,3±10,3	0,5±6,2	26±3,4	25,7±5,2	-1,9±7,7

Dados expressos em média e desvio padrão.  
 GTF: grupo treinamento físico aeróbio  
 GC: grupo controle  
 $\dot{V}O_2$ : consumo de oxigênio  
 $\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2\text{pico}}$ : demanda metabólica  
 $\dot{V}_E$ : ventilação pulmonar  
 $\dot{V}_E/\text{VVM}$ : demanda ventilatória  
 $\dot{V}_E/\dot{V}CO_2$ : equivalente ventilatório de dióxido de carbono

Com relação ao número de subidas no degrau verificou-se aumento significativo no GTF e manutenção no GC, sendo este mesmo comportamento observado quanto à distância percorrida no TC6 e % do previsto neste mesmo teste (Tabela 3). Além disso, houve redução significativa da dispnéia tanto no TD6 quanto no TC6 para o GTF, com manutenção para o GC. Ao avaliar a SpO<sub>2</sub> verificou-se valores semelhantes entre pré e pós intervenção, não havendo diferença significativa para ambos os grupos (Tabela 3).

Quanto à capacidade funcional, observa-se na tabela 3 um aumento significativo do número de subidas no TD6, bem como da distância percorrida e da porcentagem prevista da distância percorrida no TC6 para o GTF, não havendo diferenças significativas quanto estas variáveis para o GC, assim como quanto à eficiência de trabalho para o GTF. Quando

realizada a comparação dos grupos verifica-se valores significativamente maiores de distância percorrida e da porcentagem prevista da distância percorrida no TC6 para o GTF.

No que se refere à dispnéia, verifica-se uma redução significativa da mesma apenas no TC6 para o GTF, não havendo diferença significativa no TD6 para ambos os grupos, bem como no TC6 para o GC. E ao comparar os grupos, observa-se valores significativamente menores apenas para o GTF no TC6 (Tabela 3).

Com relação a SpO<sub>2</sub> não foram observadas diferenças significativas tanto no TD6 quanto no TC6 para ambos os grupos, assim como ao comparar os grupos, conforme demonstrado na tabela 3.

**Tabela 3** – Número de subidas, eficiência de trabalho, dispnéia e saturação periférica de oxigênio no teste do degrau; distância percorrida, % prevista, dispnéia e saturação periférica de oxigênio no teste de caminhada pré e pós intervenção para ambos os grupos

	GTF (n = 21)			GC (n = 15)		
	Pré Intervenção	Pós Intervenção	Diferença	Pré Intervenção	Pós Intervenção	Diferença
<b>Teste de Degrau de seis minutos</b>						
Número de subidas degrau	43,1±16,2	54,6±12,9 *	10,6±13,2	52,6±28,7	53,3±30,4	2,5±15,4
Eficiência de Trabalho (mL/min/n <sup>o</sup> de degraus)	26,5±9,2	22±11,1	-4,6±8	20,6±5,2	18,4±10,6	-0,74±11,4
Dispnéia (0-10)	1 (0,5-5)	0 (0-2)	0 (-4 - 1)	0,5 (0,5-5)	0 (0-5)	0 (-2 - 3)
SpO <sub>2</sub> (%)	88,4±5,4	89,5±4,6	0,3±3,7	88,8±7,7	88,1±7	-0,8±6,9
<b>Teste de Caminhada de seis minutos no corredor</b>						
Distância Percorrida (m)	387,3±159	452,1±133,6 *	64,9±79,3	387,5±222,1	396,7±221	9,2±133,8 ‡
% prevista Distância Percorrida	79,7±30	94,8±27,4 *	15,2±19,6	76,4±41,5	77,2±39,4	0,7±32,8 ‡
Dispnéia (0-10)	2 (0,5-5)	0 (0-1) *	0 (-5 - 0)	1 (0,5-5)	2 (0-5)	0 (-2 - 5) ‡
SpO <sub>2</sub> (%)	86,2±6	86,8±7,1	0,7±6,4	86,1±6,2	85,7±6,5	-0,4±3,4

Dados expressos em média e desvio-padrão. Para dispnéia: mediana (mínimo e máximo).

\* Diferença significativa entre pré e pós intervenção (p < 0,05).

‡ Diferença significativa entre os grupos (delta; p < 0,05).

GTF: grupo treinamento físico aeróbio

GC: grupo controle

SpO<sub>2</sub>: saturação periférica de oxigênio

## DISCUSSÃO

O presente estudo demonstrou que o treinamento físico aeróbio proporcionou melhora quanto à capacidade funcional, avaliada por meio do TD6, visto pelo aumento do número de subidas no degrau, bem como pelo TC6, observando-se um aumento da distância percorrida e



da porcentagem prevista para a mesma. Além disso, o treinamento físico acarretou em redução da dispnéia no TC6 aos pacientes com DPOC estádios II e III.

Ainda quanto aos resultados do presente estudo, o grupo treinado apresentou maiores valores de distância percorrida no TC6 e da porcentagem do previsto para a mesma, bem como valores reduzidos de dispnéia para este mesmo teste comparado ao grupo controle.

No que se refere ao dispêndio metabólico obtido com o TD6 observou-se no presente estudo que o valor atingido no TD6 para o GTF ultrapassou o  $\dot{V}O_{2\text{pico}}$  atingido no TCP, porém cabe ressaltar que este requerimento mostrou-se semelhante entre as situações pré e pós treinamento para um melhor desempenho funcional neste teste pós intervenção.

Cabe ainda ressaltar que o tipo de protocolo do TCP utilizado no presente estudo pode ter influenciado as respostas frente ao esforço desses pacientes, embora o mesmo tenha sido desenvolvido no laboratório e utilizado em diversos estudos prévios. Além disso, o teste foi realizado em esteira rolante, retratando uma atividade da vida diária.

Com relação ao  $\dot{V}_E/\dot{V}CO_2$  tem sido utilizado como indicador de eficiência ventilatória, permitindo avaliar a eficácia da ventilação na eliminação do  $CO_2$ <sup>17</sup>, sendo um marcador do grau de adequação da resposta ventilatória aos estímulos metabólicos<sup>18</sup>. No presente estudo verificou-se uma manutenção da  $\dot{V}_E/\dot{V}CO_2$  no TD6 com um aumento em média de 10 degraus pós treinamento.

Nos pacientes com DPOC, o treinamento físico aeróbio proporciona aumento da distância percorrida no TC6 e melhora da tolerância aos esforços<sup>19</sup>, sendo que o presente estudo revelou melhora da capacidade funcional após o treinamento físico verificado pela distância percorrida no TC6 e pelo número de subidas no TD6, com redução da dispnéia no TC6.

No estudo de Marrara et al.<sup>8</sup> também verificou-se redução da dispnéia ( $1,1 \pm 1,9$  para  $0,05 \pm 0,2$ ) ao caminhar na esteira após seis semanas de treinamento físico em esteira rolante.

No que se refere ao aumento da tolerância, visto pela distância percorrida, segundo Puhan et al.<sup>16</sup>, considera-se melhora clinicamente significativa um aumento de 35 metros de distância no teste de caminhada em relação à pré intervenção, sendo que no presente estudo se obteve um aumento de 64,9 metros em média.

De acordo com os resultados apresentados por Cooper<sup>20</sup>, verificou-se aumento da distância percorrida após o treinamento físico por seis semanas, três vezes por semana, resultando em melhor capacidade física.

Quanto à  $SpO_2$  durante o exercício, sabe-se que pacientes com DPOC moderada a grave podem apresentar queda da mesma durante testes funcionais<sup>21</sup>, tornando-se

indispensável à verificação desta no decorrer dos mesmos. No presente estudo verificou-se que no pico de ambos os testes houve uma dessaturação tanto para o GTF quanto para o GC, caracterizando distúrbio das trocas gasosas associado à obstrução crônica das vias aéreas; sendo a anormalidade das trocas gasosas um dos fatores determinantes da interrupção do exercício físico nos indivíduos com DPOC<sup>22</sup>.

Segundo Rabinovich et al.<sup>23</sup>, ao relatar sobre teste de degrau deve-se levar em consideração o peso e a altura do paciente, bem como a altura do degrau, pois diferentemente do TC6 em que há apenas um componente horizontal no trabalho executado, no degrau há o acréscimo do componente de deslocamento vertical, o que tende a aumentar o nível de exigência para o mesmo.

Porém, vale ressaltar que no presente estudo o TD6 foi realizado em cadência livre, sendo que Karsten e Lima<sup>24</sup>, bem como Machado et al.<sup>25</sup> reforçam que a cadência livre permite ao paciente ajustar o seu ritmo durante um esforço físico de acordo com suas limitações, evitando interrupção precoce do teste.

