

Capacidade inspiratória e sua relação com diferentes medidas de capacidade de exercício em indivíduos com DPOC*

Inspiratory capacity and its relationship with different measures of exercise capacity in COPD subjects

MAZZARIN, Camila Monteiro¹

MESQUITA, Rafael^{1,2,3}

DONÁRIA, Leila¹

GENZ, Isabel Cristina Hilgert¹

FARIA, Larissa Moreno Martinez¹

HERNANDES, Nidia A.^{1,2}

PITTA, Fabio^{1,3}

PROBST, Vanessa S.^{1,2,3}

Resumo

Introdução: Em indivíduos com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), a Capacidade Inspiratória (CI) já mostrou-se associada a diferentes medidas de capacidade de exercício. Contudo, desconhece-se estudo que tenha investigado essa relação numa mesma amostra de indivíduos. **Objetivo:** Verificar a relação entre a CI e medidas de testes funcional, máximo e submáximo de capacidade de exercício numa mesma amostra de indivíduos com DPOC. **Métodos:** Trinta indivíduos com DPOC (15H; 66[8] anos; Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo [VEF₁] 40[14]% previsto) foram avaliados quanto à sua CI, por meio de espirometria, e capacidade de exercício, por meio dos seguintes testes: Teste de Caminhada de seis minutos (TC6min), como teste funcional; Teste Cardiopulmonar de Esforço (TCPE), como teste máximo e Teste de *Endurance* (TE), como teste submáximo. Variáveis fisiológicas foram avaliadas antes e após os testes, que foram realizados em dias distintos. O TCPE e o TE foram realizados em cicloergômetro. **Resultados:** Em relação ao TC6min, a CI (em litros) correlacionou-se apenas com a distância percorrida no teste ($r=0,41$; $P=0,02$). No teste cardiopulmonar de esforço, a CI correlacionou-se com o trabalho máximo (ρ de Spearman= $0,59$, $P=0,0006$) e com a frequência cardíaca máxima em valor absoluto ($r=0,46$, $P=0,01$) e % previsto ($r=0,36$, $P=0,05$). No TE, não houve correlação da CI com a duração do teste (ρ de Spearman= $0,03$, $P=0,86$). Na comparação dos indivíduos com diferentes valores de CI (< ou \geq 80% previsto), observou-se diferença somente na distância percorrida no TC6min (372 [96] vs. 452 [77] metros, respectivamente; $P=0,04$). **Conclusão:** A capacidade inspiratória correlaciona-se com os principais desfechos dos testes funcional e máximo de capacidade de exercício. O teste funcional, contudo, parece ser o que melhor se associa com a capacidade inspiratória.

Palavras-chave: Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; Capacidade Inspiratória; Tolerância ao Exercício.

¹ Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Pulmonar (LFIP), Departamento de Fisioterapia, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina-PR. E-mail: vanessaprobst@uol.com.br ou vanessaprobst@gmail.com

² Centro de Pesquisa em Ciências da Saúde (CPCS), Universidade Norte do Paraná (UNOPAR), Londrina-PR.

³ Programa de Mestrado em Ciências da Reabilitação (Associado UEL-UNOPAR), Londrina-PR.

* Trabalho apresentado no VI Congresso Sul-Brasileiro de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva (SULBRAfir), Londrina-PR, 2011.

Abstract

Introduction: In Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) patients, the Inspiratory Capacity (CI) has already shown to be associated with different measures of exercise capacity. However, this relationship has not been investigated in a same sample of individuals. **Objective:** To investigate the relationship between IC and measures of functional, maximal and submaximal exercise capacity tests in the same sample of individuals with COPD. **Methods:** Thirty subjects with COPD (15 men; 66[8] years; Forced Expiratory Volume in the first second [FEV₁] 40[14]% predicted) were evaluated for their IC, by spirometry, and exercise capacity, by the following tests: 6-Minute Walk Test (6MWT), as functional test; Cardiopulmonary Exercise Test (CPET), as maximal test and; Endurance Test (ET), as submaximal test. Physiological variables were assessed before and after the tests, which were all performed in distinct days. The CPET and ET were performed using a cycloergometer. **Results:** In the 6MWT, the IC (in liters) correlated significantly only with the distance walked in the test ($r=0.41$, $P=0.02$). In the CPET, the IC correlated with the maximum workload (Spearman's $\rho=0.59$, $P=0.0006$) and the maximum heart rate, both in absolute value ($r=0.46$, $P=0.01$) and % predicted ($r=0.36$, $P=0.05$). In the ET, there was no correlation with the duration of the test (Spearman's $\rho=0.03$, $P=0.86$). When comparing individuals with different values of IC (< or \geq 80% predicted), there was statistical difference only in the distance walked in the 6MWT (372 [96] vs. 452 [77] meters, respectively; $P=0.04$). **Conclusion:** The inspiratory capacity correlates with the main measures of functional and maximal exercise capacity tests. The functional test, however, seems to be better associated with the inspiratory capacity.

