

A INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO FÍSICO (TF) SOBRE AS RESPOSTAS CARDIORRESPIRATÓRIAS E A LACTACIDEMIA EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA (DPOC)

AUDREY BORGHI E SILVA (BOLSISTA FAPESP)*¹

VALÉRIA AMORIM PIRES DI'LORENZO¹

LUCIANA MARIA MALOSÁ SAMPAIO¹

MAURÍCIO JAMAMI¹

DIRCEU COSTA¹

VILMAR BALDISSERA²

¹ Laboratório de Eletromiografia e Espirometria da Universidade Federal de São Carlos-UFSCar

² Laboratório de Fisiologia do Exercício da Universidade Federal de São Carlos-UFSCar



30

resumo

A capacidade aeróbia dos pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é reduzida devido à limitação ventilatória, levando-os a sobrecarga cardiovascular e acidose láctica a baixas cargas de trabalho. Os objetivos deste estudo foram avaliar os efeitos do Treinamento Físico (TF) sobre as respostas cardiovasculares e os níveis de lactato sanguíneo em pacientes com DPOC (VEF1 < 65% do previsto), com idade média de 64,9±6 anos, foram submetidos a um Teste Incremental limitado por sintomas em uma esteira rolante (Imbramed ATL Milenium). Durante o teste foram verificados os valores da Pressão Arterial (PA), Frequência Cardíaca (FC) e coletadas amostras de sangue para determinação da lactacidemia e do Limiar Anaeróbio (Lan). Os pacientes foram submetidos ao TF com duração de 1 hora, 3 vezes por semana, durante 6 semanas consecutivas. Através do teste de Wilcoxon constatou-se reduções significativas da FC (de 137,3±8,6 para 127,3±9,4 bpm) e aumento da distância percorrida (de 922±350,7 para 1142±359,7 metros) somente para o G1. Além disso, observou-se maiores ganhos da distância percorrida e redução do lactato no G1 quando comparado com G2 pelo teste de Mann-Witney. Conclui-se que o TF neste estudo foi efetivo para reduzir a lactacidemia e a FC, retardando o tempo de exaustão, e melhorando a capacidade aeróbia desses pacientes.

PALAVRAS -CHAVE: Treinamento físico, lactacidemia, frequência cardíaca, pressão arterial, limiar anaeróbio.

abstract

THE INFLUENCE OF PHYSICAL TRAINING ABOUT THE CARDIOPULMONARY RESPONSE AND LACTACIDEMIA IN CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE (COPD)

The aerobic capacity of the patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) is lowering by ventilatory limitation, leading to cardiovascular overload and lactic acidosis in reduced workload. The objectives of this study were evaluated the effects of Physical Training (PT) about the cardiopulmonary responses and the levels of blood lactate in COPD patients. Twenty patients with COPD (FEV1 < 65% predicted) with 64,9±6 years were submitted on incremental test limited by symptoms on a treadmill (Imbramed ATL Millenium). During the test were evaluated the Blood Pressure (BP), Heart Rate (HR), lactacidemy and the Anaerobic Threshold (AT). The patients were submitted on PT, with 1 hour of the duration, three times a week, during six consecutive weeks. The Wilcoxon tests verified significant reductions of the HR (of the 137,3±8,6 for 127,3±9,4 bpm), and increase of the walking distance (of the 922±350,7 for 1142±359,7 meters). Moreover, the walking distances were significantly higher in the G1 patients, as well as reductions of the lactate, when compared to the increase obtained in both groups by Mann-Witney test. In conclusion, the PT of this study was effective to reducing the lactate on AT and the HR, delaying of the exhaustion and improving the aerobic capacity of the COPD patients.

KEYWORDS: Physical Training, Lactacidemy, Heart Rate, Blood Pressure, Anaerobic Threshold.

INTRODUÇÃO

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é caracterizada pela limitação crônica ao fluxo aéreo, evidenciando um quadro de hiperinsuflação dinâmica, produzindo assim, progressivamente, uma limitação da "bomba ventilatória" em gerar pressão.

A hiperinsuflação pulmonar altera a mecânica respiratória, dificultando o diafragma, músculo motor primário da respiração em gerar tensão. Para COSTA (1999), esta desvantagem mecânica faz com que os músculos acessórios, entre eles, o esternocleidomastoideo, escalenos, peitoral menor e serrátil anterior sejam recrutados durante o ato inspiratório nestes pacientes. Segundo DAL CORSO (2001) a hiperinsuflação pode se acentuar durante o exercício, e os pacientes com DPOC passam a respirar em altos volumes pulmonares, próximos da capacidade pulmonar total, levando-o à redução de sua capacidade inspiratória, que implica em uma limitação ventilatória para interrupção do esforço.