Ao se pensar no tempo de realização do teste do degrau adotado no presente estudo, alguns estudos também optaram por seis minutos<sup>1,25</sup>, sendo que dados na literatura recomendam a realização por seis minutos para melhor avaliação dos resultados do teste, o que foi confirmado pela correlação com o TC6, a qual foi mais evidente nos últimos minutos de teste com relação as variáveis da percepção subjetiva de esforço, aumentando a sensibilidade do teste e facilitando sua comparação com o TC6<sup>26</sup>.

Os resultados do presente estudo podem ter sofrido a influência de algumas limitações dentre elas, o protocolo de TCP e o tipo de ergômetro utilizado para as avaliações e para o treinamento físico.

Conclui-se de acordo com os resultados obtidos que o treinamento físico aeróbio proporcionou benefícios aos pacientes com DPOC estádios II e III quanto à capacidade funcional no TD6 e TC6, bem como na dessensibilização da dispnéia no TC6.

## REFERÊNCIAS

1. Dal Corso S, Duarte SR, Neder JA, Malaguti C, Fuccio MB, Castro Pereira CA et al. A step test to assess exercise-related oxygen desaturation in interstitial lung disease. *Eur Respir J*. 2007; 29: 330-6.
2. Santiworakul A, Jarungjitaree S, Jalayondeja W, Chantarothorn S, Supaibulpipat S. Effect of Lower Extremity Exercise on Muscle Strength and Physical Capacity in COPD Patients. *J Med Assoc Thai*. 2009, 92(4): 556-63.
3. Miranda EF, Malaguti C, Dal Corso S. Disfunção muscular periférica em DPOC: membros inferiores versus membros superiores. *J Bras Pneumol*. 2011; 37(3): 380-8.
4. Bourjeily G, Rochester CL. Exercise training in chronic obstructive pulmonary disease. *Clinics in Chest Disease*. 2000; 21(4): 763-81.
5. Rabe KF, Hurd S, Anzueto A, Barnes PJ, Buist SA, Calverley P, et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. GOLD Executive Summary. *Am J Respir Crit Care Med*. 2007; 176(6): 532- 55.
6. Pires Di Lorenzo VA, Silva AB, Sampaio LMM, Jamami M, Oishi J, Costa D. Efeitos do treinamento físico e muscular respiratório em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (COPD) grave submetidos a BiPAP. *Rev Bras Fisioter*. 2003; 7(1): 69-76.
7. Borghi-Silva A, Baldissera V, Sampaio LM, Pires Di Lorenzo VA, Jamami M, Demonte A. et al. L-carnitine as an ergogenic aid for patients with chronic obstructive pulmonary disease submitted to whole-body and respiratory muscle training programs. *Braz J Med Biol Res*. 2006; 39(4): 465-74.
8. Marrara KT, Marmorato D, Held PA, Oliveira Junior AD, Jamami M, Pires Di Lorenzo VA. Different physical therapy interventions on daily physical activities in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med*. 2008; 102(4): 505-11.
9. II Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. *Arq Bras Cardiol*. 2002; 78 (supl. II).
10. American Thoracic Society. ATS statement: guidelines for the six minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166(1): 111-7.
11. Neder J, Nery L. E. *Fisiologia clínica do exercício*. 1 ed. São Paulo: Artes Médicas; 2003.
12. Normatização de técnicas e equipamentos para realização de exames em ergometria e ergoespirometria. *Arq Bras Cardiol*. 2003; 80: 458-64.
13. Enright PL, Sherrill DL. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998; 158(5):1384-7.
14. Casaburi R, Patessio A, Ioli F, Zanaboni S, Donner CF, Wasserman K. Reduction in exercise lactic acidosis and ventilation as a result of exercise training in patients with obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis*. 1991; 143: 9-18.
15. Maltais F, Simard AA, Simard C, Jobin J, Desgagnés P, LeBlanc P. Oxidative capacity of the skeletal muscle and lactic acid kinetics during exercise in normal subjects and in patients with COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 153:288-93.
16. Puhan MA, Mador MJ, Held U, Goldstein R, Guyatt GH, Schünemann HJ. Interpretation of treatment changes in 6-minute walk distance in patients with COPD. *Eur Respir J*. 2008; 32: 637-43.
17. Pinto P, Mineiro A, Mota T, Lousada N, Martins Correia JF. Provas de esforço cardiopulmonares: o seu papel na clínica. *HPV*. 1995; 4: 225-30.
18. Pasqualoto AS. Comparação das respostas fisiológicas no teste de exercício cardiopulmonar e em três testes de exercício submáximo em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. 2009. Tese (Doutorado em Ciências Pneumológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

19. American Thoracic Society and European Respiratory Society. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999;159(4 Pt 2): S1-28.
20. Cooper CB. Exercise in chronic pulmonary disease: aerobic exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33(7): S671-9.
21. Schenkel NS, Burdet L, Muralt B, Fitting JW. Oxygen saturation during daily activities in chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J.* 1996; 9(2): 2584-9.
22. O'Donnell DE. Ventilatory limitations in chronic obstructive pulmonary disease. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33(7): 647-55S.
23. Rabinovich RA, Vilaro J, Roca J. Evaluation exercise tolerance in COPD patients: the 6-minute walking test. *Arch Bronconeumol.* 2004; 40(2): 80-5.
24. Karsten M, Lima WC. Análise da cadência utilizada por idosos independentes funcionalmente durante o teste do banco com cadencia livre [Resumo]. *Rev Bras Fisioter.* 2006; 1(Supl 1): 82.
25. Machado NC, Natali V, Squassoni SD, Santana VTS, Baldin AC, Fiss E et al. Estudo comparativo entre os resultados do teste de caminhada de seis minutos e do teste do degrau de seis minutos em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. *Arq Med ABC.* 2007; 32(Supl 2): S47-50.
26. Silvestre MV. Utilização do teste do degrau com cadência livre em pacientes com DPOC estável. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis.

#### **CAPÍTULO 4: ESTUDO III**

Marrara KT, Marmorato D, Jamami M, Oliveira Junior AD, Pires Di Lorenzo VA.  
**Impacto do treinamento físico aeróbio associado à ventilação não invasiva nas  
atividades de vida diária e qualidade de vida de pacientes com DPOC – estudo  
randomizado controlado**

Periódico: Respiratory Medicine (Submetido)

## RESUMO

**Objetivos:** Verificar o impacto do treinamento físico aeróbio (TF) associado ou não a ventilação não invasiva (VNI) sobre as atividades de vida diária (AVD) e qualidade de vida em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) estádios II e III e observar se há efeitos adicionais com a associação da VNI. **Métodos:** Trinta pacientes com DPOC estádios II e III foram randomizados em Grupo TF (GTF, n=12) e GTF aeróbio associado ao binível (GTFVNI, n=11), por seis semanas, três vezes por semana e avaliados quanto a demanda metabólica ( $\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2\text{pico}}$ ), demanda ventilatória ( $\dot{V}_E/VVM$ ), saturação periférica de oxigênio ( $SpO_2$ ) e dispnéia ao executarem um *set* de AVD, bem como pela capacidade funcional, observada pelo número de subidas no degrau, distância percorrida (DP) na atividade de caminhar e DP no teste de caminhada de seis minutos (TC6), além da porcentagem prevista para a mesma. Além disso, os mesmos foram avaliados pelo questionário Short-Form 36 (SF-36) quanto aos domínios capacidade funcional, aspecto físico e vitalidade. **Resultados:** Verificou-se uma redução significativa da dispnéia na atividade de caminhar para ambos os grupos e um aumento significativo no que diz respeito à capacidade funcional. Quanto à análise intergrupos observou-se não haver diferença significativa. **Conclusão:** De acordo com os resultados obtidos verificou-se que tanto o TF isolado quanto associado ao binível proporcionou dessensibilização da dispnéia na atividade de caminhar e melhora da capacidade funcional aos pacientes com DPOC estádios II e III. Porém, cabe ressaltar que a associação do binível ao TF em esteira rolante não proporcionou efeitos adicionais sobre as AVD e qualidade de vida a estes pacientes.