Keywords: Chronic Obstructive Pulmonary Disease; Inspiratory Capacity; Exercise Tolerance.

Introdução

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é uma enfermidade pulmonar comum de caráter progressivo; porém, prevenível e tratável. Sua principal característica é a persistente limitação ao fluxo aéreo que, geralmente, é progressiva e associada a uma resposta inflamatória exacerbada à inalação de partículas ou gases nocivos (1).

Apesar de ser uma doença primariamente pulmonar, sabe-se, também, que a DPOC é uma enfermidade sistêmica que cursa com vários efeitos extrapulmonares, como fraqueza muscular respiratória e periférica, desnutrição, perda de densidade óssea e redução da capacidade de exercício (1-3).

Em indivíduos com DPOC, a intolerância ao exercício pode estar associada a diversas características do indivíduo como: composição corporal, grau de obstrução ao fluxo aéreo, número de exacerbações prévias, presença de comorbidades, disfunção muscular e hiperinsuflação pulmonar, tanto estática quanto dinâmica (4, 5). A hiperinsuflação pulmonar pode ser avaliada, utilizando-se desde exames complexos e de alto custo como a pletismografia, até exames mais simples e de baixo custo como a espirometria, por meio da avaliação da Capacidade Inspiratória (CI) (6, 7). A hiperinsuflação pulmonar, por meio da espirometria, é observada, quando há redução da capacidade inspiratória devido ao aprisionamento aéreo (7). A relação da CI com a capacidade de exercício já foi investigada anteriormente, verificando-se uma correlação positiva entre essas duas variáveis na maioria dos estudos (8-10). Contudo, esses achados advêm de estudos que avaliaram diferentes medidas de capacidade de exercício em diferentes amostras. Desconhecem-se estudos que tenham investigado essa relação, utilizando diferentes testes numa mesma amostra de indivíduos, o que permitiria uma melhor comparação entre os resultados dos testes.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo é investigar a relação entre capacidade inspiratória e medidas de testes funcional, máximo e submáximo de capacidade de exercício numa mesma amostra de indivíduos com DPOC.

Métodos

Delineamento e Sujeitos do Estudo

Trata-se de um estudo quantitativo e transversal. As avaliações foram realizadas no Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Pulmonar (LFIP), localizado no Hospital Universitário (HU) da Universidade Estadual de Londrina (UEL), em Londrina, Paraná, Brasil. O presente estudo faz parte de um estudo maior que possui aprovação do Comitê de Ética da UEL, sob o Parecer nº 123/09, e todos os indivíduos responderam ao termo de consentimento livre e esclarecido.

Os indivíduos foram recrutados, a partir da avaliação inicial, para participarem de um programa de reabilitação pulmonar realizado no hospital supracitado. Para a inclusão neste estudo, foram estabelecidos os seguintes critérios: diagnóstico de DPOC, segundo a *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD)* (1); ausência de exacerbações nos últimos três meses; ausência de comorbidades que interferissem na realização dos testes e não ter praticado exercício físico regular no último ano. Os critérios de exclusão foram: incapacidade de realizar os testes propostos ou desistência da participação no estudo, por qualquer motivo.

Avaliações

Inicialmente, os indivíduos tiveram avaliados dados demográficos (gênero e idade) e antropométricos (peso, altura e Índice de Massa Corpórea [IMC]). Em seguida, eles foram submetidos à espirometria (Spirobank G, MIR, Itália), sendo instruídos a realizar as seguintes manobras: capacidade vital lenta, para a quantificação da capacidade inspiratória, e capacidade vital forçada, para a quantificação do Volume Expiratório Forçado, no primeiro segundo (VEF_1), e da Capacidade Vital Forçada (CVF) propriamente dita, para diagnóstico e classificação da gravidade da doença (1). Ambas as manobras foram realizadas, seguindo protocolo internacional (7) e utilizando os valores de referência para a população brasileira (11, 12).

