

## Análise da dessaturação de oxigênio durante o teste de caminhada de seis minutos em pacientes com DPOC\*

Oxygen desaturation during the six-minute walk test in COPD patients

Maria Ângela Fontoura Moreira, Gabriel Arriola de Medeiros,  
Francesco Pinto Boeno, Paulo Roberto Stefani Sanches,  
Danton Pereira da Silva Júnior, André Frotta Müller

### Resumo

**Objetivo:** Avaliar o comportamento da curva de saturação de oxigênio durante o teste de caminhada de seis minutos (TC6) em pacientes com DPOC. **Métodos:** Incluímos 85 pacientes e todos realizaram espirometria, sendo classificados como portadores de DPOC moderada (DPOCm, n = 30) ou grave (DPOCg, n = 55). Todos os pacientes realizaram TC6 em um corredor de 27 m com monitoramento contínuo da SpO<sub>2</sub> e FC por telemetria. A partir das curvas de SpO<sub>2</sub>, foram analisados os tempos para atingir a queda de 4% da SpO<sub>2</sub>, para atingir a SpO<sub>2</sub> mínima (Tmin) e para a recuperação da SpO<sub>2</sub> após o TC6 (TR). Foram calculadas as inclinações dessas curvas. **Resultados:** A média de idade nos grupos DPOCm e DPOCg foi de 62 ± 11 anos e 66 ± 10 anos, respectivamente. Todos os pacientes iniciaram o teste com SpO<sub>2</sub> > 94%, nenhum recebeu suplementação de oxigênio durante o TC6, e não houve interrupções. A distância percorrida no TC6 não apresentou diferença significativa entre os grupos. Os menores valores da SpO<sub>2</sub> ocorreram no grupo DPOCg. Não houve diferença no TR entre os grupos, e 71% e 63% dos pacientes nos grupos DPOCg e DPOCm, respectivamente, apresentaram queda de SpO<sub>2</sub> ≥ 4% até o primeiro minuto. O VEF<sub>1</sub>% apresentou correlações significativas com ΔSpO<sub>2</sub> (r = -0,398; p < 0,001), Tmin (r = -0,449; p < 0,001) e SpO<sub>2</sub> mínima (r = 0,356; p < 0,005). **Conclusões:** As curvas dos pacientes do grupo DPOCg em relação às do grupo DPOCm apresentaram valores menores de SpO<sub>2</sub> e maior Tmin, sugerindo um pior prognóstico nos primeiros.

**Descritores:** Doença pulmonar obstrutiva crônica; Teste de esforço; Monitorização transcutânea dos gases sanguíneos.

### Abstract

**Objective:** To evaluate the behavior of oxygen saturation curves throughout the six-minute walk test (6MWT) in patients with COPD. **Methods:** We included 85 patients, all of whom underwent spirometry and were classified as having moderate COPD (modCOPD, n = 30) or severe COPD (sevCOPD, n = 55). All of the patients performed a 6MWT, in a 27-m corridor with continuous SpO<sub>2</sub> and HR monitoring by telemetry. We studied the SpO<sub>2</sub> curves in order to determine the time to a 4% decrease in SpO<sub>2</sub>, the time to the minimum SpO<sub>2</sub> (Tmin), and the post-6MWT time to return to the initial SpO<sub>2</sub>, the last designated recovery time (RT). For each of those curves, we calculated the slope. **Results:** The mean age in the modCOPD and sevCOPD groups was 66 ± 10 years and 62 ± 11 years, respectively. At baseline, SpO<sub>2</sub> was > 94% in all of the patients; none received supplemental oxygen during the 6MWT; and none of the tests were interrupted. The six-minute walk distance did not differ significantly between the groups. The SpO<sub>2</sub> values were lowest in the sevCOPD group. There was no difference between the groups regarding RT. In 71% and 63% of the sevCOPD and modCOPD group patients, respectively, a ≥ 4% decrease in SpO<sub>2</sub> occurred within the first minute. We found that FEV<sub>1</sub>% correlated significantly with the ΔSpO<sub>2</sub> (r = -0.398; p < 0.001), Tmin (r = -0.449; p < 0.001), and minimum SpO<sub>2</sub> (r = 0.356; p < 0.005). **Conclusions:** In the sevCOPD group, in comparison with the modCOPD group, SpO<sub>2</sub> was lower and the Tmin was greater, suggesting a worse prognosis in the former.

