

Quais fatores determinam o uso de oxigênio no treinamento físico de pacientes com DPOC?

Which factors determine the need for oxygen supplementation during exercise training in patients with COPD?

RODRIGUES, Antenor¹; NELLESEN, Aline G.¹; IKEZAKI, Fabio I.¹; DI MARTINO, Mariana B.¹; SANT'ANNA, Thais^{1,2}; HERNANDES, Nidia A.¹; PITTA, Fabio¹

Resumo

Introdução: O treinamento físico (TF) é fundamental na reabilitação pulmonar em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Uma parcela desses pacientes apresenta dessaturação periférica de oxigênio durante o exercício, necessitando de oxigênio (O₂) suplementar. **Objetivo:** Analisar as diferenças entre pacientes com DPOC que necessitam ou não de oxigenoterapia durante o TF de alta intensidade; e identificar quais fatores influenciam sua necessidade. **Métodos:** Trinta e dois pacientes com DPOC foram avaliados quanto à função pulmonar (espirometria), força muscular respiratória (manovacuometria) e capacidade de exercício (*Incremental Shuttle Walking Test* [ISWT] e teste de caminhada de 6 minutos [TC6min]). Posteriormente, os pacientes foram incluídos em um programa de TF de alta intensidade (3 vezes/semana, 12 semanas), sendo separados em dois grupos quanto à necessidade de oxigenoterapia (G_{O₂}; n=10) ou não (G_{nãoO₂}; n=22). **Resultados:** O G_{O₂} apresentou pior obstrução das vias aéreas (VEF₁ 26[21-28] vs 52[36-65] %predito; P<0,0001), menor pressão expiratória máxima (PEmax 79[53-91] vs 104[90-115] %predito, P=0,004) e menor capacidade de exercício (ISWT 295±62 vs 444±198m, P=0,03; TC6min 420[372-446] vs 480[433-516]m, P=0,01; e TC6min em %pred 68[58-72] vs 80[67-86], P=0,01). No modelo de regressão incluindo PEmax em valores absolutos (P=0,02) e TC6min em %predito (P=0,03), apenas a distância percorrida no TC6min (%predito) determinou o uso de O₂ durante o TF (Razão de prevalência [RP]=8,1; P=0,03). **Conclusões:** Pacientes com DPOC que necessitam de O₂ durante um programa de treinamento físico de alta intensidade apresentam pior função pulmonar, força muscular expiratória e capacidade de exercício que pacientes que não necessitam de O₂ durante o programa. A razão de prevalência de pacientes com pior desempenho no TC6min utilizarem O₂ durante o treinamento físico é 8,1 vezes maior do que nos pacientes que apresentam melhor desempenho no teste.

Palavras-chave: Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; Exercício; Oxigenoterapia.

¹ Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Pulmonar (LFIP), Departamento de Fisioterapia, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: fabiopitta@uol.com.br ou fabiopitta@uel.br

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

Abstract

Introduction: Exercise training (ET) is the “cornerstone” of pulmonary rehabilitation (PR) in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). A portion of these patients experience oxygen desaturation when performing exercise, needing oxygen supplementation. Aim: To analyse the differences between patients with COPD who need or not oxygen supplementation during high intensity ET; and to identify which factors influence this need. Methods: Thirty-two patients with COPD were assessed concerning lung function (spirometry), respiratory muscle strength (manovacuometry) and exercise capacity (Incremental Shuttle Walking Test [ISWT] and 6-Minute Walking Test [6MWT]). Further, patients were included in a high intensity ET program (3 times/week, 12 weeks), and divided into 2 groups: with the need of oxygen supplementation (G_{O_2} , n=10) or not (G_{notO_2} , n=22) during the first week of ET. Results: When compared with G_{notO_2} , G_{O_2} group had worse airway obstruction (FEV_1 26[21-28] vs 52[36-65] %pred; $P<0.0001$), maximum expiratory pressure (PEmax 79[53-91] vs 104[90-115] %pred; $P=0.004$) and exercise capacity (ISWT 295±62 vs 444±198m, $P=0.03$; 6MWT %predicted of 68[58-72] vs 80[67-86], $P=0.01$). In a regression model including PEmax in absolute values ($P=0.02$) and 6MWT %predicted ($P=0.03$), only 6MWT distance (%predicted) was determinant of oxygen need during ET (prevalent ratio = 8.1; $P=0.03$). Conclusion: Patients with COPD who need oxygen supplementation during high-intensity ET have worse pulmonary function, expiratory muscle force and exercise capacity in comparison with patients who do not need it. The prevalence ratio for patients with more impaired exercise capacity assessed by the 6MWT distance needing oxygen supplementation during high-intensity ET is 8.1 times higher than patients with better performance in the test.

Keywords: Chronic Obstructive Pulmonary Disease; Exercise; Oxygen Inhalation Therapy.