Para a avaliação da capacidade de exercício, foram utilizados três testes: 1) Teste de Caminhada de 6 minutos (TC6min), para a avaliação da capacidade funcional de exercício; 2) Teste Cardiopulmonar de Esforço (TCPE), para a avaliação da capacidade máxima de exercício e 3) Teste de *Endurance* (TE), para a avaliação da capacidade submáxima de exercício. O TC6min foi realizado de acordo com as normas da *American Thoracic Society (ATS)* (13), de forma que os indivíduos foram instruídos a caminhar a maior distância possível, dentro de um período de seis minutos, sem correr ou trotar. O principal desfecho desse teste é a distância percorrida no mesmo. Foram realizados dois testes e o teste com maior distância percorrida foi considerado para análise. Foram utilizados os valores de referência de Troosters *et al.* (14), para os cálculos de porcentagem do previsto.

O TCPE foi realizado de acordo com as diretrizes para testes de exercício cardiopulmonar publicadas pela *American Thoracic Society (ATS)/American College of Chest Physicians (ACCP)* (15), seguindo protocolo previamente descrito (16). O TCPE foi realizado em bicicleta ergométrica (Monark, Suécia), com os indivíduos iniciando o teste pedalando sem carga, durante os três primeiros minutos, e, a partir de então, havendo incrementos de 10 watts a cada minuto, até que o indivíduo

chegasse à exaustão (16). O trabalho máximo ($W_{\text{máx}}$) desenvolvido durante o teste foi utilizado como desfecho do mesmo.

O TE, também, foi realizado de acordo com as diretrizes da ATS/ACCP (15) e seguindo protocolo previamente descrito (17). Os indivíduos foram instruídos a pedalar em uma bicicleta ergométrica (Monark, Suécia), com carga constante igual a 75% do trabalho máximo atingido no TCPE e até a exaustão ou até que o examinador interrompesse o teste, caso surgisse algum dos seguintes sinais/sintomas: confusão mental, dessaturação grave e/ou angina. A cada dois minutos, foram dadas frases de encorajamento padronizadas (17).

Os três testes foram realizados em dias diferentes, e, antes e após os mesmos, foram avaliados dispneia e sensação de fadiga, por meio da escala modificada de Borg (18), além de Saturação de Oxigênio (SpO_2) e Frequência Cardíaca (FC), por meio de oximetria de pulso (Modelo 1001, Moriya, Brasil). Para o cálculo da FC máxima, foi utilizada a fórmula de Karvonen ($220 - \text{idade}$) (19).

Análise estatística

O cálculo amostral foi realizado com base no estudo de Diaz *et al.* (9) que encontrou um coeficiente de correlação entre a CI e o $W_{\text{máx}}$ do TCPE de 0,73. Utilizando-se o programa BioEstat[®] 3.0 (Belém, Brasil), com um poder de 95% e um alfa de 0,01, acrescido de 20% de taxa de perda, seriam necessários 30 indivíduos para se detectar uma correlação estatisticamente significativa. A escolha do TCPE, para o cálculo do tamanho da amostra, deu-se pela característica incremental desse teste, em comparação aos demais.

A distribuição dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk e, de acordo com a normalidade dos dados, os mesmos foram apresentados em média (desvio padrão) ou mediana (intervalo interquartilico), e as correlações foram avaliadas pelos coeficientes de Pearson ou Spearman. Para comparar as variáveis dos testes de capacidade de exercício entre os grupos separados, de acordo com a CI em porcentagem do previsto ($<$ ou $\geq 80\%$ do previsto (20)), foi utilizado o teste t de *Student* não pareado. O nível de significância estatística foi estabelecido como $P \leq 0,05$ e o programa utilizado foi o GraphPad Prism 5 (GraphPad Software Inc., La Jolla, California, EUA).

Resultados

Trinta indivíduos com diagnóstico de DPOC foram incluídos no estudo e os dados clínicos referentes às avaliações realizadas estão apresentados na tabela 1. Observa-se, pela média da idade, que a amostra foi composta, na sua maioria, por indivíduos idosos, com a mesma proporção de homens e mulheres, IMC, caracterizando discreto sobrepeso e que apresentavam obstrução grave ao fluxo aéreo (1).