**Palavras-chave:** treinamento físico aeróbio, ventilação não invasiva, funcionalidade, Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

*ClinicalTrials.gov Identifier:* NCT01464736

## ABSTRACT

**Objectives:** To determine the impact of aerobic physical training (PT) associated or not noninvasive ventilation (NIV) on the activities of daily living (ADLs) and quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) stages II and III and note if there are additional effects with the association of NIV. **Methods:** Thirty patients with stages II and III COPD were randomized in PT Group (PTG, n = 12) and aerobic PTG associated with the bilevel (PTGNIV, n = 11), with three sessions times a week for six weeks and evaluated as the metabolic demand ( $\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2peak}$ ), metabolic demand ( $\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2peak}$ ), oxygen peripheral saturation (SpO<sub>2</sub>) and dyspnea in implementing a set of ADLs as well as by functional capacity observed by number of climbs in step, distance covered (DC) in the activity of walking and DC in the six-minute walk test (6MWT), besides the predict % for the same. In addition, they were assessed by Short-Form 36 questionnaire (SF-36) as regards to physical functioning, role-physical and vitality scales. **Results:** There was a significant reduction of dyspnea at walking activity for both groups and a significant increase in relation to functional capacity. As regards the intergroups analysis noted that there was no significant difference. **Conclusion:** According to the results it was found that both the PT isolated as associated with the bilevel provided desensitization of dyspnea in the activity of walking and improves functional capacity of patients with COPD stages II and III. However, in addition that the bilevel ventilation plus aerobic treadmill exercise did not have additional effects on the ADLs and quality of life for these patients.

**Keywords:** aerobic exercise, noninvasive ventilation, functionality, Chronic Pulmonary Obstructive Disease

## INTRODUÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é uma doença sistêmica caracterizada não somente pela obstrução ao fluxo aéreo<sup>1,2</sup>, mas também por disfunção muscular esquelética, acarretando descondição e dispnéia. Assim, gera-se um ciclo vicioso, no qual o paciente limita sua atividade para amenizar os sintomas, contribuindo para inatividade física<sup>3</sup>. Esta tende a levar a deterioração na qualidade de vida de pacientes com DPOC, uma vez que diminui a atividade física global e limita a realização das atividades de vida diária (AVD), com conseqüente aumento da mortalidade<sup>4</sup>.

Tendo em vista o prejuízo desses pacientes na execução das AVD, torna-se importante a realização do treinamento físico aeróbio como forma de proporcionar melhora da capacidade funcional e redução da dispnéia<sup>5</sup>; e a associação da ventilação não invasiva (VNI) ao treinamento físico tem proporcionado melhora da oxigenação e aumento do tempo e intensidade do exercício<sup>2,6,7</sup>, com conseqüente melhora da qualidade de vida<sup>2</sup>.

Porém, embora alguns autores acima descritos demonstrem os benefícios do treinamento físico associado à VNI em pacientes com DPOC, há poucas evidências da literatura avaliando os efeitos que esta terapia combinada proporciona aos mesmos quanto à execução das AVD e os ganhos obtidos com um programa de treinamento físico.

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivos verificar o impacto do treinamento físico aeróbio em esteira rolante associado ou não a VNI por dois níveis de pressão positiva sobre as AVD e qualidade de vida em pacientes com DPOC estádios II e III e observar se há efeitos adicionais com a associação da VNI.

Com isso, hipotetizou-se que ambos os protocolos acarretariam benefícios aos pacientes com DPOC no que diz respeito ao dispêndio metabólico-ventilatório, SpO<sub>2</sub> e dispnéia ao simularem algumas AVD envolvendo os MMSS e MMII, bem como a capacidade funcional e qualidade de vida dos mesmos. No entanto, acreditou-se que a terapia combinada proporcionaria benefícios adicionais aos pacientes com DPOC quanto às mesmas variáveis citadas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este é um estudo prospectivo, randomizado e controlado desenvolvido na Unidade Especial de Fisioterapia Respiratória da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos, São Paulo, Brasil. Os pacientes foram encaminhados por um pneumologista



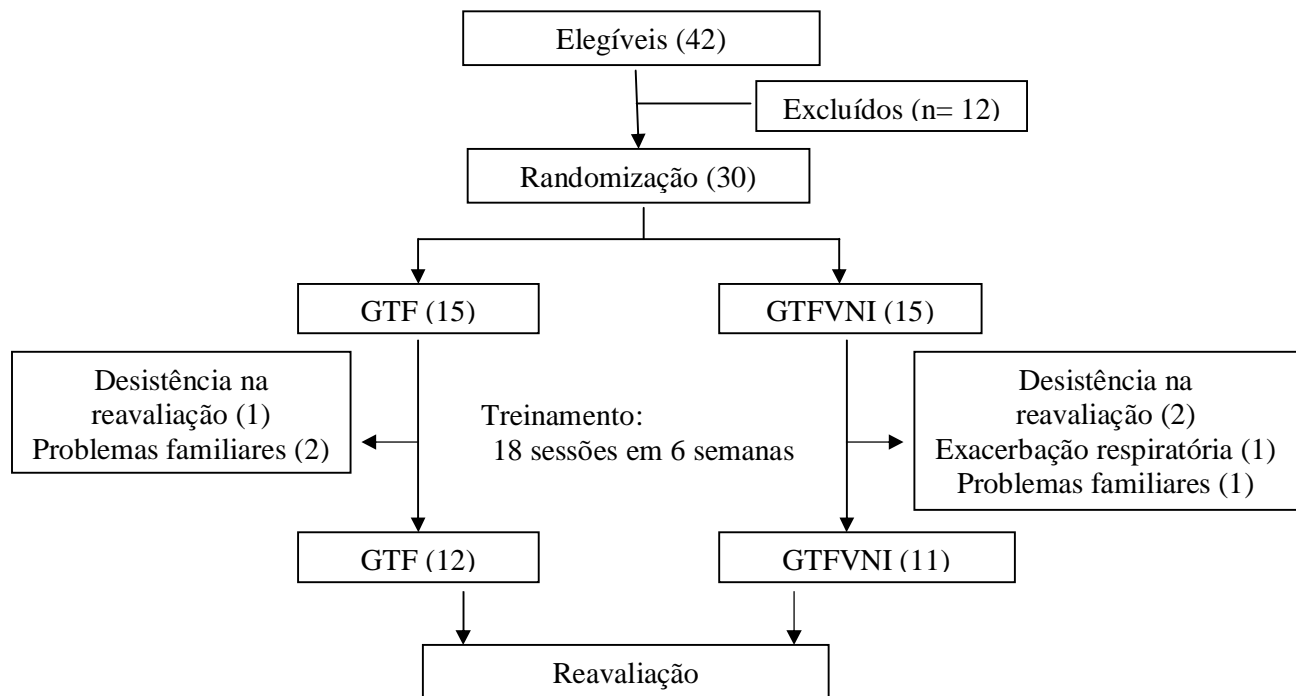
responsável. Os critérios de inclusão foram pacientes com diagnóstico clínico de DPOC apresentando volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ )/capacidade vital forçada (CVF)  $< 70\%$  e condições clinicamente estáveis nos últimos dois meses (sem exacerbações da doença).

A espirometria foi realizada pré e pós-broncodilatador como forma de avaliar a reversibilidade, considerando a razão  $VEF_1/CVF < 70\%$  e o  $VEF_1$ , classificando-os em obstrução moderada ( $50\% \leq VEF_1 < 80\%$  do previsto) e grave ( $30\% \leq VEF_1 < 50\%$  do previsto) segundo a *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD)*<sup>8</sup>.

Os critérios de exclusão foram doenças cardiovasculares descompensadas, reumáticas, neuromusculares ou ortopédicas que os impossibilitassem de realizar os testes por limitação ao exercício; participação em um programa regular de exercício físico no início do estudo e que por qualquer motivo não completaram um dos testes ou tratamento.

Foram recrutados 42 pacientes no período de 2006 a 2010 do gênero masculino com diagnóstico clínico de DPOC, os quais seriam randomizados em dois grupos; no entanto, 12 foram excluídos devido à: indisponibilidade de seguimento do protocolo proposto (n= 4), apresentar obstrução leve (n= 2), exacerbação da DPOC (n= 1), desistência (n= 2) e não ter participado de todas as avaliações (n= 3).

Assim, 30 pacientes do gênero masculino foram incluídos no estudo, sendo randomizados por meio de envelopes selados e sequencialmente numerados, em dois grupos: Grupo TF (GTF, n= 15) e Grupo TFVNI (GTFVNI, n= 15): associado ao BiPAP<sup>®</sup>, porém, 12 pacientes do GTF e 11 do GTFVNI finalizaram o estudo, conforme demonstra a figura 1.



**Figura 1** – Fluxograma do estudo

GTF: grupo treinamento físico aeróbio, GTFVNI: grupo treinamento físico aeróbio associado à ventilação não invasiva

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Instituição (008/2006) e todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido mediante orientações sobre o protocolo proposto, em atendimento à resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

### Protocolo

Todos os pacientes foram submetidos à anamnese e exame físico, teste de função pulmonar pré e pós broncodilatador (realizado pelo pneumologista responsável), TCP, *set* de AVD, TC6, e questionário de qualidade de vida SF-36. Todas as avaliações foram realizadas em uma semana e repetidas após seis semanas de treinamento físico.