Introdução

A limitação na capacidade de exercício em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) tem origem multifatorial, sendo composta por fatores envolvendo a ventilação, as trocas gasosas, o sistema cardiovascular e as anormalidades da musculatura periférica^{1,2}. Devido a estas alterações, evidências científicas indicam que pacientes com DPOC devem ser encaminhados para programas de reabilitação pulmonar³, que já se mostraram eficazes na redução da sintomatologia (i.e. fadiga e dispneia)⁴, aumento da qualidade de vida⁵, diminuição dos custos com serviços de saúde⁶, aumento da capacidade de exercício⁴ e reversão das alterações musculares⁷.

Apesar de programas de reabilitação pulmonar⁸ serem multidisciplinares por definição, o treinamento físico (TF) é reconhecido como a intervenção não farmacológica mais importante desses programas³, sendo que, quando realizado em altas intensidades (>60% da capacidade máxima de exercício³) resulta em efeitos mais pronunciados, comparados aos efeitos resultantes de treinamentos de baixa intensidade^{5,9}. No entanto, nem todos os pacientes conseguem realizar exercícios em alta intensidade pelo tempo necessário para obter tais efeitos¹⁰, alguns deles acabam apresentando queda da saturação periférica de oxigênio (SpO_2), devido ao aumento da diferença alvéolo-arterial de oxigênio durante o exercício, que é causada pela ineficiência do sistema respiratório em suprir a demanda aumentada do sistema musculoesquelético durante o exercício de alta intensidade¹¹.

Indica-se que com a SpO_2 menor que 90% ou quando ela sofre uma queda maior que 4%, se faz necessário o uso de oxigenoterapia durante a realização do treinamento físico¹², com o intuito de permitir que estes pacientes realizem o exercício pelo tempo e intensidade necessários, para se atingir os efeitos desejados¹³.

A prescrição de oxigenoterapia domiciliar segue guidelines estabelecidos na literatura e já tem seus resultados comprovados¹⁴, porém, as características do uso de oxigênio suplementar, durante a realização do treinamento físico em DPOC, ainda são objetos de controvérsia^{12,13,15}. As diferentes populações estudadas e os diferentes protocolos utilizados para avaliar e treinar estes pacientes fazem com que seja difícil estabelecer se o uso de oxigênio suplementar seria ou não benéfico para pacientes com DPOC durante o TF, e, além disso, qual grupo de pacientes que mais se beneficiaria de seu uso durante a realização do TF^{12,16}.

Sendo assim, este estudo tem como objetivo definir o perfil dos pacientes com DPOC que dessaturam durante o TF de alta intensidade, e portanto, tem indicação para administração de oxigenoterapia, além de elucidar quais os fatores estão associados à sua necessidade.

Método

Delineamento e sujeitos do estudo

Trata-se de um estudo quantitativo e transversal, cujas avaliações foram realizadas no Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Pulmonar (LFIP), localizado no Hospital Universitário de Londrina, Londrina, Paraná, Brasil, no período de 2010 a 2013. Os indivíduos deste estudo foram recrutados a partir do Ambulatório de Fisioterapia Respiratória do Hospital Universitário de Londrina, para participar de um projeto maior ligado ao LFIP registrado no comitê de ética e pesquisa da mesma instituição com o Parecer número 173/2012. Os pacientes que completaram o programa de TF e cumpriam os seguintes critérios foram incluídos no estudo: diagnóstico de DPOC de moderado a muito grave (II-IV), segundo os critérios do *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD)*¹⁷ que utilizassem ou não oxigenoterapia contínua; estado clínico estável, ou seja, ausência de exacerbações/infecções por, no mínimo, três meses antes do início do estudo; ausência de comorbidades graves e/ou incapacitantes que pudessem interferir na realização das avaliações; e não ter realizado qualquer tipo de programa de exercícios no último ano. Os critérios de exclusão foram: qualquer contra-indicação à realização das avaliações; inabilidade para realizar os testes ou treinamento proposto; ou a opção por finalizar a participação no estudo por qualquer motivo.

Procedimentos

A avaliação da função pulmonar foi realizada, utilizando-se um espirômetro (Pony Cosmed). A técnica foi realizada de acordo com as diretrizes da *American Thoracic Society*¹⁸, determinando-se o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁), capacidade vital forçada (CVF), índice VEF₁/CVF e ventilação voluntária máxima (VVM). Foram utilizados os valores de referência de Pereira et al.¹⁹

A força muscular respiratória foi avaliada, por meio da quantificação das pressões inspiratória e expiratória máximas (PI_{máx} e PE_{máx}, respectivamente) por meio de um manovacuômetro (Makil, Brasil), conforme técnica descrita por Black e Hyatt²⁰ e utilizando valores de referência descritos por Neder et al.¹⁸.