**Keywords:** Pulmonary disease, chronic obstructive; Exercise test; Blood gas monitoring, transcutaneous.

\*Trabalho realizado na Unidade de Fisiologia Pulmonar, Serviço de Pneumologia, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre (RS) Brasil.

Endereço para correspondência: Maria Ângela Fontoura Moreira, Avenida Neusa Goulart Brizola, 550/605, Petrópolis, CEP 90460-230, Porto Alegre, RS, Brasil.

Tel. 55 51 3359-8198. E-mail: maanmo@terra.com.br

Apoio financeiro: Nenhum.

Recebido para publicação em 21/10/2013. Aprovado, após revisão, em 5/4/2014.

## Introdução

Avanços nas pesquisas, no tratamento e no diagnóstico de doenças pulmonares vêm demonstrando a importância da inclusão do teste da caminhada de seis minutos (TC6) na avaliação funcional de pacientes com pneumopatias, mais precisamente na detecção da hipoxemia induzida pelo exercício, que é considerada um importante marcador da gravidade das doenças respiratórias. A promoção de medidas reprodutíveis para essa avaliação torna-se necessária.<sup>(1-5)</sup>

O TC6 é amplamente solicitado, pois além de ser de fácil aplicação, ter baixo custo e ser bem tolerado pelo paciente, é o exercício de capacidade submáxima que melhor representa atividades da vida diária. Dessa maneira, torna-se atrativo por conciliar facilidade de execução e simplicidade operacional. Assim, é normalmente aplicado como complemento na avaliação de DPOC, fibrose cística, cardiopatias, doenças vasculares periféricas, entre outras.<sup>(2-4,6)</sup>

As diretrizes da *American Thoracic Society*, com relação ao TC6, recomendam a utilização de um espaço físico fechado e plano com uma distância reta de 30 m, onde o paciente deverá caminhar por seis minutos, com o objetivo de percorrer a maior distância possível.<sup>(7)</sup>

O TC6 está entre os testes mais utilizados para avaliar a tolerância ao exercício em indivíduos portadores de doenças obstrutivas e crônicas e de doenças intersticiais. Esses pacientes podem apresentar um decréscimo acentuado da  $SpO_2$  quando submetidos a exercícios submáximos ou mesmo dessaturação em repouso. A hipoxemia decorrente do esforço pode ser explicada por fatores fisiopatológicos, como limitação ventilatória, desproporção entre a oferta e o consumo de oxigênio, inflamação sistêmica e estresse oxidativo, afetando a oxigenação muscular periférica. A queda significativa nos níveis de oxigênio circulante, resultante do aumento da demanda pelo esforço realizado, pode ocasionar o aumento da pressão arterial, da dispneia e da fadiga muscular, reduzindo assim a tolerância na execução de exercícios submáximos.<sup>(8)</sup>

Os pacientes com DPOC não apresentam a mesma limitação ao realizar exercícios ou atividades da vida diária. O desempenho e a manutenção do exercício dependem basicamente da interação perfeita entre os sistemas que comandam e controlam a ventilação, a troca gasosa, o fluxo de sangue, a hemoglobina, o

transporte de oxigênio/dióxido de carbono, a utilização de oxigênio e a produção de dióxido de carbono.<sup>(8)</sup>

No TC6 dos pacientes com DPOC, um dos eventos adversos mais importantes é a dessaturação de oxigênio, que pode ser mais bem avaliada se houver um monitoramento contínuo durante o teste. Logo, o objetivo do presente estudo foi analisar o comportamento da curva de saturação de oxigênio durante o TC6 em pacientes com DPOC.

## Métodos

Os dados foram coletados no período entre janeiro e dezembro de 2012 na Unidade de Fisiologia Pulmonar do Serviço de Pneumologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), na cidade de Porto Alegre (RS). A pesquisa foi analisada e aprovada pelo Comitê de Pesquisa e Ética em Saúde do HCPA (Projeto 09-549), e os pacientes convidados a participar da pesquisa assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido antes da realização do TC6.