Os testes foram realizados em dias diferentes, sendo que a avaliação inicial e o questionário SF-36 foram realizados no primeiro dia; no segundo dia realizou-se o TCP, no terceiro dia de avaliação foi realizado o *set* de AVD, enquanto que o TC6 foi realizado no quarto dia de avaliação; sendo essa mesma sequência seguida para a reavaliação.

### Teste cardiopulmonar incremental limitado por sintomas

O TCP foi realizado seguindo-se um protocolo de degrau contínuo e velocidade crescente, inicialmente de 2Km/h, durante dois minutos para aquecimento, aumentando-se a velocidade em 0,5Km/h a cada dois minutos com a inclinação constante em 3%<sup>9-11</sup>. O teste foi

interrompido de acordo com a tolerância do paciente ou a ocorrência de sinais ou sintomas que impedissem a continuação do teste, seguindo-se os critérios de interrupção descritos nas II Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico<sup>12</sup>.

### **Set de atividades da vida diária**

O *set* de AVD foi associado à análise de gases expirados e cada uma das atividades durou seis minutos, seguindo-se uma ordem aleatória, a qual foi determinada por meio de sorteio, utilizando-se também envelopes selados, na avaliação para cada um dos pacientes.

O consumo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$ ) foi verificado por meio do ergoespirômetro modelo VO<sub>2000</sub> da MedGraphics<sup>®</sup>, a dispnéia foi avaliada pela escala de Borg modificada CR10 e a saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) avaliada pelo oxímetro de pulso (Dixtal<sup>®</sup>, Manaus, Brasil). Estas variáveis foram verificadas antes de iniciar as atividades, na posição em pé e no término (pico) de cada atividade, com intervalo de 3 a 5min entre elas, o qual foi suficiente para os valores de Frequência Cardíaca (FC) e  $\dot{V}O_2$  voltassem aos valores basais.

Para eliminar o efeito do aprendizado, os pacientes simularam as atividades um dia antes da avaliação. O *set* de AVD envolveu tanto MMSS quanto MMII e constou das seguintes atividades:

1. Limpar a janela: paciente permanecia em pé e era orientado a iniciar a atividade com o membro superior dominante;
2. Pegar potes: paciente permanecia em pé, frente a uma mesa onde pegava e retornava o peso de 5kg, levando-o na altura do tórax, realizando simultaneamente flexo-extensão dos cotovelos;
3. Elevar potes em uma prateleira: paciente em pé, frente a uma mesa onde pegava e retornava o peso de 5Kg, simulando a elevação de um pote em uma prateleira no alto (acima da cintura escapular);
4. Subir degrau: paciente orientado a subir e descer um degrau de 20cm de altura, em cadência livre, alternando-se os MMII para que não houvesse interrupção por dor, sendo verificado o número de subidas no degrau;
5. Caminhar: atividade realizada na esteira rolante (Inbramed<sup>®</sup>, Rio Grande do Sul, Brasil), sendo a velocidade determinada na avaliação, bem como na reavaliação pelo próprio paciente, onde determinava a velocidade máxima tolerada em seis minutos, anotando-se a distância percorrida ao término da atividade.

Em ambos os testes descritos acima se utilizou um sistema metabólico modelo VO<sub>2000</sub>

da MedGraphics® (St Paul MN, USA), operado via computador pelo software Aerograph® para captação (conversor analógico/digital) e armazenamento dos sinais pelo método de 20 segundos. Os pacientes permaneciam sentados para colocação do bucal e adaptação ao sistema metabólico, sendo ajustado por um fixador craniano para aliviar o peso da peça bucal e as narinas ocluídas por um clipe nasal.

Esses testes foram realizados no período da tarde para evitar diferentes respostas fisiológicas devido às mudanças circadianas e em ambiente climatizado, com temperatura controlada em 22 a 24°C e umidade relativa do ar entre 50 a 60%<sup>13</sup>. Além disso, todos os pacientes foram orientados inicialmente a não ingerirem cafeína, bebida alcoólica ou qualquer outro estimulante no dia da coleta de dados, bem como não realizarem atividades extenuantes no dia anterior.

### **Teste de Caminhada de Seis Minutos**

O TC6 foi realizado em um corredor plano com 30 metros de comprimento e duração de seis minutos. A cada minuto o paciente recebia frases de incentivo pré-estabelecidas, sendo monitorizado durante todo o teste por meio de um oxímetro de pulso portátil (Nonin® 8500A, Plymouth, MN) para verificação da SpO<sub>2</sub>, frequêncímetro (Polar®, Finlândia) para obtenção da frequência cardíaca (FC) e questionado quanto à dispnéia e cansaço ou dor em MMII através da escala de Borg modificada CR10, sendo que ao final do teste anotava-se a distância percorrida, em metros.

Foram realizados dois testes com 30 minutos de intervalo entre eles para eliminar o efeito do aprendizado, sendo utilizado para análise o maior valor obtido<sup>14</sup>.

Para o cálculo da distância prevista utilizou-se a fórmula para o gênero masculino  $[(7,57 \times \text{altura}_{\text{cm}}) - (5,02 \times \text{idade}) - (1,76 \times \text{peso}_{\text{kg}}) - 309\text{m}]^{15}$ , tendo conhecimento o peso, altura e idade dos indivíduos avaliados.

### **Avaliação da Qualidade de Vida**

A qualidade de vida foi avaliada por meio do questionário de qualidade de vida SF-36, um questionário genérico validado para o português<sup>16</sup>, possuindo oito domínios: capacidade funcional, aspectos físicos, dor, estado geral de saúde, vitalidade, aspectos sociais, aspecto emocional e saúde mental, além da pontuação total, a qual considera a média aritmética de todos os domínios. A pontuação varia de 0 a 100 (0= pior estado de saúde; 100= melhor estado de saúde).

O questionário foi aplicado pelo mesmo examinador na avaliação e na reavaliação após seis semanas de treinamento para ambos os grupos. Em ambas as situações o examinador leu o questionário para os pacientes, deixando-os livres para responder cada item, de acordo com sua própria interpretação.

O presente estudo avaliou os seguintes domínios: **capacidade funcional**: avalia tanto a presença como a extensão das limitações impostas à capacidade física a partir do desempenho de atividades diárias como, aptidão para cuidar de si, vestir-se, tomar banho, subir escadas; **aspectos físicos**: indicada pelo impacto da saúde física no desempenho das atividades diárias e/ou profissionais; **vitalidade**: disposição dos pacientes em realizar tarefas do cotidiano.

### **Programa de tratamento**

As sessões duravam aproximadamente uma hora para ambos os grupos, com uma frequência de três vezes por semana, em dias alternados, durante seis semanas consecutivas, totalizando 18 sessões. No início das sessões realizava-se, para ambos os grupos, ausculta pulmonar e medidas de pressão arterial, SpO<sub>2</sub> e FC, sendo as duas últimas também verificadas no decorrer da sessão para monitorização.

Cada sessão constou de cinco minutos iniciais de alongamento dos músculos da cervical, MMSS e MMII, seguidos de cinco minutos de aquecimento em esteira rolante a 2Km/h e 30 minutos de treinamento físico aeróbio, com inclinação constante de 3%. A velocidade de treinamento, tanto para GTF quanto para GTFVNI, foi 60 a 80% da velocidade máxima atingida no TCP<sup>17,18</sup>, a qual foi ajustada ao longo das sessões de acordo com a tolerância de cada paciente. As sessões foram realizadas individualmente e supervisionadas por um fisioterapeuta.

Com relação ao GTFVNI, associou-se ao treinamento físico a ventilação na modalidade binível (BiPAP<sup>®</sup>), utilizando-se como interface uma máscara nasal. Os pacientes pertencentes a este grupo foram familiarizados quanto a utilização do BiPAP<sup>®</sup> e da máscara; além disso, neste mesmo dia da avaliação foram selecionados os níveis de pressão inspiratória positiva (IPAP), determinada entre 10 a 15cmH<sub>2</sub>O e pressão expiratória positiva (EPAP) entre 4 a 6cmH<sub>2</sub>O, variando de acordo com o conforto de cada paciente<sup>19</sup>, entretanto, mantendo um delta mínimo entre as pressões de 4cmH<sub>2</sub>O.

Durante cada uma das sessões do GTFVNI, as pressões da VNI foram gradualmente ajustadas de acordo com o conforto e tolerância de cada um dos pacientes.