A capacidade funcional de exercício foi avaliada por meio do TC6min, de acordo com padronização da *American Thoracic Society*²¹, sendo que os valores de referência foram aqueles descritos por Troosters et al.²². Foram realizados dois testes com, pelo menos, 30 minutos de intervalo entre eles. O teste foi realizado em um corredor de 30 metros e os pacientes instruídos a caminhar o mais rápido possível por seis minutos, sendo proibido correr durante o teste. A maior distância atingida em um dos dois testes realizados foi utilizada para a análise.

Para avaliação da capacidade máxima de exercício, foi realizado o *Incremental Shuttle Walking Test* (ISWT), de acordo com padronizações estabelecidas por Singh et al.²³. Trata-se de um teste de campo realizado em um circuito de 10 metros limitado por dois cones, o qual o paciente deve percorrer de acordo com uma velocidade determinada por um sinal sonoro. O teste é finalizado, quando o paciente atinge seu esforço máximo. O consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) foi estimado a partir da fórmula proposta por Singh et al.²⁴.

O protocolo de treinamento incluiu cicloergometria, caminhada em esteira, treinamento de força para membros superiores (flexores e extensores de cotovelo) e inferiores (extensores de joelho). Para a cicloergometria, a intensidade do treinamento foi inicialmente fixada em 60% da taxa de trabalho inicial máxima, estimada através da fórmula de Cavalheri et al.²⁵; para caminhada na esteira, foi utilizada 75% da velocidade média do TC6min inicial. Os incrementos ocorreram semanalmente por um fisioterapeuta especializado, seguindo um cronograma pré-determinado e limitado pela percepção de sintomas dos pacientes (escala de Borg)²⁶. A pontuação de Borg de 4-6 para dispneia e fadiga foi definida como alvo²⁷. Para o treinamento no cicloergometro, o objetivo foi atingir 85% da carga máxima obtida pela fórmula de Cavalheri et al.²⁵ por 16 minutos, enquanto que para a esteira o objetivo foi atingir 110% da velocidade média do valor basal do TC6min por 16 minutos. No treinamento de força, os pacientes realizaram 3 séries de 8 repetições com a carga inicial determinada em 70% de 1 RM. Para essa modalidade, o objetivo foi aumentar a carga de 3% a 6% por semana, a fim de alcançar 121% de 1RM²⁸. Mais detalhes sobre o protocolo de treinamento podem ser encontrados no estudo de Pitta et al.⁴.

Para os pacientes que apresentaram $SpO_2 < 90\%$ ou uma queda maior que 4% ,durante os exercícios realizados na primeira semana de TF, foi ofertada suplementação de O_2 , via cânula nasal, com a dosagem necessária para atingir uma $SpO_2 > 90\%$ ou suficiente para retornar a SpO_2 a níveis anteriores ao início do TF (para os pacientes que atingiram o critério, devido a uma queda $> 4\%$ na SpO_2).

Análise Estatística

Para a análise da normalidade na distribuição dos dados, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. De acordo com a distribuição dos dados, as variáveis foram descritas em média \pm desvio padrão ou mediana (intervalo interquartilico 25-75%). Também, de acordo com o resultado desse teste, para a comparação dos grupos, foi utilizado o teste *t* de Student ou Mann-Whitney. Para determinar a razão de prevalência para a necessidade de oxigenoterapia, foi utilizada a regressão múltipla de Poisson, onde foram incluídas as variáveis que melhor se associaram à necessidade de oxigenoterapia, durante o TF, pelo teste de Qui-quadrado ($P < 0,20$). Os programas utilizados foram GraphPad Prism® 6.0 (GraphPad Software, San Diego, Estados Unidos) e SPSS 17.0. O nível de significância estatística adotado foi de $P < 0,05$.

Resultados

Os grupos foram separados, quanto à necessidade (G_{O_2} n=10) ou não ($G_{n\acute{o}O_2}$ n=22) de oxigenoterapia, por apresentarem dessaturação ($SpO_2 < 90\%$ e/ou queda $> 4\%$ da SpO_2 basal¹²) ou não, durante a primeira semana de TF de alta intensidade (Tabela 1), não havendo diferenças estatisticamente significativas, quanto à idade e IMC. Apenas um paciente avaliado fazia uso contínuo de oxigênio (24hrs/dia), sendo este alocado no G_{O_2} .

Na avaliação da função pulmonar, os pacientes do G_{O₂} apresentaram pior CVF em %pred (57±13 vs. 68±13, $P=0,03$), assim como em valores absolutos (1.86±0,57 vs 2.48±0,83 l, $P=0,04$), maior obstrução das vias aéreas, através do VEF₁ %pred (26[21-28] vs. 52[36-65], $P=<0,0001$), pior relação VEF₁/CVF 35[31-41] vs. 64[49-70], $P=0,0009$) e menor capacidade ventilatória pela VVM (20[17-24] vs. 44[32-66] l/min, $P<0,0001$), em relação ao grupo que não necessitou de G_{não O₂}.