Foram incluídos no estudo pacientes com diagnóstico de DPOC,<sup>(9)</sup> de ambos os sexos, estáveis, cuja espirometria indicava obstrução moderada (DPOCm) ou grave (DPOCg), classificados de acordo com as Diretrizes Brasileiras para Testes de Função Pulmonar de 2002.<sup>(10)</sup> As espirometrias foram realizadas por técnicos aprovados como técnicos em espirometria pela Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Utilizou-se um espirômetro (Jaeger, Würzburg, Alemanha) e foram adotados os valores previstos de Crapo.<sup>(11)</sup> A espirometria foi realizada 1 h antes do TC6 no mesmo dia. O  $VEF_1$  e a CV foram retirados das curvas fluxo-volume.

O TC6 foi realizado em um corredor de 27 m seguindo as normas da *American Thoracic Society*.<sup>(7)</sup> No HCPA, é possível a monitorização contínua da FC e da  $SpO_2$  durante o TC6, através de telemetria, utilizando um módulo de oximetria digital e um *software* desenvolvido pela Engenharia Biomédica do HCPA. Esse sistema permite a transferência simultânea da FC e  $SpO_2$  para o computador, tornando possível a observação do grau de dessaturação de oxigênio em tempo real, permitindo assim uma melhor avaliação do nível de gravidade da doença.<sup>(5,7)</sup> A Figura 1 mostra o registro de uma curva. Todos os pacientes incluídos completaram o TC6 sem interrupção e iniciaram o teste com valores de  $SpO_2 > 94\%$ .

Nenhum paciente recebeu suplementação de oxigênio durante o esforço. Foram excluídos da amostra aqueles que apresentavam patologias ortopédicas, doenças intersticiais e hipertensão arterial pulmonar associada ou qualquer impeditivo que limitasse a execução do TC6. Foram analisadas as curvas nas quais houve uma queda da  $SpO_2 \geq 4\%$ .

A partir das curvas de  $SpO_2$  foi determinado o tempo para a queda de 4% na  $SpO_2$  e para atingir o menor nível de saturação, como também o tempo de recuperação após os 6 min. A inclinação dessas curvas foi calculada através da seguinte fórmula:

$$(SpO_2 \text{ final} - SpO_2 \text{ inicial}) \div \Delta \text{tempo entre esses momentos}$$

As inclinações foram comparadas a fim de se determinar mudanças nessas em função da gravidade da obstrução. A Figura 2 mostra um exemplo das inclinações calculadas.

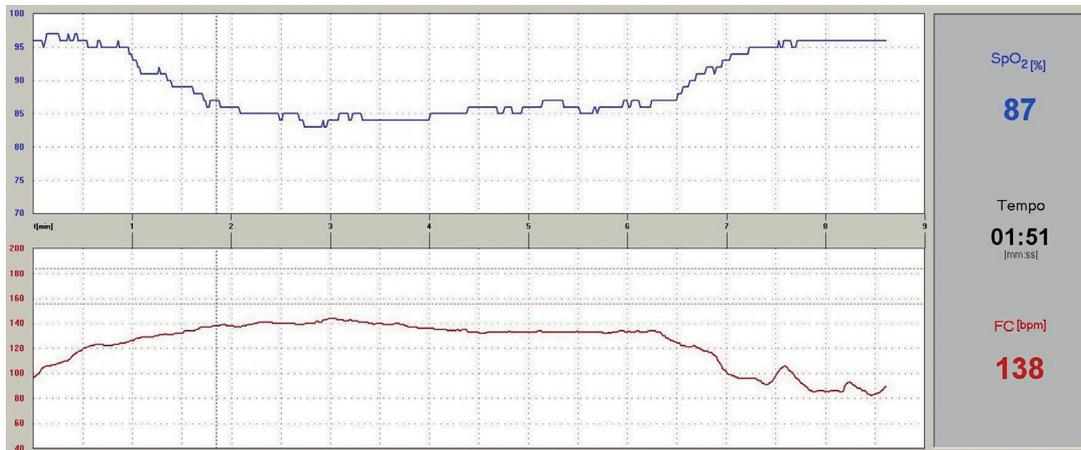
A análise estatística dos dados coletados foi realizada com o programa *Statistical Package for the Social Sciences*, versão 18.0 (SPSS Inc., Chicago,

IL, EUA). A normalidade e a homogeneidade da variância dos dados foram analisadas. Foi utilizado o teste t para amostras independentes para a comparação entre os grupos. Para a análise de correlações foi utilizado o teste de correlação de Pearson. Para todas as análises, o nível de significância adotado foi de  $p < 0,05$ . Os valores foram expressos em médias e desvios-padrão.