No TC6min, a CI (em litros) apresentou correlação estatisticamente significativa apenas com a distância percorrida no teste em metros ($r=0,41$, $P=0,02$; Figura 1). Não houve correlação da CI com a dispneia, sensação de fadiga, SpO_2 ou FC, antes ou após o teste ($P > 0,05$ para todas).

Já no TCPE, a CI em litros correlacionou-se com o $W_{\text{máx}}$ desenvolvido ao final do teste (ρ de Spearman=0,59, $P=0,0006$; Figura 2). Além disso, observaram-se correlações estatisticamente significativas da CI com a FC máxima ($r=0,46$; $P=0,01$) e com a porcentagem da FC máxima ($r=0,36$; $P=0,05$) ao final do teste. Não houve correlação da CI com a dispneia, sensação de fadiga ou SpO_2 , antes ou após o teste, ou com a FC antes do teste ($P > 0,05$ para todas).

No teste de *endurance*, não houve correlação estatisticamente significativa da CI em litros com a duração do teste (ρ de Spearman=0,03, $P=0,86$; Figura 3). Apesar disso, a CI correlacionou-se de maneira inversa e estatisticamente significativa com a SpO_2 ao final do teste ($r=-0,49$; $P=0,007$) e com a dispneia ao início do teste ($r=-0,40$; $P=0,03$). Não houve correlação significativa entre a CI e a dispneia ao final do teste, SpO_2 , antes do teste, ou sensação de fadiga e FC, antes ou após o teste.

Indivíduos com CI menor que 80% do previsto(20) apresentaram pior desempenho no TC6min que indivíduos com $CI \geq 80\%$ do previsto (372 [96] vs 452 [77] metros, $P=0,04$; Figura 4). Não houve diferença estatística no trabalho máximo do TCPE ou na duração do TE para a mesma comparação ($P>0,05$ para ambos).

Tabela 1 | Dados clínicos dos indivíduos incluídos no estudo.

Variáveis	Valores
Idade (anos)	66 (8)
Gênero (M/F)	15/15
IMC ($kg \cdot m^{-2}$)	26 (5)
VEF ₁ (L)	0,94 (0,67-1,28)
VEF ₁ (% previsto)	40 (14)
CVF (L)	1,88 (1,41-2,58)
CVF (% previsto)	60 (15)
VEF ₁ ·CVF ⁻¹ (%)	53 (15)
GOLD (n, I / II / III / IV)	(0/6/15/9)
CI (L)	1,70 (0,45)
CI (% previsto)	70 (19)
TC6min (m)	394 (97)
TC6min (% previsto)	67 (16)
TCPE (watts)	20 (15-43)
TE (s)	390 (208-730)

M: Masculino; F: Feminino; IMC: Índice de Massa Corpórea; VEF₁: Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo; CVF: Capacidade Vital Forçada; GOLD: *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease*; CI: Capacidade Inspiratória; TC6min: Teste de Caminhada de 6 minutos; TCPE: Teste Cardiopulmonar de Esforço; TE: Teste de *Endurance*.

Figura 1 | Correlação (coeficiente de Pearson) entre a distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos e a capacidade inspiratória.