Na avaliação da força muscular inspiratória, por meio dos valores de PImáx, seja em % dos valores preditos ou em valores absolutos, os dois grupos não apresentaram diferença estatisticamente significativa (Tabela 1). No entanto, os valores de PEmáx em %predito do G_{O₂} foram menores, quando comparado ao G_{nãoO₂} (79[53-91] vs. 104[90-115]%pred, $P=0,004$, respectivamente), como pode ser visto na Figura 1, assim como quando comparados em valores absolutos (72[49-89] vs. 100[78-116]cmH₂O, $P=0,01$) (Tabela 1).

Tabela 1 | Características gerais da amostra.

| | G _{O₂} (n=10) | G _{nãoO₂} (n=22) | P |
|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------|
| Idade (anos) | 64±5 | 66±9 | 0,61 |
| IMC (kg/m ²) | 24±6 | 27±6 | 0,11 |
| CVF %pred | 57±13 | 68±13 | 0,03 |
| VEF ₁ %pred | 26[21-28] | 52[36-65] | <0,0001 |
| VEF ₁ /CVF | 35[31-41] | 64[49-70] | 0,0009 |
| VVM (L/min) | 20[17-24] | 44[32-66] | <0,0001 |
| PImax (cmH ₂ O) | 53±16 | 67±22 | 0,07 |
| PImax (%pred) | 59±17 | 72±20 | 0,07 |
| PEmax (cmH ₂ O) | 72[49-89] | 100[78-116] | 0,01 |
| VO ₂ máx (ml/kg/min) | 12±2 | 15±5 | 0,03 |
| SpO ₂ basal | 96[92-98] | 95[94-96] | 0,31 |

IMC: Índice de massa corpórea; CVF %pred: Capacidade vital forçada em porcentagem do predito; VEF₁ %pred: Volume forçado expirado no primeiro segundo em porcentagem do predito; VVM: Ventilação voluntária máxima estimada; PImáx: Pressão inspiratória máxima; PEmáx: Pressão expiratória máxima; ISWT: *Incremental shuttle walking test*; VO₂ máx: Consumo máximo de oxigênio estimado; TC6min: Teste de caminhada de seis minutos.

A capacidade máxima de exercício, avaliada por meio do ISWT, foi menor no G_{O₂} em metros (295±62 vs. 444±198, $P=0,03$) e em %predito (45±9 vs. 66±25, $P=0,01$) (Figura 2), sendo acompanhado, também, por um menor consumo máximo de oxigênio estimado²⁴ (Tabela 1). Diferença entre G_{O₂} e G_{nãoO₂}, também, ocorreu na avaliação da capacidade submáxima de exercício pelo TC6min (420[372-446] vs. 480[433-516]metros e 68[58-72] vs. 80[67-86] %predito, $P=0,01$ para ambos).

Figura 1 | Comparação dos valores de pressão expiratória máxima (PEmax, em % dos valores preditos) entre os grupos que utilizaram ou não utilizaram oxigênio no treinamento físico. * $P=0,004$ versus G_nãoO2.

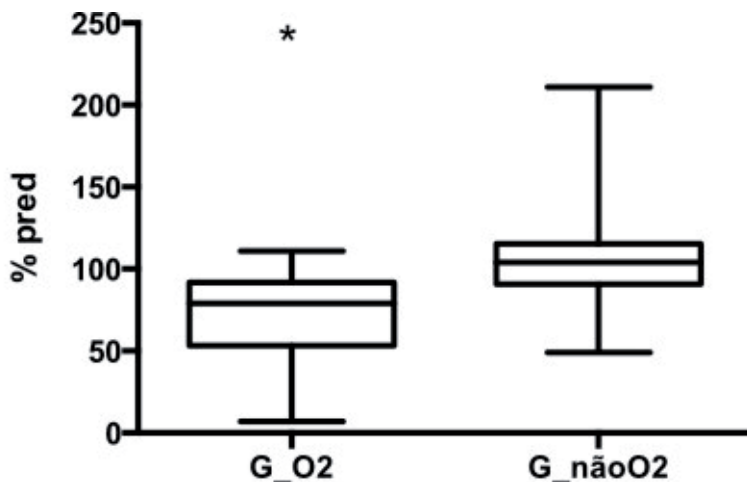
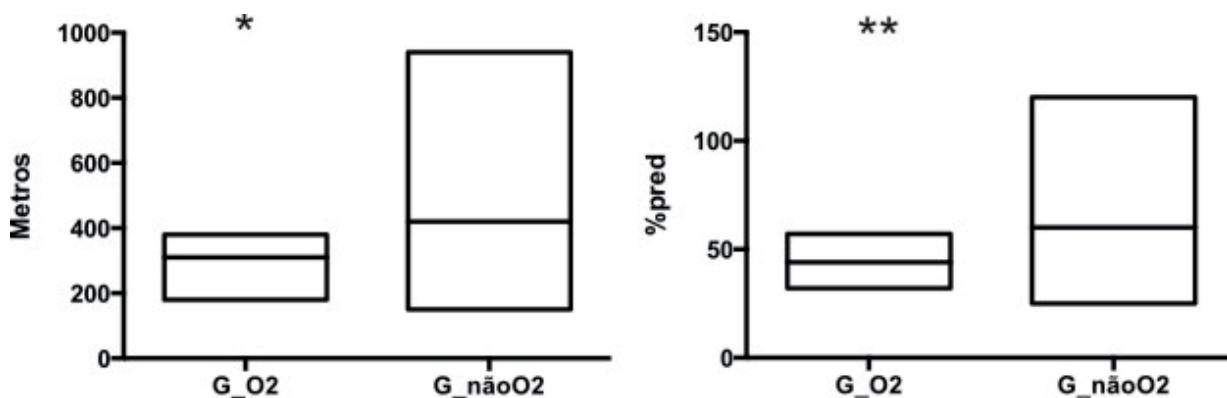