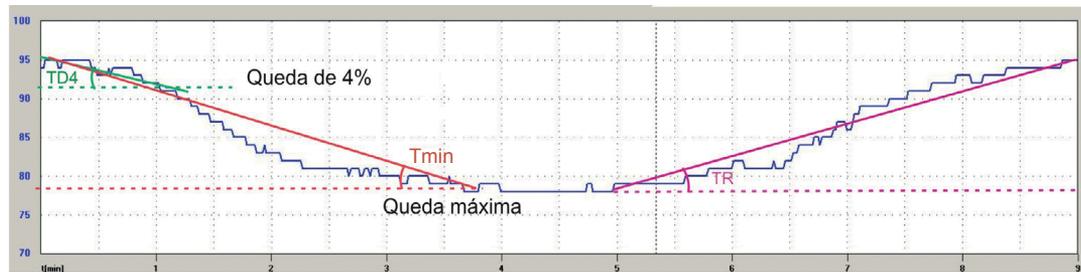
## Resultados

A amostra envolveu 85 pacientes: 55 com DPOCg (média de idade de  $62 \pm 11,3$  anos e de índice de massa corpórea [IMC] de  $22,5 \pm 3,3$   $kg/m^2$ ) e 30 com DPOCm (média de idade de  $66,0 \pm 10,1$  anos e de IMC de  $25,1 \pm 2,8$   $kg/m^2$ ). A Tabela 1 apresenta as variáveis analisadas nos dois grupos.

Os grupos mostraram-se homogêneos quanto aos parâmetros idade e  $SpO_2$  antes do TC6. O IMC não estava acima de  $30 kg/m^2$  em nenhum dos grupos, valor a partir do qual há influência na espirometria.<sup>(10)</sup> A distância percorrida pelos dois grupos não foi significativamente diferente. Os



**Figura 1** – Monitoramento da FC e da  $SpO_2$ .



**Figura 2** – Exemplo de inclinação das curvas. TD4: tempo para atingir uma dessaturação de 4%. Tmin: tempo para atingir  $SpO_2$  mínima; e TR: tempo de recuperação da  $SpO_2$ .

**Tabela 1** – Características gerais da população estudada.

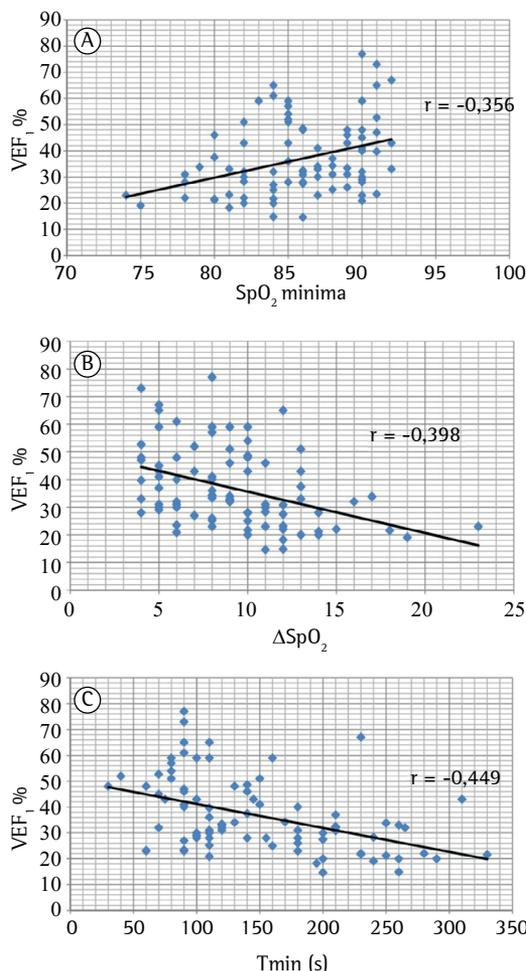
Variável	DPOCm	DPOCg	p
	(n = 30)	(n = 55)	
IMC, kg/m <sup>2</sup>	25,1 ± 2,8	22,5 ± 3,3	0,01*
Idade, anos	66 ± 10	62 ± 11	0,11
SpO <sub>2</sub> antes do TC6, %	95,0 ± 1,9	95,0 ± 2,1	0,85
SpO <sub>2</sub> mínima, %	87,3 ± 3,4	85,0 ± 4,3	0,01*
TD4, s	64 ± 36	66 ± 41	0,81
Tmin, s	109 ± 55	168 ± 67	0,01*
TR, s	112,6 ± 28,8	120,2 ± 31,5	0,28
VEF <sub>1</sub> %	53,1 ± 9,6	28,0 ± 6,2	0,01*
DTC6, m	451 ± 73	435 ± 74	0,35
Inclinação da reta para queda de SpO <sub>2</sub> ≥ 4%	0,08 ± 0,04	0,08 ± 0,04	0,89
Inclinação da reta para queda máxima da SpO <sub>2</sub>	0,08 ± 0,03	0,07 ± 0,05	0,27
Inclinação da reta para recuperação da SpO <sub>2</sub>	0,07 ± 0,02	0,09 ± 0,04	0,05