### **Análise Estatística**

A avaliação da distribuição de normalidade dos dados foi realizada por meio do teste de Shapiro-Wilk, sendo confirmada uma distribuição não normal apenas para dispnéia. Para análise intragrupo desta variável utilizou-se *Wilcoxon Signed Ranks Test*, enquanto que para análise intergrupos o teste Mann-Whitney U, sendo esta variável apresentada em mediana (mínimo e máximo). Para o restante das variáveis analisadas utilizou-se o teste *t* pareado para análise intragrupo e teste *t* não pareado para análise intergrupos, apresentando-se as mesmas em média e desvio padrão.

A análise intergrupos foi realizada por meio do delta de variação (pós intervenção - pré intervenção/ pré intervenção\*100) como forma de verificar a melhora clínica em resposta ao treinamento físico, sendo apresentado em percentual. O nível de significância adotado foi de 5% ( $p < 0,05$ ) e para análise estatística utilizou-se o software SPSS (13.0 for Windows).

O cálculo do poder amostral foi realizado pelo programa Ene 2.0 e sugeriu uma amostra de 11 pacientes em cada grupo. O mesmo se baseou a um poder acima de 80% para a variável distância mínima clinicamente significativa, a qual corresponde a um aumento mínimo de 35m entre as situações pré e pós intervenção<sup>20</sup>.

### **RESULTADOS**

Os pacientes que finalizaram o estudo concluíram as 18 sessões de treinamento, os quais foram randomizados, resultando em dois grupos homogêneos quanto aos dados antropométricos e espirométricos, conforme demonstra a tabela 1. Com relação à obstrução das vias aéreas, quatro pacientes tanto do GTF quanto do GTFVNI apresentavam GOLD estágio II, enquanto que o restante dos pacientes do GTF e do GTFVNI apresentavam GOLD estágio III (RABE et al., 2007). Além disso, também se mostraram semelhantes quanto ao  $\dot{V}O_2$ ,  $\dot{V}_E$  e  $SpO_2$  (Tabela 1).

Nenhum dos pacientes envolvidos no estudo fazia uso de oxigenoterapia domiciliar, bem como não necessitaram de suplementação de oxigênio durante o treinamento físico. Com relação aos valores de IPAP e EPAP utilizados no presente estudo, verificou-se uma média de  $11 \pm 1 \text{ cmH}_2\text{O}$  e  $5,4 \pm 1,7 \text{ cmH}_2\text{O}$ , respectivamente.

**Tabela 1** - Características antropométricas, espirométricas, consumo de oxigênio, ventilação pulmonar e saturação periférica de oxigênio obtidos no pico do TCP de ambos os grupos

	Grupos	
	TF (n = 12)	TFVNI (n = 11)
<b>Idade (anos)</b>	72,4±8,4	69,3±8,1
<b>Peso (kg)</b>	64,4±11,5	62,1±16,2
<b>Altura (cm)</b>	165,7±4,8	164,3±5
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	23,4±3,7	22,8±5,6
<b>VEF<sub>1</sub> (L)</b>	1,3±0,3	1,4±0,4
<b>VEF<sub>1</sub> (% predito)</b>	50,2±11,1	56,7±13,1
<b>CVF (L)</b>	2,4±0,4	2,6±0,6
<b>CVF (% predito)</b>	73,7±12,7	72,6±17,3
<b>VEF<sub>1</sub>/CVF (%)</b>	52,1±8,4	54,1±11,2
<b>VVM (L/min)</b>	49,5±12,4	54,6±16,1
<b>VVM (% predito)</b>	54,4±16	52,9±16,7
<b><math>\dot{V}O_2</math> pico – TCP (mL/min)</b>	1093,6±353,7	994,3±396,4
<b><math>\dot{V}_E</math> pico – TCP (L/min)</b>	27±7,7	24,7±4,6
<b>SpO<sub>2</sub> pico – TCP (%)</b>	87,8±3,5	87,6±6,2

Dados expressos em média e desvio padrão.  
TF: treinamento físico aeróbio  
TFVNI: treinamento físico aeróbio associado ao BiPAP®  
IMC: índice de massa corpórea  
VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo  
CVF: capacidade vital forçada  
VVM: ventilação voluntária máxima  
TCP: teste cardiopulmonar incremental limitado por sintomas  
 $\dot{V}O_2$ : consumo de oxigênio  
 $\dot{V}_E$ : ventilação pulmonar  
SpO<sub>2</sub>: saturação periférica de oxigênio

A tabela 2 demonstra não haver diferença significativa ao comparar as situações pré e pós intervenção quanto à  $\dot{V}O_2/\dot{V}O_{2pico}$ ,  $\dot{V}_E/VVM$  e SpO<sub>2</sub> para ambos os grupos nas atividades do *set* de AVD. Quanto à análise intergrupos também não se observou diferença significativa para as mesmas variáveis citadas.

**Tabela 2** – Demanda metabólica, demanda ventilatória e saturação periférica de oxigênio pré e pós intervenção no *set* de atividades de vida diária para ambos os grupos

	TF (n = 12)			TFVNI (n = 11)		
	Pré Intervenção	Pós Intervenção	Delta (%)	Pré Intervenção	Pós Intervenção	Delta (%)
<b>Set de Atividades de Vida Diária</b>						
<b>Demanda Metabólica (%)</b>						
Repouso	40,7±19,3	35,4±14,6	-4,4±50	31±12,5	31,8±17,3	7,1±51,7
Limpar a janela	59,9±29,3	57,6±21,7	-3,2±56	53,8±33	57,4±25,9	18±53,9
Pegar potes	74,8±24,7	62,1±18,4	-26,7±41,3	64,4±30,5	67,7±38	18,6±19,4
Elevar potes	80,7±32	78,5±22,2	-5,5±56,8	76,4±20,5	86,7±43,2	9,7±51,3
Subir degrau	103±41,1	109,9±45,7	6,8±46	89,4±23,7	89,2±36	1,3±35,3
Caminhar	116,7±56,3	109,6±44,1	-7,4±57	101,5±37	98,5±54,6	-4±31,4
<b>Demanda Ventilatória (%)</b>						
Repouso	30,1±13,6	30,5±11,2	10,7±17,2	22,8±6,6	21,8±6,6	-2,1±27,1
Limpar a janela	45,7±18,4	42,8±9,5	-1,6±56,5	31,5±9	34,2±5	17,9±45,8
Pegar potes	45,1±9,6	39,6±11	-9,7±18,6	33,2±7,9	34,4±5,9	9,5±36,4
Elevar potes	49,1±10,2	46,7±12,9	-4,1±10,7	41±8	42,3±6,3	6,5±29,2
Subir degrau	59,3±12,4	58,5±14,2	-2±6,9	44,6±6,4	51±13,8	20±53
Caminhar	57,7±14	60,9±15,7	1,6±31,9	46±8,2	47,7±12,5	1,9±28,9
<b>Saturação Periférica de Oxigênio (%)</b>						
Repouso	93,7±2,3	93,8±3	0,4±2,5	92,7±2,4	93,7±4,5	1,1±4,8
Limpar a janela	93,1±3,1	93,4±3	0,2±1,8	91,5±3,9	91,7±3,8	0,2±2,3
Pegar potes	92,4±3,9	92,6±5,3	0,1±3,2	90±7,3	90,2±6,3	0,3±2,7
Elevar potes	92,8±2,9	90,9±6,5	-1,3±3,7	90,5±7,3	89,7±6	-0,8±3,5
Subir degrau	90,5±3,3	91,2±3,3	1,1±4,1	86,2±5,5	85,5±7,1	-0,8±4,6
Caminhar	89±3,7	89,3±4,7	0,1±6,2	87,7±6,6	88,5±6,7	1,2±4,2

Dados expressos em média e desvio padrão.  
TF: treinamento físico aeróbio  
VNI: treinamento físico aeróbio associado ao BiPAP®

Quanto à dispnéia, a tabela 3 demonstra uma redução significativa pós intervenção para ambos os grupos na atividade de caminhar na esteira rolante, não havendo diferença significativa entre as situações pré e pós intervenção no restante do *set* de AVD, bem como na análise intergrupos.