A dispnéia também é um fator que reduz a capacidade física dos pacientes com DPOC, levando-os a uma intolerância ao exercício (CASABURI et al, 1997). Esta intolerância ao esforço físico afeta negativamente a capacidade aeróbia, sendo pronunciada pelos níveis de lactacidemia sangüínea acentuadamente elevadas, principalmente a baixas cargas de trabalho (MALTAIS et al, 1996), e a alterações hemodinâmicas, que estão na dependência da hiperinsuflação pulmonar (SIETSEMA, 2001).

Segundo CASABURI (2001), a capacidade ventilatória reduzida proporciona também alterações adaptativas do sistema muscular esquelético desses pacientes, reduzindo a sua capacidade física. A disfunção muscular esquelética tem sido sugerida como um fator contribuinte da intolerância ao exercício físico.

Além disso, tem sido evidenciado que hiperinsuflação presente nestes pacientes pode reduzir o rendimento cardíaco, levando a uma restrição do retorno venoso, afetando a pós-carga do ventrículo esquerdo, reduzindo assim o fluxo sangüíneo para os músculos exercitados (CASABURI, 2001; MAHLER et al, 1984).

Os Programas de condicionamento físico supervisionado á estes pacientes visam incrementar a sua capacidade aeróbia, melhorar a tolerância ao esforço físico, reduzindo os sintomas de dispnéia, aumentando a força muscular geral, reduzindo os níveis de lactato sangüíneo e aumentando seu ganho aeróbio

(CASABURI et 1997; COX et al, 1993; O'DONNELL et al, 1995; ENGELEN et al, 1995; NEDER et al, 1997).

VOGIATZS et al, (1999) e MALTAIS et al, (1996) observaram que o Treinamento Físico (TF) reduziu a acidose láctica e melhorou a capacidade oxidativa dos músculos periféricos de pacientes com DPOC. CASABURI et al, (1997) observaram que o TF proporcionou adaptações fisiológicas benéficas a estes pacientes, mesmo quando treinados em altas cargas de trabalho.

No entanto ainda não está exatamente claro na literatura quanto ao melhor tempo de treinamento, duração, frequência e intensidade de exercício. Para BOURJEILY et al, (2000), os programas de TF tem a duração entre 6 a 12 semanas, com frequência de 3 sessões por semana, e a intensidade de exercício variam entre 60 a 80% da capacidade máxima obtida nos testes de esforço.

Quanto ao tipo de TF, este é outro ponto a ser discutido. MATHUR et al, (1995) observaram que os programas com treinamento físico na esteira foram mais reprodutíveis às atividades usuais de pacientes quando comparados com TF em cicloergômetro, produzindo uma melhor performance durante sua execução. Esses autores observaram aumentos significativos da lactacidemia no cicloergômetro quando comparados aos exercícios de esteira, porém quanto ao VO_{2max} e produção de gás carbônico (CO_2) não houve diferenças significativas. Para COOPER (2001), o treinamento de endurance para o paciente com DPOC deve ser realizado abrangendo grandes grupos musculares e com tempo de aproximadamente 30 minutos de duração.

OBJETIVOS

O propósito deste estudo foi avaliar as respostas fisiológicas de um programa de TF de 6 semanas sobre as respostas cardiovasculares, da função pulmonar e da lactacidemia em pacientes com DPOC.

MATERIAL E MÉTODOS

Indivíduos: Foram estudados 20 pacientes com idade média de $64,9 \pm 6$ anos, ex-fumantes e que foram encaminhados pelo médico com diagnóstico clínico e espirométrico de DPOC, com $VEF_1 < 65\%$ do previsto, clinicamente estáveis, cujos dados antropométricos e espirométricos estão demonstra-

dos na **tabela 1**. Os pacientes foram submetidos a uma avaliação física geral e do sistema respiratório, e assinaram termo de consentimento para participar do programa proposto, conforme recomenda o parecer 196/96 do CNS. Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa (CEP) da UFSCar.

Os pacientes foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos, sendo que G1 foi composto de 10 pacientes, que foram submetidos a um programa de TF por 6 semanas e G2, que realizaram somente inaloterapia e técnicas de higiene brônquica, quando necessário, durante 6 semanas.