Figura 2 | Comparação dos valores do Incremental Shuttle Walking Test (ISWT, em metros e em % dos valores preditos) entre os grupos que utilizaram ou não utilizaram oxigênio no treinamento físico. * $P=0,03$ versus G_nãoO2., ** $P=0,01$ versus G_nãoO2.



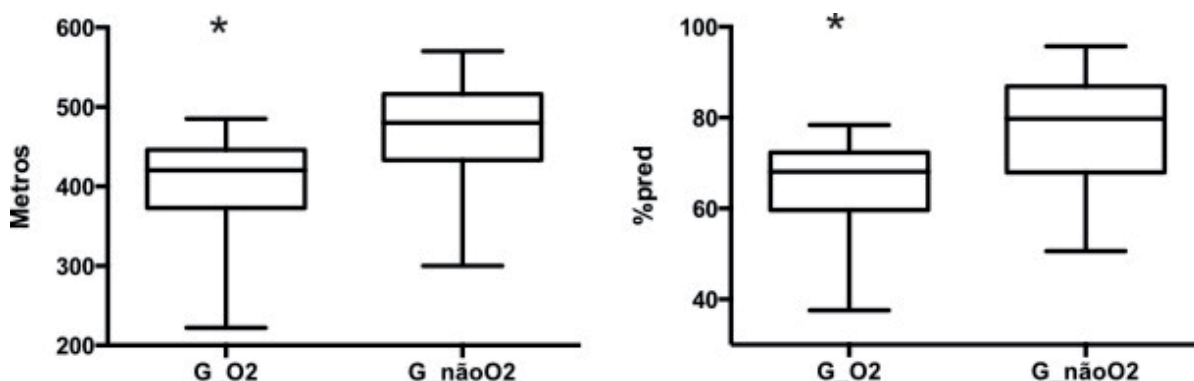
Para análise dos fatores que influenciam a necessidade de oxigênio durante o TF, foram incluídas as variáveis que melhor se associaram à necessidade de oxigenoterapia durante o TF pelo teste de Qui-quadrado ($P<0,20$): os valores absolutos de PEmáx ($P=0,02$) e o TC6min em %predito ($P=0,03$). Na análise de regressão, somente o TC6min em %predito mostrou-se um fator determinante para a necessidade de oxigenoterapia durante o TF. A razão de prevalência de pacientes com pior desempenho no TC6min utilizarem O₂ durante o treinamento físico é 8,1 vezes maior do que nos pacientes que apresentam melhor desempenho no teste (Tabela 2).

Tabela 2 | Fatores determinantes para o uso de oxigenoterapia durante o treinamento físico em pacientes com DPOC.

| VARIÁVEIS | RP | P |
|----------------|-----|------|
| PEmáx | 2,5 | 0,15 |
| TC6min (%pred) | 8,1 | 0,03 |

RP: Razão de prevalência.

Figura 3 | Comparação dos valores do Teste de Caminhada de 6 minutos (TC6min, em metros e em % dos valores preditos) entre os grupos que utilizaram ou não utilizaram oxigênio no treinamento físico. *P=0,01 versus G_nãoO2.



Discussão

O presente estudo mostrou que pacientes com DPOC, que necessitam de oxigenoterapia durante a primeira semana de TF de alta intensidade, possuem pior função pulmonar, menor força muscular expiratória e menor capacidade de exercício máxima e submáxima. Além disso, mostrou também que pacientes que possuem uma menor capacidade submáxima de exercício apresentam prevalência oito vezes maior para a necessidade de oxigenoterapia, quando comparados a pacientes com melhor capacidade submáxima de exercício.