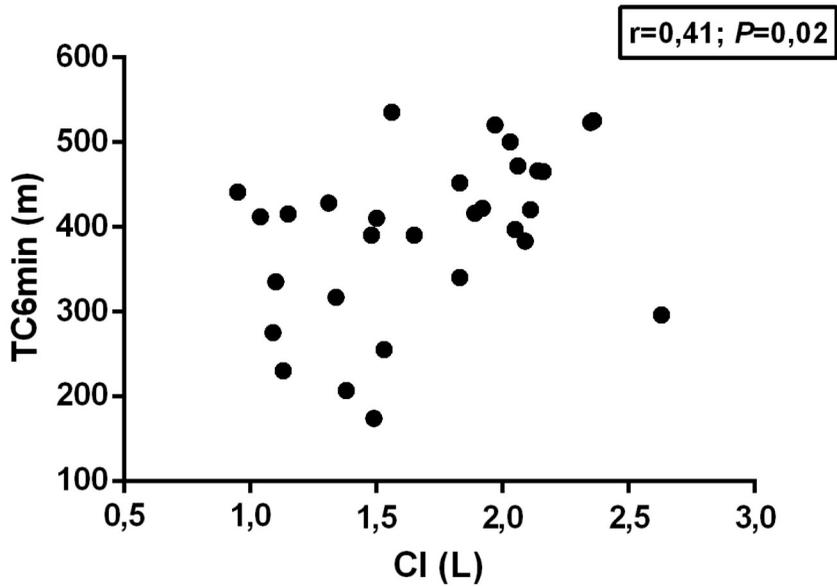


Figura 2 | Correlação (coeficiente de Spearman) entre o trabalho máximo realizado no teste cardiopulmonar de esforço e a capacidade inspiratória.

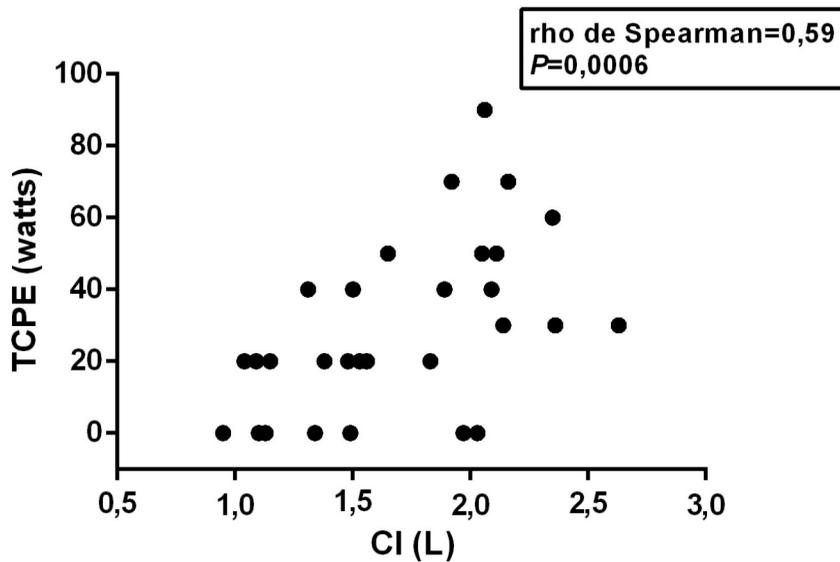


Figura 3 | Correlação (coeficiente de Spearman) entre a duração do teste de *endurance* e a capacidade inspiratória.

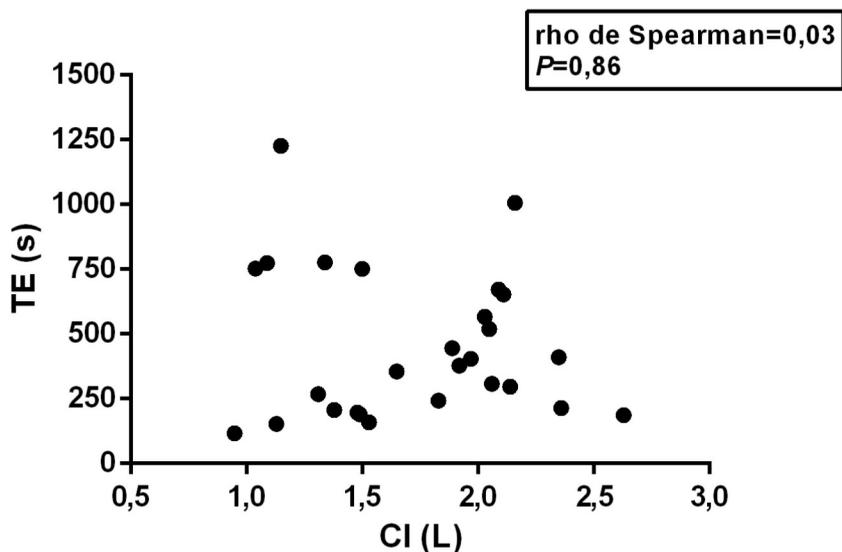
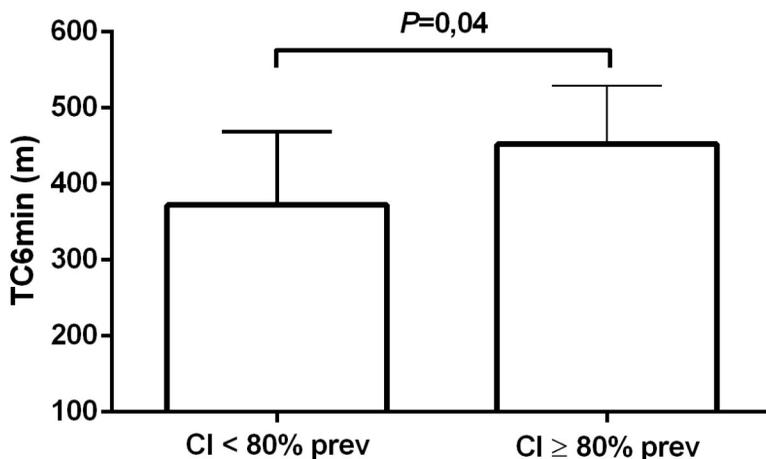