DPOCm: DPOC moderada; DPOCg: DPOC grave; IMC: Índice de massa corporal; TD4: tempo para atingir dessaturação ≥ 4%; Tmin: tempo para dessaturação máxima; TR: tempo de recuperação; e DTC6: distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos.

valores mínimos de SpO<sub>2</sub> foram significativamente menores no grupo DPOCg (p < 0,014). Houve queda de 4% na SpO<sub>2</sub> até o primeiro minuto em 63% e em 71% nos grupos DPOCm e DPOCg, respectivamente. O tempo de dessaturação em 4% e o tempo para recuperação não diferiram significativamente entre os grupos; porém, o tempo para atingir o menor valor de SpO<sub>2</sub> foi maior no grupo DPOCg que no grupo DPOCm (p < 0,001). As inclinações das curvas de SpO<sub>2</sub> para uma dessaturação de 4%, para a queda máxima e para a recuperação não mostraram diferenças significativas entre os grupos. A variação da SpO<sub>2</sub> (ΔSpO<sub>2</sub>) entre o início do TC6 e a queda máxima foi estatisticamente diferente entre os dois grupos (p = 0,005).

Em relação às correlações (Figura 3), o VEF<sub>1</sub> % apresentou uma correlação moderada positiva com a SpO<sub>2</sub> mínima (r = 0,356; p < 0,005), uma correlação moderada negativa com a ΔSpO<sub>2</sub> (r = -0,398; p < 0,001) e uma correlação moderada negativa com o tempo para atingir a SpO<sub>2</sub> mínima (r = -0,449; p < 0,001).

A inclinação da queda máxima da SpO<sub>2</sub> teve uma correlação moderada negativa com o tempo para atingir a SpO<sub>2</sub> mínima (r = -0,467; p < 0,001), com o tempo para uma dessaturação de 4 % (r = -0,437; p < 0,001) e com o menor valor da SpO<sub>2</sub> (r = -0,393; p < 0,001). A distância caminhada no TC6 (DTC6) não apresentou correlações significativas com a SpO<sub>2</sub> e suas variações e nem com o VEF<sub>1</sub> %.



**Figura 3** – Correlações das variações do VEF<sub>1</sub> % com a SpO<sub>2</sub> mínima (em A), com ΔSpO<sub>2</sub> (em B) e com o tempo para atingir SpO<sub>2</sub> mínima (Tmin; em C).

## Discussão

A dessaturação durante o exercício pode ser medida no TC6 e é um índice de valor prognóstico nas patologias intersticiais e na DPOC. Uma queda na  $SpO_2 \geq 4\%$  sugere uma dessaturação importante e se usa para avaliar a necessidade de oxigênio em pacientes com doenças pulmonares crônicas.<sup>(12)</sup> Outro índice de avaliação da capacidade funcional é a DTC6, que tem um valor prognóstico na DPOC.<sup>(13)</sup>

Entretanto, a hipoxemia é um dos maiores problemas na medicina respiratória, pois é muito comum em pacientes com doenças pulmonares e a sua rápida avaliação e tratamento são necessários para prevenir danos orgânicos irreversíveis.