A maioria dos estudos sobre oxigenoterapia no contexto da RP em DPOC busca analisar se seu uso durante programas de TF traria benefícios adicionais para pacientes, após o término do programa^{12,13,15}. A literatura tem mostrado que grupos específicos de pacientes podem atingir estes benefícios¹², já que as respostas fisiológicas desencadeadas pelo aumento da oferta de oxigênio são variáveis em cada paciente²⁹. Além disso, essas respostas podem ser dose-dependentes³⁰. O presente estudo adiciona dados novos à literatura, ao mostrar qual grupo de pacientes tem necessidade do uso

da oxigenoterapia, para conseguir realizar TF de alta intensidade. No entanto, ainda, não é possível afirmar que este grupo terá benefícios adicionais ao final do programa.

Um ensaio clínico randomizado sobre o uso de oxigenoterapia durante o programa de TF¹² concluiu que pacientes que aumentam a capacidade de exercício em 10% ou mais, de maneira aguda, durante o Endurance Shuttle Walking Test (ESWT) com uso de baixos fluxos de oxigênio, atingem benefícios adicionais ao final do programa de TF. Porém, quando analisadas as características basais destes pacientes, não foram encontradas diferenças, quanto à função pulmonar e capacidade de exercício, sendo que a única diferença encontrada foi no IMC, diferentemente do nosso estudo. No entanto, o presente estudo utilizou o TC6min para prescrição da intensidade do TF, e os valores de SpO₂ durante a primeira semana de treinamento para avaliar a necessidade de oxigenoterapia, enquanto, no estudo de Dyer et al.¹², foi utilizado o ESWT, com o objetivo avaliar a resposta aguda na capacidade de exercício, com o uso da oxigenoterapia em pacientes com DPOC. Como o ESWT já se mostrou mais responsivo que o TC6min para avaliar o aumento da capacidade de exercício, como efeito agudo da oxigenoterapia nesta população³¹, a diferença entre os resultados dos dois estudos pode ser devido à diferença na responsividade dos dois testes e das diferenças dos dois objetivos (analisar os pacientes que se beneficiaram e os que necessitariam do uso da oxigenoterapia). Isso sugere que os pacientes que se beneficiariam e os que necessitariam da oxigenoterapia durante o treinamento podem ter perfis diferentes.

Outro estudo, comparando o efeito da oxigenoterapia em pacientes que dessaturavam durante o teste máximo, atingiu resultados favoráveis ao grupo que treinou sem oxigênio, em relação à capacidade máxima de exercício, após o programa³²; no entanto, os dois grupos respondiam agudamente com aumento da capacidade de exercício com o uso da oxigenoterapia, em contraste com os resultados obtidos no estudo de Dyer et al.¹², que mostrou que pacientes que aumentavam a capacidade de exercício agudamente com oxigenoterapia atingiam resultados favoráveis após um programa de TF. Já Emtner et al.¹³ também encontraram resultados favoráveis ao grupo que treinava com oxigenoterapia, justificando este resultado pela maior intensidade de treinamento alcançada pelo grupo que fez uso da oxigenoterapia. Esses resultados controversos na literatura ainda não permitem estabelecer quais fatores podem estar envolvidos na resposta ao uso de oxigenoterapia após um programa de TF, e se os resultados se devem exclusivamente ao uso da oxigenoterapia ou como resposta à maior intensidade de exercício que os pacientes podem alcançar. No entanto, o presente estudo consegue, por meio de uma avaliação inicial simples, esclarecer qual perfil de pacientes necessita fazer uso de oxigenoterapia para conseguirem realizar um programa de TF de alta intensidade, podendo assim alcançar os efeitos desejados desta intervenção para esta população.

Outro achado de nosso estudo é que pacientes que necessitam de oxigenoterapia possuem pior função pulmonar (*i.e.* pior CVF, VEF₁ e VVM). O motivo pelo qual estes pacientes necessitam de oxigenoterapia para realizar TF de alta intensidade pode ser devido ao fato de que a suplementação com oxigênio permite aos pacientes aumentarem a pressão arterial de oxigênio, durante a realização do TF, sem necessidade de grande aumento da ventilação³³. Além disso, o aumento da oferta de oxigênio causaria uma diminuição da produção de lactato, permitindo que o exercício seja realizado por mais tempo e em maior intensidade, já que fatores que possuem papel importante no desenvolvimento da acidose metabólica precoce e limitação ao exercício (*i.e.* acidose metabólica pelo aumento do lactato) em DPOC seriam amenizados³³⁻³⁵. Assim, o aumento da oferta de oxigênio permitiria o aumento da intensidade de exercício^{13,36}. Apesar de embasada cientificamente, esta hipótese não

pode ser confirmada neste estudo, visto que uma de suas limitações é o fato de não termos avaliado tais variáveis. No entanto, efeito similar pode ser notado no trabalho publicado por Emtner et al.¹³, que mostrou que pacientes que usam oxigenoterapia durante o TF conseguem realizar exercício em maiores intensidades com menor produção de lactato.