Figura 4 | Comparação (teste t de *Student* não pareado) da distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos entre indivíduos com capacidade inspiratória < e \geq 80% do previsto.



Discussão

Neste estudo, pode-se observar uma correlação significativa e moderada da CI, com as principais variáveis de capacidade de exercício do teste de caminhada de seis minutos e do teste cardiopulmonar de esforço. Contudo, não houve correlação com a duração do teste de *endurance*, apesar da correlação com algumas variáveis fisiológicas do mesmo. Indivíduos mais hiperinsuflados apresentaram pior capacidade funcional de exercício (TC6min), mas com semelhante desempenho, em termos de capacidade máxima e submáxima de exercício.

A relação da capacidade inspiratória, com diferentes medidas de capacidade de exercício, já foi investigada em outros estudos (21-25); porém, esses estudos utilizaram apenas uma ou duas medidas de capacidade de exercício numa mesma amostra. Provavelmente, o presente estudo seja o primeiro a investigar essa relação, utilizando três medidas de capacidade de exercício, numa mesma amostra de indivíduos com DPOC, o que permite uma melhor comparação entre os diferentes testes. Foi observada uma correlação positiva e moderada entre a CI e a distância percorrida no TC6min, assim como encontrado por outros autores (8, 21, 24). Além disso, indivíduos mais hiperinsuflados (i.e., CI < 80% previsto (20)) apresentam pior capacidade de exercício no TC6min do que aqueles menos hiperinsuflados. Marin *et al.* (24) observaram que, durante o TC6min, há hiperinsuflação pulmonar com conseqüente diminuição da CI, e que essa medida se correlacionou positivamente com a distância percorrida no teste, de maneira até mais forte do que a correlação com a CI antes do teste. Pitta *et al.* (8) verificaram correlação mais forte do TC6min com a CI do que com o VEF₁, o que permite sugerir que a CI, provavelmente, seja um melhor desfecho para refletir a distância percorrida no TC6min. No presente estudo, o TC6min foi tratado como um teste para a avaliação da capacidade funcional de exercício; porém, sabe-se que ele pode ser considerado, também, um teste com característica submáxima (26). A classificação dele como teste funcional foi um estudo apenas para fins de diferenciação com o TE.

A capacidade inspiratória correlacionou-se, também, com o trabalho máximo desenvolvido no TCPE. Esse resultado corrobora os achados de Diaz *et al.* (23), que encontraram uma correlação positiva entre a CI e o trabalho máximo no TCPE ($r=0,73$), enquanto outros estudos (22, 23) encontraram correlação da CI com o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$), no mesmo teste. Essa variável, contudo, não foi avaliada no presente estudo. Diaz *et al.* (23) verificaram ainda que a CI, juntamente com a relação $VEF_1 \cdot CVF^{-1}$, foi responsável por cerca de 63% da variabilidade do $W_{máx}$ no TCPE, mostrando que essa variável é um importante preditor da capacidade máxima de exercício.

A principal característica da DPOC é a limitação ao fluxo expiratório (1) e, durante o exercício, devido ao aumento da demanda ventilatória, há uma piora dessa limitação com conseqüente aprisionamento aéreo e hiperinsuflação pulmonar dinâmica (27). Dessa forma, indivíduos com CI reduzida no repouso (i.e., hiperinsuflação estática) estão mais propensos a desenvolver hiperinsuflação dinâmica durante o exercício (27), o que justifica as correlações encontradas no presente estudo.