A dessaturação ao exercício é comumente observada em pacientes com DPOC; entretanto, os parâmetros clínicos não são capazes de identificar essa alteração. A  $SpO_2 < 95\%$  em repouso foi reportada como um preditor para a dessaturação ao exercício, especialmente em pacientes com DLCO comprometida em  $\geq 36\%$ .<sup>(14)</sup> Zafar et al.<sup>(15)</sup> não encontraram uma correlação significativa entre a variação (queda) na  $SpO_2$  e a  $SpO_2$  em repouso. Em nosso estudo tampouco houve uma correlação significativa entre a  $SpO_2$  basal e a queda da  $SpO_2$  ( $r = 0,08$ ;  $p = 0,46$ ).

A teoria da intolerância ao exercício na DPOC é de construção multifatorial: o maior trabalho e consumo de oxigênio pela musculatura respiratória, a disfunção da musculatura esquelética dos membros inferiores e o mecanismo de hiperinsuflação pulmonar dinâmica, atuando isoladamente ou em conjunto.<sup>(8)</sup> Zafar et al.,<sup>(15)</sup> utilizando 30 pacientes com DPOC, demonstraram uma boa correlação entre a dessaturação de oxigênio no TC6 e a hiperinsuflação dinâmica, mas sem correlação com a DTC6. Nossos resultados tampouco mostraram uma correlação entre a dessaturação e a DTC6; entretanto, não avaliamos a hiperinsuflação no presente estudo.

Observamos que a DTC6 não apresentou correlações com as alterações da  $SpO_2$ . Há relatos na literatura mostrando mudanças na musculatura esquelética dos pacientes com DPOC, destacando-se o predomínio das fibras glicolíticas sobre as oxidativas. A partir dessas alterações, os pacientes utilizam predominantemente o metabolismo anaeróbio num precoce nível de esforço,<sup>(16,17)</sup> caracterizando uma mudança da rota metabólica e reduzindo a carga aeróbica. A ocorrência de alguns fatores, tais como estresse inflamatório,

descondicionamento físico, uso prolongado de corticosteroides e hipoxemia, contribui para a modificação da atividade contrátil do músculo, desencadeando uma série de adaptações que envolvem uma alteração das fibras musculares. Segundo um grupo de autores,<sup>(18)</sup> o trabalho respiratório é duas vezes maior no grupo de pacientes com DPOC que são recrutadores da musculatura abdominal do que no grupo com DPOC não recrutador, associado à maior dispneia e menor tolerância ao exercício. Essa é uma possível explicação para os nossos resultados, pois os pacientes podem possuir uma predominância de fibras glicolíticas e/ou serem do grupo não recrutador da musculatura abdominal.

Estudos prévios<sup>(19,20)</sup> mostraram que o tempo de dessaturação durante o TC6 é um indicativo da possibilidade de dessaturação durante as atividades cotidianas, culminando em hipoxemia severa e necessidade de oxigenoterapia. Jenkins e Cecins<sup>(21)</sup> analisaram os eventos adversos durante o TC6 em um grupo de 572 pacientes com DPOC que completaram o TC6; 345 (47%) dos pacientes exibiram dessaturação significativa (queda  $\geq 4\%$ ). O estudo de Jenkins e Cecins<sup>(21)</sup> destaca a importância do monitoramento contínuo da  $SpO_2$  no TC6. O sistema de telemetria utilizado no HCPA nos permitiu um seguimento do comportamento da  $SpO_2$  em tempo real durante o TC6.

Um grupo de autores<sup>(20)</sup> mostrou que, em 83 pacientes com DPOC que realizaram o TC6, 48 apresentaram  $SpO_2 < 90\%$  precoce (antes do primeiro minuto) e, em um seguimento de 5 anos, 65% daqueles pacientes migraram para hipoxemia severa com necessidade de oxigenoterapia domiciliar, em contraste com 11% dos pacientes que não apresentaram dessaturação precoce ( $p < 0,001$ ). A dessaturação precoce também está associada com a dessaturação durante 24 h e durante a maior parte das atividades da vida diária. Na nossa amostra composta de pacientes que apresentaram dessaturação no TC6, notamos que a maioria dos pacientes dos grupos DPOCg e DPOCm apresentou uma dessaturação  $\geq 4\%$  no primeiro minuto (71% e 63% dos pacientes, respectivamente), indicando a necessidade de uma avaliação mais rigorosa das atividades de rotina desses indivíduos.