**Tabela 3** – Dispneia pré e pós intervenção no *set* de atividades de vida diária de ambos os grupos

	TF (n = 12)			TFVNI (n = 11)		
	Pré Intervenção	Pós Intervenção	Delta (%)	Pré Intervenção	Pós Intervenção	Delta (%)
<b>Set de Atividades de Vida Diária</b>						
<b>Dispneia (0 – 10)</b>						
Repouso	0 (0-2)	0 (0-0,5)	-11,1±33	0 (0-1)	0 (0-0,5)	-16,7±40,8
Limpar a janela	0 (0-3)	0 (0-0,5)	-11,1±33,3	0 (0-2)	0 (0-0,5)	-8,3±20,4
Pegar potes	0 (0-5)	0 (0-0,5)	-31,5±47,5	0 (0-4)	0 (0-1)	-13,9±34
Elevar potes	1 (0,5-4)	0 (0-0,5)	-31,5±47,5	0,5 (0-4)	0 (0-1)	-30,6±47,6
Subir degrau	1 (0,5-5)	0 (0-0,5)	-22,2±44,1	1 (0,5-4)	0 (0-2)	-33,3±51,6
Caminhar	2 (1-5)	0 (0-0,5) *	-33±50	2 (1-5)	0 (0-1) *	-32±42,7

Dados expressos em mediana (mínimo e máximo). Delta expresso em média±desvio padrão.  
 \* Diferença significativa entre pré e pós intervenção (p < 0,05).  
 TF: treinamento físico aeróbio  
 VNI: treinamento físico aeróbio associado ao BiPAP®

Com relação à capacidade funcional, observa-se na tabela 4 um aumento significativo do número de subidas no degrau e na velocidade atingida ao caminhar na esteira rolante tanto para o GTF quanto para o GTFVNI, bem como da distância percorrida e da porcentagem prevista da distância percorrida no TC6, sendo que seis pacientes, tanto do GTF quanto do GTFVNI caminharam mais de 35m pós intervenção comparada à situação pré intervenção. Quanto à análise intergrupos, não se observou diferença significativa para as variáveis citadas.

A tabela 4 também apresenta os domínios do SF-36 avaliados no presente estudo, verificando-se não haver diferença significativa quanto aos domínios capacidade funcional, aspectos físicos e vitalidade para ambos os grupos, assim como na análise intergrupos (Tabela 4).

**Tabela 4** – Capacidade funcional, avaliada no *set* de atividades de vida diária e no teste de caminhada de seis minutos; e domínios do questionário Short-Form 36 pré e pós intervenção para ambos os grupos

	TF (n = 12)			TFVNI (n = 11)		
	Pré Intervenção	Pós Intervenção	Delta (%)	Pré Intervenção	Pós Intervenção	Delta (%)
<b>Set de Atividades de Vida Diária</b>						
Número de subidas degrau	44,4±7,9	54,6±14,1 *	24,1±31,2	49,3±21,9	59,3±27 *	35,2±43,6
Velocidade ao caminhar na esteira (Km/h)	3±1	4,3±1,4 *	8,9±53,4	3,4±1,5	4,3±2 *	2,4±19,7
<b>Teste de caminhada de seis minutos no corredor</b>						
Distância Percorrida (m)	421,6±127,1	496,9±77,6 *	29,5±51,3	388,7±225,3	435,7±226,5 *	30,7±39,6
% previsto Distância	87,3±23,4	104,8±17,8 *	29,5±51,3	75,9±41,6	88,6±42,1 *	30,7±39,6
<b>Short-Form 36</b>						
Domínio Capacidade Funcional	73,2±21,5	74,5±19,8	5,2±24,5	76,4±16,5	82,1±15,2	8,2±10,4
Domínio Aspecto Físico	85±17,5	90,6±12,9	12,5±28,9	58,3±40,8	64,3±37,8	4,7±29,8
Domínio Vitalidade	60,9±22,9	71,4±18,2	19,8±49,2	73,6±23,8	77,9±22,1	8,4±21

Dados expressos em média e desvio-padrão.  
 \* Diferença significativa entre pré e pós intervenção (p < 0,05).  
 TF: treinamento físico aeróbio  
 VNI: treinamento físico aeróbio associado ao BiPAP®

## DISCUSSÃO

O presente estudo demonstrou que tanto o treinamento físico aeróbio isolado quanto associado ao binível proporcionou redução da dispnéia em uma atividade envolvendo especificamente a caminhada, bem como uma melhora da capacidade funcional aos pacientes com DPOC estádios II e III. Cabendo ainda ressaltar que não foram observados benefícios adicionais da associação desta modalidade de VNI ao treinamento físico aeróbio.

Estudos demonstram que o treinamento físico aeróbio proporciona benefícios aos pacientes com DPOC, dentre eles, aumento da distância percorrida no TC6, melhora do desempenho em questionários de qualidade de vida e no alívio da intolerância ao exercício, com redução da sensação de dispnéia<sup>5,21,22</sup>, sendo reconhecido como um componente essencial da reabilitação pulmonar<sup>22,23</sup>.

Quanto ao treinamento físico do presente estudo, realizado por seis semanas, em uma frequência de três vezes por semana, com intensidade de 60 a 80% da capacidade máxima

tolerada no TCP, estudos demonstram que esse protocolo é capaz de proporcionar melhora da capacidade funcional aos pacientes com DPOC<sup>5,22,24</sup> e da qualidade de vida<sup>5</sup>.

Segundo alguns autores, ao associar o binível ao treinamento físico aeróbio, acredita-se que proporcione melhora da ventilação pulmonar e redução da sobrecarga imposta a musculatura respiratória<sup>25-27</sup>, com conseqüente melhora da tolerância aos esforços físicos<sup>2,7,28,29</sup>.

No estudo de Barakat et al.<sup>30</sup> ao comparar os resultados do treinamento físico em cicloergômetro isolado ou associado à pressão de suporte inspiratória em pacientes com DPOC pode-se observar uma melhora significativa no nível de dispnéia avaliada pela escala de Borg ao realizar o treinamento associado à VNI ( $4,7 \pm 1,81$  para  $1,3 \pm 0,6$ ) comparado ao treinamento isolado ( $6 \pm 2,6$  para  $4,7 \pm 1,81$ ). Entretanto, no presente estudo verificou-se dessensibilização da dispnéia na atividade de caminhar tanto para o GTF quanto para o GTFVNI.

No estudo de Toledo et al.<sup>19</sup>, o qual envolveu treinamento físico em esteira rolante isolado ou associado ao BiPAP<sup>®</sup> em pacientes com DPOC por 12 semanas observou-se redução da dispnéia ( $4,2 \pm 2,1$  para  $1,4 \pm 1,4$  e  $4,0 \pm 1,5$  para  $1,5 \pm 1,8$ , respectivamente), bem como aumento da SpO<sub>2</sub> ( $85\% \pm 8\%$  para  $89\% \pm 8\%$  e  $81\% \pm 4\%$  para  $87\% \pm 4\%$ ; respectivamente) ao comparar níveis idênticos do TCP.

Costes et al.<sup>7</sup> observaram que a associação do BiPAP<sup>®</sup> ao treinamento em cicloergômetro por oito semanas proporcionou redução da dispnéia e da dessaturação, bem como aumento do  $\dot{V}O_2$  comparado ao treinamento físico isolado. Segundo Ambrosino e Strambi<sup>31</sup>, esta associação pode promover uma adequada ventilação pulmonar e permitir uma redução no esforço inspiratório espontâneo, além de resultar em melhora dos gases sanguíneos. No presente estudo verificou-se manutenção dos níveis de SpO<sub>2</sub> ao simularem algumas AVD tanto para os pacientes que realizaram o treinamento físico aeróbio isolado quanto associado ao BiPAP<sup>®</sup>.

De acordo com Polkey et al.<sup>6</sup>, com o auxílio do suporte ventilatório os pacientes com DPOC grave toleram melhor a caminhada na esteira rolante por minimizar o trabalho dos músculos ventilatórios e, conseqüentemente, a dispnéia, embora no presente estudo o treinamento físico isolado também proporcionou redução da dispnéia na atividade de caminhar e maior capacidade funcional.

Cabe ainda destacar que o presente estudo foi o primeiro a avaliar o impacto do treinamento físico nas AVD de pacientes com DPOC e observou que tanto o treinamento

físico isolado como associado ao binível proporcionaram maior capacidade funcional aos mesmos, visto pela maior tolerância na realização de AVD envolvendo os MMII. Sendo assim, verificou-se um aumento do número de subidas no degrau e distância percorrida ao caminhar, bem como um aumento clinicamente significativo da distância percorrida no TC6 e confirmado pelo aumento da % da distância prevista para ambos os protocolos utilizados, sendo que de acordo com Puhan et al.<sup>20</sup> uma diferença mínima de 35m na distância percorrida é considerada um fator clinicamente significativo para pacientes com DPOC de moderada a grave obstrução, representando um efeito relevante.

Barakat et al.<sup>30</sup> também relataram melhora da tolerância aos esforços em pacientes com DPOC, a qual foi observada por meio do aumento da distância percorrida no TC6 após a realização do treinamento associado à VNI ( $245 \pm 87\text{m}$  para  $282 \pm 111\text{m}$ ), porém o grupo que realizou o treinamento físico isolado em cicloergômetro não apresentou alterações significativas ( $231 \pm 97\text{m}$  para  $245 \pm 87\text{m}$ ). Segundo os mesmos autores, este resultado provavelmente pode ser devido ao pequeno número de pacientes inclusos no estudo (nove pacientes).