Outra diferença encontrada, quando comparados os dois grupos, foi o fato de que os pacientes com necessidade de oxigenoterapia possuem menor força muscular expiratória. A diminuição da força muscular expiratória está associada à redução da capacidade de exercício³⁷ e o treinamento desta musculatura pode aumentar a capacidade de exercício em pacientes com DPOC^{38,39}. Portanto, esta diferença pode ser devido à menor capacidade de exercício encontrada neste grupo, já que a força muscular expiratória não se mostrou um fator determinante para o uso da oxigenoterapia neste estudo, através da análise de regressão.

Dentre as variáveis analisadas neste estudo, a pior performance no TC6min (em % dos valores preditos) foi a única que se mostrou determinante da necessidade de oxigenoterapia. Este fato pode estar relacionado à menor capacidade ventilatória e de exercício destes pacientes, fazendo com que eles não consigam suportar a intensidade imposta pelo TF, pelo tempo necessário para a realização da sessão.

Apesar dos resultados encontrados neste estudo, ainda, são necessários mais estudos sobre os efeitos e os fatores que determinam a necessidade da oxigenoterapia em pacientes com DPOC, para que se possa esclarecer se ela pode ou não trazer benefícios adicionais aos programas de TF para esta população e se possa analisar quais os fatores determinam se os pacientes serão beneficiados ou não, no intuito de esclarecer qual subgrupo de pacientes pode se beneficiar desta ferramenta adjunta ao treinamento.

Apesar de não ter sido realizado cálculo amostral para este estudo, já que se trata de uma subanálise de um projeto maior, nossa amostra foi suficiente para detectar as diferenças existentes entre os dois grupos. Sendo assim, apesar desta limitação, podemos afirmar que nossa amostra atingiu o número necessário de pacientes, para responder ao nosso objetivo inicial.

Conclusão

A partir dos resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que pacientes com DPOC, que necessitam de O₂ durante o treinamento físico de alta intensidade, possuem pior função pulmonar, força muscular expiratória e capacidade de exercício, quando comparados a pacientes que não necessitam de O₂ durante o treinamento. Além disso, foi possível concluir que, em pacientes com pior capacidade de exercício avaliada pelo TC6min, a razão de prevalência para o uso de O₂ durante o TF de alta intensidade, é 8,1 vezes maior do que nos pacientes que apresentam melhor desempenho no teste.

Referências

1. Vogiatzis I, Zakynthinos S. The physiological basis of rehabilitation in chronic heart and lung disease. *J Appl Physiol.* 2013 Jul 1;115(1):16-21.
2. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. A statement of the American Thoracic Society and European Respiratory Society. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999 Apr;159(4 Pt 2):S1-40.

3. Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, ZuWallack R, Nici L, Rochester C, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2013 Oct 15;188(8):e13-64.
4. Pitta F, Troosters T, Probst VS, Langer D, Decramer M, Gosselink R. Are patients with COPD more active after pulmonary rehabilitation? *Chest.* 2008 Aug;134(2):273-80.
5. Probst VS, Kovelis D, Hernandez NA, Camillo CA, Cavalheri V, Pitta F. Effects of 2 exercise training programs on physical activity in daily life in patients with COPD. *Respir Care.* 2011 Nov;56(11):1799-807.
6. Griffiths TL, Burr ML, Campbell IA, Lewis-Jenkins V, Mullins J, Shiels K, et al. Results at 1 year of outpatient multidisciplinary pulmonary rehabilitation: a randomised controlled trial. *Lancet.* 2000 Jan 29;355(9201):362-8.
7. Vogiatzis I, Terzis G, Nanas S, Stratakos G, Simoes DC, Georgiadou O, et al. Skeletal muscle adaptations to interval training in patients with advanced COPD. *Chest.* 2005 Dec;128(6):3838-45.
8. Rabinovich RA, Louvaris Z, Raste Y, Langer D, Van Remoortel H, Giavedoni S, et al. Validity of physical activity monitors during daily life in patients with COPD. *Eur Respir J.* 2013 Nov;42(5):1205-15.
9. Casaburi R, Patessio A, Ioli F, Zanaboni S, Donner CF, Wasserman K. Reductions in exercise lactic acidosis and ventilation as a result of exercise training in patients with obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis.* 1991 Jan;143(1):9-18.
10. Maltais F, LeBlanc P, Jobin J, Bérubé C, Bruneau J, Carrier L, et al. Intensity of training and physiologic adaptation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997 Feb;155(2):555-61.
11. Mahler DA, Gifford AH, Waterman LA, Ward J, Machala S, Baird JC. Mechanism of greater oxygen desaturation during walking compared with cycling in patients with COPD. *Chest.* 2011 Aug;140(2):351-8.
12. Dyer F, Callaghan J, Cheema K, Bott J. Ambulatory oxygen improves the effectiveness of pulmonary rehabilitation in selected patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chron Respir Dis.* 2012 May;9(2):83-91.
13. Emtner M, Porszasz J, Burns M, Somfay A, Casaburi R. Benefits of supplemental oxygen in exercise training in nonhypoxemic chronic obstructive pulmonary disease patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003 Nov 1;168(9):1034-42.
14. Corrado A, Renda T, Bertini S. Long-term oxygen therapy in COPD: evidences and open questions of current indications. *Monaldi Arch Chest Dis.* 2010 Mar;73(1):34-43.
15. Ringbaek T, Martinez G, Lange P. The long-term effect of ambulatory oxygen in normoxaemic COPD patients: a randomised study. *Chron Respir Dis.* 2013 May;10(2):77-84.
16. Nonoyama ML, Brooks D, Lacasse Y, Guyatt GH, Goldstein RS. Oxygen therapy during exercise training in chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007 Apr 18;(2):CD005372.
17. Vestbo J, Hurd SS, Agustí AG, Jones PW, Vogelmeier C, Anzueto A, et al. Global strategy for the

- diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *Am J Respir Crit Care Med.* 2013 Feb 15;187(4):347-65.
18. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Bio Res.* 1999 Jun;32(6):719-27.
 19. Pereira CAC ST, Rodrigues SC. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J Bras Pneumol.* 2007 Jul-Aug;33(4):397-406. Portuguese.
 20. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis.* 1969 May;99(5):696-702.
 21. 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 Jul 1;166(1):111-7.
 22. Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Six minute walking distance in healthy elderly subjects. *Eur Respir J.* 1999 Aug;14(2):270-4.
 23. Singh SJ, Morgan MD, Scott S, Walters D, Hardman AE. Development of a shuttle walking test of disability in patients with chronic airways obstruction. *Thorax.* 1992 Dec;47(12):1019-24.
 24. Singh SJ, Morgan MD, Hardman AE, Rowe C, Bardsley PA. Comparison of oxygen uptake during a conventional treadmill test and the shuttle walking test in chronic airflow limitation. *Eur Respir J.* 1994 Nov;7(11):2016-20.
 25. Cavalheri V, Hernandez NA, Camillo CA, Probst VS, Ramos D, Pitta F. Estimation of maximal work rate based on the 6-minute walk test and fat-free mass in chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010 Oct;91(10):1626-8.
 26. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14(5):377-81.
 27. Horowitz MB, Littenberg B, Mahler DA. Dyspnea ratings for prescribing exercise intensity in patients with COPD. *Chest.* 1996 May;109(5):1169-75.
 28. Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Evans WJ. Strength training and determinants of VO₂max in older men. *J Appl Physiol.* 1990 Jan;68(1):329-33.
 29. Corriveau ML, Rosen BJ, Dolan GF. Oxygen transport and oxygen consumption during supplemental oxygen administration in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Med.* 1989 Dec;87(6):633-7.
 30. Somfay A, Porszasz J, Lee SM, Casaburi R. Dose-response effect of oxygen on hyperinflation and exercise endurance in nonhypoxaemic COPD patients. *Eur Respir J.* 2001 Jul;18(1):77-84.
 31. Revill SM, Noor MZ, Butcher G, Ward MJ. The endurance shuttle walk test: an alternative to the six-minute walk test for the assessment of ambulatory oxygen. *Chron Respir Dis.* 2010;7(4):239-45.
 32. Rooyackers JM, Dekhuijzen PN, Van Herwaarden CL, Folgering HT. Training with supplemental oxygen in patients with COPD and hypoxaemia at peak exercise. *Eur Respir J.* 1997 Jun;10(6):1278-84.
 33. Stein DA, Bradley BL, Miller WC. Mechanisms of oxygen effects on exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest.* 1982 Jan;81(1):6-10.

34. 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 Nov;162(5):1697-704.
35. Maltais F, Jobin J, Sullivan MJ, Bernard S, Whittom F, Killian KJ, et al. Metabolic and hemodynamic responses of lower limb during exercise in patients with COPD. *J Appl Physiol.* 1998 May;84(5):1573-80.
36. Chiappa GR, Queiroga F Jr, Meda E, Ferreira LF, Diefenthaler F, Nunes M, et al. Heliox improves oxygen delivery and utilization during dynamic exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2009 Jun 1;179(11):1004-10.
37. Decramer M. Respiratory muscles in COPD: regulation of trophical status. Verth K *Acad Geneesk Belg.* 2001;63(6):577-602; discussion 602-4.
38. Weiner P, Magadle R, Beckerman M, Weiner M, Berar-Yanay N. Specific expiratory muscle training in COPD. *Chest.* 2003 Aug;124(2):468-73.
39. Scherer TA, Spengler CM, Owassapian D, Imhof E, Boutellier U. Respiratory muscle endurance training in chronic obstructive pulmonary disease: impact on exercise capacity, dyspnea, and quality of life. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000 Nov;162(5):1709-14.

Submissão em: 25/02/2014

Aceito em: 10/09/2014