Em um estudo,<sup>(22)</sup> foram estudados 224 pacientes com DPOC divididos em dois grupos: com e sem dessaturação de oxigênio no TC6. Os pacientes foram acompanhados por 3 anos,

e foi observado que o  $VEF_1$  teve uma redução mais rápida no grupo com dessaturação ( $p = 0,006$ ), sugerindo que a dessaturação ao exercício pode ser um preditor para o declínio da função pulmonar em pacientes com DPOC. Em nosso estudo, o  $VEF_1$  mostrou-se um bom indicador de dessaturação ao exercício, apresentando uma correlação significativa negativa moderada com a  $\Delta SpO_2$  ( $r = -0,398$ ;  $p < 0,001$ ) e com o tempo para atingir a  $SpO_2$  mínima ( $r = -0,448$ ;  $p < 0,001$ ).

A dessaturação de oxigênio é um parâmetro de monitorização que qualifica o desempenho do paciente no TC6 e contribui para dimensionar o grau de comprometimento da doença no esforço físico. A análise da curva de dessaturação nos permite uma visão completa do tempo que inicia a queda da  $SpO_2$ , da intensidade dessa queda e do tempo necessário para sua recuperação, o que pode nos auxiliar a dimensionar a gravidade do quadro clínico; entretanto, até onde sabemos, nenhum estudo prévio expôs esses dados para comparação.

O presente estudo ressalta a importância da análise da dessaturação de oxigênio com o monitoramento contínuo no TC6 em pacientes com DPOC. No grupo estudado, os pacientes do grupo DPOCg, em comparação aos do grupo DPOCm, atingiram valores menores de  $SpO_2$ , e a maioria apresentou dessaturação precoce (até o primeiro minuto), sugerindo um pior prognóstico. O  $VEF_1$  mostrou-se um bom marcador para a dessaturação ao exercício, apresentando uma correlação moderada com a  $SpO_2$  mínima, com a  $\Delta SpO_2$  e com o tempo para atingir a  $SpO_2$  mínima.

## Referências

1. Brunetto AF, Pitta FO, Probst VS, Paulin E, Yamaguti WP, Ferreira LF. Influência da saturação de  $O_2$  na velocidade do teste de distância percorrida de seis minutos em pacientes com DPOC grave. *Rev Bras Fisioter.* 2003;7(2):123-9.
2. Rondelli RR, Oliveira AN, Dal Corso S, Malaguti C. Uma atualização e proposta de padronização do teste de caminhada de seis minutos. *Fisioter Movimento.* 2009;22(2):249-59.
3. Pires SR, Oliveira AC, Perreira VF, Britto RR. Teste de caminhada de seis minutos em diferentes faixas etárias e índice de massa corporal. *Rev Bras Fisioter.* 2007;11(2):147-51. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552007000200010>
4. Ziegler B, Rovedder PM, Lukrafka JL, Oliveira CL, Menna-Barreto SS, Dalcin Pde T. Submaximal exercise capacity in adolescent and adult patients with cystic fibrosis. *J Bras Pneumol.* 2007;33(3):263-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132007000300006>
5. Dumke A. Estudo do comportamento da saturação periférica de oxigênio durante o teste de caminhada