Segundo Casaburi et al.<sup>5</sup>, com a realização do treinamento físico observa-se um aumento da tolerância aos esforços, verificado pela distância percorrida no TC6, o qual é frequentemente utilizado para avaliar esta tolerância e a evolução dos pacientes com DPOC, além deste teste refletir uma das principais AVD.

No que se refere à qualidade de vida, optou-se no presente estudo pela utilização do questionário genérico SF-36 como forma de avaliar o impacto da doença respiratória nos pacientes. Segundo Kunikoshita et al.<sup>32</sup> após a realização de treinamento físico em esteira rolante por seis semanas consecutivas houve um aumento do domínio capacidade funcional e sugeriram que o aumento da tolerância aos esforços físicos nos pacientes com DPOC reflete em melhora da qualidade de vida. No entanto, no presente estudo observou-se um aumento dos valores para os três domínios avaliados para ambos os grupos, embora não significativo estatisticamente.

De acordo com Dourado e Godoy<sup>33</sup>, o aumento da distância percorrida no TC6 retrata uma melhora da tolerância aos esforços, o que é resultado da realização de treinamento físico, aumentando o desempenho físico dos pacientes com DPOC em questionários de qualidade de vida.

Vale ressaltar que embora o treinamento físico em si proporcione aumento da capacidade física, podendo ser evidenciado pelo aumento da distância percorrida nos diferentes testes, não necessariamente aumenta a *performance* para a execução das atividades

diárias<sup>34</sup>. Este fato foi observado no presente estudo, em que observou-se aumento da capacidade funcional nas atividades envolvendo os MMII, porém com manutenção dos níveis de dispêndio metabólico-ventilatório e SpO<sub>2</sub> durante o *set* de AVD.

No entanto, o presente estudo apresentou algumas limitações que podem ter influenciado os resultados dentre elas, a falta de controle no desempenho e ritmo das atividades envolvendo os MMSS.

Porém, conclui-se de acordo com os resultados obtidos que tanto o treinamento físico aeróbio isolado quanto associado ao binível proporcionou dessensibilização da dispnéia na atividade de caminhar e melhora da capacidade funcional aos pacientes com DPOC estádios II e III. Porém, cabe ressaltar que a associação do binível ao treinamento físico em esteira rolante não proporcionou efeitos adicionais sobre as AVD e qualidade de vida a estes pacientes.

## REFERÊNCIAS

1. Gomes FP, Rodriguez-Roisin R. Global initiative for chronic obstructive lung disease (GOLD) guidelines for chronic obstructive lung disease. *Curr Opin Med* 2002; 8:81-6.
2. Corner E, Garrod R. Does NIV during Pulmonary Rehabilitation Improve Exercise Tolerance in COPD? *Physiother Res Int* 2010; 15:5-15.
3. Wouters EFM, Creutzberg EC, Schols AMWJ. Systemic effects in COPD. *Chest* 2002; 121(5):127s-30s.
4. Garcia-Aymerich J, Lange P, Benet M, Schnohr P, Antó JM. Regular physical activity reduces hospital admission and mortality in chronic obstructive pulmonary disease: a population based cohort study. *Thorax* 2006; 61:772-8.
5. Casaburi R, Porszasz J, Burns MR, Carithers ER, Chang RS, Cooper CB. Physiologic benefits of exercise training in Rehabilitation of patients with severe COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 155:1541-51.
6. Polkey MI, Hawkins P, Kyroussis D, Ellum SG, Sherwood R, Moxham J. Inspiratory pressure support prolongs exercise induced lactatemia in severe COPD. *Thorax* 2000; 55:547-49.
7. Costes F, Agresti A, Court-Fortune I, Roche F, Vergnon JM, Barthélémy JC. Noninvasive ventilation during exercise training improves exercise tolerance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil* 2003; 23(4):307-313.
8. Rabe KF, Hurd S, Anzueto A, Barnes PJ, Buist SA, Calverley P, et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. GOLD Executive Summary. *Am J Respir Crit Care Med* 2007; 176(6):532- 55.
9. Pires Di Lorenzo VA, Silva AB, Sampaio LMM, Jamami M, Oishi J, Costa D. Efeitos do treinamento físico e muscular respiratório em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (COPD) grave submetidos a BiPAP. *Rev Bras Fisioter* 2003; 7(1):69-76.
10. Borghi-Silva A, Baldissera V, Sampaio LM, Pires Di Lorenzo VA, Jamami M, Demonte A. et al. L-carnitine as an ergogenic aid for patients with chronic obstructive pulmonary disease submitted to whole-body and respiratory muscle training programs. *Braz J Med Biol Res* 2006; 39(4):465-474.
11. Marrara KT, Marino DM, de Held PA, de Oliveira Junior AD, Jamami M, Di Lorenzo VA. Different physical therapy interventions on daily physical activities in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med* 2008; 102:505-11.
12. II Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. *Arq Bras Cardiol* 2002; 78 (supl. II).
13. Normatização de técnicas e equipamentos para realização de exames em ergometria e ergoespirometria. *Arq Bras Cardiol* 2003; 80:458-64.
14. American Thoracic Society. ATS statement: guidelines for the six minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166(1):111-7.
15. Enright PL, Sherrill DL. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998; 158(5):1384-7.
16. Ciconelli RM, Ferraz MB, Santos W, Meinão I, Quaresma MR. Tradução para a língua portuguesa e validação do questionário genérico de avaliação de qualidade de vida SF-36 (Brasil SF-36). *Rev Bras Reumatol* 1999; 39(3):143-150.
17. Casaburi R, Patessio A, Ioli F, Zanaboni S, Donner CF, Wasserman K. Reduction in exercise lactic acidosis and ventilation as a result of exercise training in patients with obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis* 1991; 143:9-18.
18. Maltais F, Simard AA, Simard C, Jobin J, Desgagnés P, LeBlanc P. Oxidative capacity of the skeletal muscle and lactic acid kinetics during exercise in normal subjects and in patients with COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 153:288-93.

19. Toledo A, Borghi-Silva A, Sampaio LM, Ribeiro KP, Baldissera V, Costa D. The impact of noninvasive ventilation during the physical training in patients with moderate-to-severe chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Clinics* 2007; 62:113–20.
20. Puhan MA, Mador MJ, Held U, Goldstein R, Guyatt GH, Schünemann HJ. Interpretation of treatment changes in 6-minute walk distance in patients with COPD. *Eur Respir J* 2008; 32:637–643.
21. American Thoracic Society-European Respiratory Society. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:S1-28.
22. Cooper CB. Exercise in chronic pulmonary disease: aerobic exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(7):S671-9.
23. ATS. American Thoracic Society. Pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159:1666-82.
24. Bourjeily G, Rochester CL. Exercise training in chronic obstructive pulmonary disease. *Clinics in Chest Disease* 2000; 21(4):763-81.
25. Brochard L, Mancebo J, Wysocki M, Lofaso F, Conti G, Rauss A, et al. Noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 1995; 333:817-22.
26. Brochard L. Non invasive ventilation for acute exacerbations on COPD: a new standard of care. *Thorax* 2000; 55:817-8.
27. Borghi-Silva A, Sampaio LMM, Toledo A, Pincelli MP, Costa D. Efeitos agudos da aplicação do BiPAP sobre a tolerância ao exercício físico em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (COPD). *Rev Bras Fisio* 2005; 9(3):273-80.
28. Polkey MI, Kyroussis D, Mills GH, Hamnegard CH, Keilty SE, Green M, et al. Inspiratory pressure reduces slowing of inspiratory muscles relaxation rate during exhaustive treadmill walking in severe COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 154:1146–50.
29. Van 'T Hul A, Gosselink R, Hollander P, Postmus P, Kwakkel G. Training with inspiratory pressure support in patients with severe COPD. *Eur Respir J* 2006; 27(1):65-72.
30. Barakat S, Michele G, Nesme P, Nicole V, Guy A. Effect of a noninvasive ventilatory support during exercise of a program in pulmonary rehabilitation in COPD patients. *International Journal of COPD* 2007; 2(4):585–91.
31. Ambrosino N, Strambi S. New strategies to improve exercise in chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J* 2004; 24(2):313-22.
32. Kunikoshita LN, Silva YP, Silva TLP, Costa D, Jamami M. Efeitos de três programas de fisioterapia respiratória (PFR) em portadores de COPD. *Rev Bras Fisioter* 2006; 10(4):449-55.
33. Dourado VZ, Godoy I. Recondicionamento muscular na COPD: principais intervenções e novas tendências. *Rev Bras Med Esporte* 2004; 10(4): 331-4.
34. Zuwallack R. Physical activity in patients with COPD: the role of pulmonary rehabilitation. *Pneumonol Alergol Pol* 2009; 77:72–6.





## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os pacientes com DPOC estágio III apresentaram maior percepção de dispnéia e dessaturação ao executarem o TD6, além dos mesmos demonstrarem reduzida capacidade funcional quando comparados aos pacientes com DPOC estágio II. Além disso, pode-se observar uma forte relação do número de subidas no TD6 com a SpO<sub>2</sub> para os pacientes com DPOC estágio III.

O presente estudo também demonstrou que o treinamento físico aeróbio proporciona benefícios aos pacientes com DPOC estádios II e III quanto à capacidade funcional no TD6 e TC6, bem como na dessensibilização da dispnéia no TC6.

Vale ainda ressaltar que além do treinamento físico aeróbio isolado, a associação com o binível também proporciona dessensibilização da dispnéia na atividade de caminhar e melhora da capacidade funcional aos pacientes com DPOC estádios II e III. No entanto, observou-se que esta associação não proporcionou efeitos adicionais sobre as AVD e qualidade de vida a estes pacientes.



## **DESDOBRAMENTOS FUTUROS**

Como desdobramentos futuros sugere-se determinar a diferença mínima clinicamente significativa quanto ao número de subidas no degrau após programa de treinamento físico. Além disso, verificar as adaptações do treinamento físico aeróbio por mais de seis semanas nas AVD envolvendo os MMII e MMSS, bem como observar as respostas do treinamento físico aeróbio associado à VNI somente nos pacientes com DPOC grave e intolerantes a esforços físicos, apresentando relato de limitação nas AVD.

Sugere-se também controlar o desempenho e o ritmo das atividades envolvendo os MMSS no *set* de AVD.



ANEXO 1 – Carta de submissão do Estudo I ao periódico Jornal Brasileiro de Pneumologia.

## Artigo Submetido SGP/ JBP

De: [sgp@jornaldepneumologia.com.br](mailto:sgp@jornaldepneumologia.com.br)  
Enviada: quarta-feira, 2 de novembro de 2011 21:03:42  
Para: [kmarrara@hotmail.com](mailto:kmarrara@hotmail.com)



### Jornal Brasileiro de Pneumologia

Secretaria do Jornal Brasileiro de Pneumologia  
SEPS 714/914 - Bloco E - Sala 220/223  
Asa Sul - Brasília/DF - 70390-145  
Fone/Fax: 0800 61 6218, email: [jpneumo@jornaldepneumologia.com.br](mailto:jpneumo@jornaldepneumologia.com.br)

Brasília, quarta-feira, 2 de novembro de 2011

Ilmo(a) Sr.(a)  
Prof(a), Dr(a) Kamilla Tays Marrara

Referente ao código de fluxo: **3124**  
Classificação: **Artigo Original**

Informamos que recebemos o manuscrito "**COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO E DO DISPÊNDIO METABÓLICO-VENTILATÓRIO NO TESTE DE DEGRAU EM PACIENTES COM DPOC ESTÁGIOS II E III**" será enviado para apreciação dos revisores para possível publicação/participação na(o) Jornal Brasileiro de Pneumologia.

Por favor, para qualquer comunicação futura sobre o referido manuscrito cite o código de fluxo apresentado acima.

Obrigado por submeter seu trabalho ao Jornal Brasileiro de Pneumologia.

Atenciosamente,

**Dr. Carlos Roberto Ribeiro de Carvalho**  
Editor

ANEXO 2 – Carta de submissão do Estudo II ao periódico Jornal Brasileiro de Pneumologia.

## Artigo Submetido SGP/ JBP

De: [sgp@jornaldepneumologia.com.br](mailto:sgp@jornaldepneumologia.com.br)  
Enviada: segunda-feira, 7 de novembro de 2011 07:39:18  
Para: [kmarrara@hotmail.com](mailto:kmarrara@hotmail.com)



### Jornal Brasileiro de Pneumologia

Secretaria do Jornal Brasileiro de Pneumologia  
SEPS 714/914 - Bloco E - Sala 220/223  
Asa Sul - Brasília/DF - 70390-145  
Fone/Fax: 0800 61 6218, email: [jpneumo@jornaldepneumologia.com.br](mailto:jpneumo@jornaldepneumologia.com.br)

Brasília, segunda-feira, 7 de novembro de 2011

Ilmo(a) Sr.(a)  
Prof(a), Dr(a) Kamilla Tays Marrara

Referente ao código de fluxo: **3132**  
Classificação: **Artigo Original**

Informamos que recebemos o manuscrito "**Resposta metabólica, ventilatória, percepção da dispnéia e oxigenação no teste de degrau após programa de treinamento físico em pacientes com DPOC**" será enviado para apreciação dos revisores para possível publicação/participação na(o) Jornal Brasileiro de Pneumologia.

Por favor, para qualquer comunicação futura sobre o referido manuscrito cite o código de fluxo apresentado acima.

Obrigado por submeter seu trabalho ao Jornal Brasileiro de Pneumologia.

Atenciosamente,

**Dr. Carlos Roberto Ribeiro de Carvalho**  
Editor

ANEXO 3 – Carta de submissão do Estudo III ao periódico Respiratory Medicine.

## A manuscript number has been assigned to your paper

De: **ees.yrmed.0.14f0c4.c46a0a65@eesmail.elsevier.com** em nome de **Respiratory Medicine Editorial Office** (respiratorymedicine@elsevier.com)

Enviada: quinta-feira, 3 de novembro de 2011 17:21:28

Para: kmarrara@hotmail.com

Respiratory Medicine

Ref: YRMED-D-11-00959

Title: PHYSICAL TRAINING AND NONINVASIVE VENTILATION ON COPD PATIENT FUNCTIONALITY - CONTROLLED RANDOMIZED

Authors: Kamilla Tays Marrara; Diego Marmorato Marino, Doutorando em Fisioterapia; Maurício Jamami, Professor Doutor ; Antônio Delfino de Oliveira Junior, Médico Pneumologista ; Valéria Amorim Pires Di Lorenzo, Professora Doutora

Article Type: Original Article

Dear Doutoranda Kamilla Tays Marrara,

Your submission entitled "PHYSICAL TRAINING AND NONINVASIVE VENTILATION ON COPD PATIENT FUNCTIONALITY - CONTROLLED RANDOMIZED" has been assigned the following manuscript number: YRMED-D-11-00959.

You may check on the progress of your paper by logging on to the Elsevier Editorial System as an author. The URL is <http://ees.elsevier.com/yrmed/>.

Thank you for submitting your work to this journal. Please do not hesitate to contact me if you have any queries.

Kind regards,

Sophie Moar  
Journal Manager  
Respiratory Medicine

\*\*\*\*\*

For any technical queries about using EES, please contact Elsevier Author Support at [authorsupport@elsevier.com](mailto:authorsupport@elsevier.com)

**ANEXO 4 – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Instituição.**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Via Washington Luís, km. 235 - Caixa Postal 676

Fones: (016) 3351.8109 / 3351.8110

Fax: (016) 3361.3176

CEP 13560-970 - São Carlos - SP - Brasil

propg@power.ufscar.br - [www.propg.ufscar.br](http://www.propg.ufscar.br)

**CAAE 0129.0.135.000-05**

**Título do Projeto:** Eficácia de diferentes protocolos de treinamento de resistência e endurance sobre a tolerância ao exercício e as atividades de vida diária em indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica

**Classificação:** Grupo III

**Pesquisadores (as):** Kamilla Tays Marrara, Profa. Dra. Valéria Amorim Pires Di Lorenzo (orientadora)

**Parecer Nº 008/2006**

**1. Normas a serem seguidas**

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, Item III.2.e).
- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ e ao término do estudo.

**2. Avaliação do projeto**

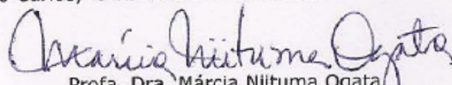
O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (CEP/UFSCar) analisou o projeto de pesquisa acima identificado e considerando os pareceres do relator e do revisor DELIBEROU: A pesquisadora atendeu as exigências constantes do Parecer nº 268/2005, de 22/12/2005.

Assim, o projeto está em conformidade com a Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde.

**3. Conclusão:**

Projeto aprovado

São Carlos, 8 de fevereiro de 2006.

  
Prof. Dra. Márcia Niluma Ogata  
Coordenadora do CEP/UFSCar