Não foi encontrada correlação, contudo, entre a CI e a duração do teste de *endurance*. Diferentemente, O'Donnell *et al.* (10) encontraram essa correlação; porém, somente quando um segundo teste foi realizado. Tal fato, associado a diferenças na caracterização das amostras, pode explicar os diferentes resultados encontrados. Além do mais, apesar de ser um teste com característica submáxima assim como o TC6min – que apresentou correlação significante com a CI –, o TE (com o protocolo que foi utilizado nesse estudo) envolve uma atividade pouco familiar para a maioria dos indivíduos, i.e., pedalar numa bicicleta ergométrica. Surpreendentemente, a CI correlacionou-se de maneira inversa com a dispneia ao início do TE, embora não tenha se correlacionado com essa variável nos outros testes. Acredita-se que isso possa ser explicado por diferenças na variação da dispneia antes dos testes.

Dentre as medidas de capacidade de exercício avaliadas neste estudo, a distância percorrida no TC6min foi a que melhor se associou com a capacidade inspiratória, já que não somente apresentou correlação estatisticamente significativa, como, também, para esse teste, a CI foi capaz de identificar indivíduos com distintos padrões de capacidade de exercício. Acredita-se que essa melhor associação deva-se justamente à característica funcional do TC6min em relação aos outros testes.

Apesar de todos os esforços na realização do presente estudo, o mesmo apresenta algumas limitações. A amostra utilizada não inclui indivíduos com grau leve da doença (*GOLD* 1) e a maioria foi classificada como *GOLD* 3, o que poderia limitar a validade externa dos resultados. Contudo, esse é um problema comum na literatura, devido ao fato de que indivíduos *GOLD* 1 são menos sintomáticos, o que faz com que eles procurem menos auxílio médico. Outra limitação foi a ausência de avaliação direta do $VO_{2\text{máx}}$ e da produção máxima de gás carbônico ($VCO_{2\text{máx}}$) durante o TCPE; porém, tratam-se de avaliações complexas e de alto custo, o que poderia limitar o número de indivíduos avaliados. Por fim, a CI imediatamente antes e após os testes de capacidade de exercício não foi avaliada, o que permitiria obter uma resposta imediata dessa variável aos testes. Todavia, além de dificultar logisticamente o estudo, tal medida não fazia parte da avaliação inicial para participar do programa de reabilitação pulmonar de onde os indivíduos foram recrutados.

Conclusão

O presente estudo verificou que a capacidade inspiratória correlaciona-se com os principais desfechos do teste de caminhada de seis minutos e do teste cardiopulmonar de esforço. Apesar de não apresentar correlação com a duração do teste de *endurance*, a capacidade inspiratória correlacionou-se com algumas variáveis fisiológicas do mesmo. Dentre os três testes, o teste de caminhada de seis minutos parece ser o que melhor se associa com a capacidade inspiratória, provavelmente, devido à sua característica funcional em relação aos demais.

Agradecimentos

Este estudo faz parte de um estudo maior que contou com apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Os autores gostariam de agradecer a todos os integrantes do Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Pulmonar (LFIP) da UEL que, de alguma forma, contribuíram para a coleta dos dados deste estudo.

Referências

1. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global Strategy for Diagnosis, Management, and Prevention of COPD: revised 2011 [Internet, citado em 12 nov 2012]. Disponível em: http://www.goldcopd.org/uploads/users/files/GOLD_Report_2011_Feb21.pdf
2. Laghi F, Tobin MJ. Disorders of the respiratory muscles. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003 Jul 1; 68(1):10-48.
3. Spruit MA, Franssen FM, Rutten EP, Wagers SS, Wouters EF. Age-graded reductions in quadriceps muscle strength and peak aerobic capacity in COPD. *Rev Bras Fisioter*. 2012 Apr;16(2):148-56.
4. Spruit MA, Watkins ML, Edwards LD, Vestbo J, Calverley PM, Pinto-Plata V et al. Determinants of poor 6-min walking distance in patients with COPD: the ECLIPSE cohort. *Respir Med*. 2010 Jun; 104(6):849-57.
5. Palange P, Ward SA, Carlsen KH, Casaburi R, Gallagher CG, Gosselink R et al. Recommendations on the use of exercise testing in clinical practice. *Eur Respir J*. 2007 Jan; 29(1):185-209.
6. Wanger J, Clausen JL, Coates A, Pedersen OF, Brusasco V, Burgos F et al. Standardisation of the measurement of lung volumes. *Eur Respir J*. 2005 Sep; 26(3):511-22.

7. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005 Aug; 26(2):319-38.
8. Pitta F, Takaki MY, Oliveira NH, Sant'Anna TJ, Fontana AD, Kovelis D et al. Relationship between pulmonary function and physical activity in daily life in patients with COPD. *Respir Med*. 2008 Aug; 102(8):1203-7.
9. Diaz O, Villafranca C, Ghezzi H, Borzone G, Leiva A, Milic-Emil J et al. Role of inspiratory capacity on exercise tolerance in COPD patients with and without tidal expiratory flow limitation at rest. *Eur Respir J*. 2000 Aug; 16(2):269-75.
10. O'Donnell DE, Travers J, Webb KA, He Z, Lam YM, Hamilton A et al. Reliability of ventilatory parameters during cycle ergometry in multicentre trials in COPD. *Eur Respir J*. 2009 Oct; 34(4):866-74.
11. Neder JA, Andreoni S, Castelo-Filho A, Nery LE. Reference values for lung function tests. I. Static volumes. *Braz J Med Biol Res*. 1999 Jun; 32(6):703-17.
12. Pereira CA, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J Bras Pneumol*. 2007 Aug; 33(4):397-406.
13. American Thoracic Society. ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002 Jul 1;166(1):111-7.
14. Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Six minute walking distance in healthy elderly subjects. *Eur Respir J*. 1999 Aug; 14(2):270-4.
15. American Thoracic Society/American College of Chest Physicians. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003 Jan 15;167(2):211-77.
16. Probst VS, Troosters T, Pitta F, Decramer M, Gosselink R. Cardiopulmonary stress during exercise training in patients with COPD. *Eur Respir J*. 2006 Jun; 27(6):1110-8.
17. Van 't HA, Gosselink R, Kwakkel G. Constant-load cycle endurance performance: test-retest reliability and validity in patients with COPD. *J Cardiopulm Rehabil*. 2003 Mar-Apr;23(2):143-50.
18. Borg GAV. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982;14:377-81.
19. Karvonen MJ, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn*. 1957;35(3):307-15.
20. Tantucci C, Donati P, Nicosia F, Bertella E, Redolfi S, De VM et al. Inspiratory capacity predicts mortality in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med*. 2008 Apr;102(4):613-9.
21. Freitas CG, Pereira CA, Viegas CA. Inspiratory capacity, exercise limitation, markers of severity, and prognostic factors in chronic obstructive pulmonary disease. *J Bras Pneumol*. 2007 Aug;33(4):389-96.
22. Puente-Maestu L, Garcia de PJ, Martinez-Abad Y, Ruiz de Ona JM, Llorente D, Cubillo JM. Dyspnea, ventilatory pattern, and changes in dynamic hyperinflation related to the intensity of constant work rate exercise in COPD. *Chest*. 2005 Aug;128(2):651-6.
23. Diaz O, Villafranca C, Gezzo H, Borzone H, Leiva A, Milic-Emil J et al. Role of inspiratory capacity on exercise tolerance in COPD patients with and without tidal expiratory flow limitation at

rest. Eur Respir J. 2000 Aug; 16:269-75.

24. Marin JM, Carrizo SJ, Gascon M, Sanchez A, Celli BR. Inspiratory Capacity, Dynamic Hyperinflation, Breathlessness, and Exercise Performance during the 6-Minute-Walk Test in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Am J Respir Crit Care Med. 2001 May;163:1395-9.

25. O'Donnell DE, Travers J, Webb KA, He Z, Lam YM, Hamilton A et al. Reliability of ventilatory parameters during cycle ergometry in multicentre trials in COPD. Eur Respir J. 2009 Oct;34(4):866-74.

26. Troosters T, Vilaro J, Rabinovich R, Casas A, Barbera JA, Rodriguez-Roisin R, Roca J. Physiological responses to the 6-min walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Eur Respir J. 2002 Sep;20(3):564-9.

27. O'Donnell DE, Revall SM, Webb KA. Dynamic hyperinflation and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med. 2001 Sep 1;164(5):770-7.

Recebido em: 6/12/2012

Aceito em: 03/05/2013