- de 6 minutos em pacientes com doenças pulmonares crônicas [dissertation] Porto Alegre: Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2006.
6. Rodrigues SL, Mendes HF, Viegas CA. Teste da caminhada de seis minutos: estudo do efeito do aprendizado em portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica. *J Pneumol.* 2004;30(2):121-5.
7. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(1):111-7. <http://dx.doi.org/10.1164/ajrccm.166.1.at1102>
8. Russo R, Iamonti VC, Jardim JR. Intolerância ao exercício no paciente com DPOC. *Pneumol Paulista.* 2012;26(1):38-41.
9. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease [homepage on the Internet]. Bethesda: Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. [cited 2013 Oct 21]. Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Updated 2013. [Adobe Acrobat document, 99p.]. Available from: [http://www.goldcopd.org/uploads/users/files/GOLD\\_Report\\_2013\\_Feb20.pdf](http://www.goldcopd.org/uploads/users/files/GOLD_Report_2013_Feb20.pdf)
10. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Pneumol.* 2002;28(Suppl 3):S83-S238.
11. Crapo RO, Morris AH, Gardner RM. Reference spirometric values using techniques and equipment that meet ATS recommendations. *Am Rev Respir Dis.* 1981;123(6):659-64.
12. Puente Maestú L, García de Pedro J. Lung function tests in clinical decision-making. *Arch Bronconeumol.* 2012;48(5):161-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arbr.2011.12.007>
13. Hagarty EM, Skorodin MS, Langbein WE, Hultman CI, Jessen JA, Maki KC. Comparison of three oxygen delivery systems during exercise in hypoxemic patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997;155(3):893-8. <http://dx.doi.org/10.1164/ajrccm.155.3.9117023>
14. Knowler MT, Dunagan DP, Adair NE, Chin R Jr. Baseline oxygen saturation predicts exercise desaturation below prescription threshold in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Intern Med.* 2001;161(5):732-6. <http://dx.doi.org/10.1001/archinte.161.5.732>
15. Zafar MA, Tsuang W, Lach L, Eschenbacher W, Panos RJ. Dynamic hyperinflation correlates with exertional oxygen desaturation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Lung.* 2013;191(2):177-82. <http://dx.doi.org/10.1007/s00408-012-9443-3>
16. Gosker HR, van Ameringen H, van Dijk PJ, Engelen MP, van der Vusse GJ, Wouters EF, et al. Skeletal muscle fibre-type shifting and metabolic profile in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J.* 2002;19(4):617-25. <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.02.00762001>
17. Engelen MP, Schols AM, Does JD, Gosker HR, Deutz NE, Wouters EF. Exercise-induced lactate increase in relation to muscle substrates in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;162(5):1697-704. <http://dx.doi.org/10.1164/ajrccm.162.5.9910066>
18. Aliverty A, Macklem PT. Last Word on Point: Counterpoint: The major limitation to exercise performance in COPD is 1) inadequate energy supply to the respiratory and locomotor muscles, 2) lower limb muscle dysfunction, 3) dynamic hyperinflation. *J Appl Physiol* (1985). 2008;105(2):763.

19. García-Talavera I, García CH, Macario CC, de Torres JP, Celli BR, Aguirre-Jaime A. Time to desaturation in the 6-min walking distance test predicts 24-hour oximetry in COPD patients with a PO<sub>2</sub> between 60 and 70mmHg. *Respir Med.* 2008;102(7):1026-32. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmed.2008.02.004>
20. Garcia-Talavera I, Tauroni A, Trujillo JL, Pitti R, Eiroa L, Aguirre-Jaime A, et al. Time to desaturation less than one minute predicts the need for long-term home oxygen therapy. *Respir Care.* 2011;56(11):1812-7. <http://dx.doi.org/10.4187/respcare.01164>
21. Jenkins S, Cecins N. Six-minute walk test: observed adverse events and oxygen desaturation in a large cohort of patients with chronic lung disease. *Intern Med J.* 2011;41(5):416-22. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1445-5994.2010.02169.x>
22. Kim C, Seo JB, Lee SM, Lee JS, Huh JW, Lee JH, et al. Exertional desaturation as a predictor of rapid lung function decline in COPD. *Respiration.* 2013;86(2):109-16 <http://dx.doi.org/10.1159/000342891>

## ***Sobre os autores***

---

### ***Maria Ângela Fontoura Moreira***

Chefe. Unidade de Fisiologia Pulmonar, Serviço de Pneumologia, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre (RS) Brasil.

### ***Gabriel Arriola de Medeiros***

Estagiário. Unidade de Fisiologia Pulmonar, Serviço de Pneumologia, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre (RS) Brasil.

### ***Francesco Pinto Boeno***

Estagiário. Unidade de Fisiologia Pulmonar, Serviço de Pneumologia, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre (RS) Brasil.

### ***Paulo Roberto Stefani Sanches***

Engenheiro. Serviço de Pesquisa e Desenvolvimento em Engenharia Biomédica, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre (RS) Brasil.

### ***Danton Pereira da Silva Júnior***

Engenheiro. Serviço de Pesquisa e Desenvolvimento em Engenharia Biomédica, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre (RS) Brasil.

### ***André Frotta Müller***

Engenheiro. Serviço de Pesquisa e Desenvolvimento em Engenharia Biomédica, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre (RS) Brasil.