Métodos: Antes e após o TF os pacientes foram submetidos a um teste espirométrico, através de um espirômetro Vitalograph 2021, segundo as normas da ATS (1987). Os pacientes foram então submetidos a um Teste Incremental (TI), em uma esteira da marca Imbramed modelo Millenium ATL, com protocolo adaptado para a obtenção de um maior número de coletas de amostras de sangue para determinação do lactato sanguíneo e do limiar de lactato ou limiar de anaerobiose (Lan). Este protocolo manteve-se com inclinação constante de 3% e iniciou-se a uma velocidade de 2,0 Km/h, com incrementos de 0,5 Km/h de velocidade a cada 2 minutos, até a exaustão voluntária, por dispnéia, respostas inadequadas da PA, aumentos da FC máxima (FC_{max}) prevista; e quedas da SAO_2 associada a aumento da percepção de dispnéia também foram considerados critérios de interrupção do teste incremental (O'DONNELL et al, 1998 e WADELL, 2001). Os pacientes foram monitorizados continuamente pelo traçado eletrocardiográfico, com um monitor da marca Ecafif.

A cada estágio do teste foram realizadas as medidas de FC com um frequencímetro da marca Polar, a SAO_2 foi monitorada com um oxímetro de pulso da marca Nonnin e a Pressão Arterial Sistólica (PAS) e Diastólica (PAD) foram mensuradas com um esfigmomanômetro e estetoscópio da marca Diasist.

Foram coletados do lóbulo da orelha, amostras de 25- μ l de sangue em um tubo capilar previamente heparinizado e estocados em tubos de eppendorf com 50- μ l de Fluoreto de Sódio a 1%, para subsequente análise da lactacidemia com um lactímetro da marca YSI 1500 Sport. A escala CR10 de Borg foi interrogada ao início e ao pico máximo de exercício no TI. O Lan foi determinado por uma curva de lactacidemia, no ponto de inflexão obtido em uma escala logarítmica segundo BEAVER et al (1985).

Após o pico máximo do exercício limitado por sin-

tomas, houve um período de recuperação, onde o paciente continuou caminhando por mais 2 minutos com a velocidade de 2,5 Km/h. Após o período de recuperação esses pacientes repousaram durante 9 minutos, onde foram realizadas novamente todas as medidas no 1º, 3º, 6º e 9º minutos. As amostras de sangue também foram coletadas no período de recuperação e no 2º minuto do pós-exercício.

Programa de Treinamento Físico

O programa de TF para o G1 constou de exercícios físicos gerais e de exercícios respiratórios. A reeducação diafragmática foi realizada com o paciente na postura sentada, orientando o paciente a utilizar a musculatura diafragmática durante a fase inspiratória com estimulação proprioceptiva da mão do terapeuta. Foram também realizados alongamentos de membros superiores, tronco, membros inferiores, e dos músculos acessórios da inspiração na postura deitada. Os pacientes também realizaram exercícios ativos de membros superiores e inferiores, sempre associados à respiração.

O treinamento aeróbio foi realizado na esteira rolante, durante 30 minutos aproximadamente. Os pacientes foram orientados durante a caminhada na esteira a utilizar o padrão freno-labial. Durante o treinamento proposto não foi utilizado oxigenoterapia suplementar nos pacientes, porém estes foram constantemente monitorizados com um oxímetro de pulso portátil durante as sessões.

A intensidade de treinamento foi determinada pelo limiar de lactato obtido no teste incremental para cada paciente e a inclinação manteve-se constante em 3% durante o treinamento aeróbio na esteira. A duração do programa de tratamento foi de 6 semanas, com frequência de 3 vezes por semana, em dias alternados, com aproximadamente 1 hora de duração.

Análise estatística

Os resultados obtidos receberam tratamento estatístico utilizando-se o teste de Wilcoxon, pois os dados apresentaram uma distribuição não normal. As diferenças entre os grupos foram avaliadas pela análise de Mann-Whitney. O nível de significância foi de $p \leq 0.05$ ou $p < 0.01$.

RESULTADOS

A **tabela 1** apresenta as características individuais dos grupos, quanto ao sexo, idade, peso, altura, e

variáveis espirométricas. Não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos estudados para as variáveis antropométricas ou espirométricas.

Como pode ser observado nos dados da **tabela 2**, os resultados espirométricos obtidos na avaliação e na reavaliação dos pacientes não evidenciaram diferenças estatisticamente significativas em nenhum dos grupos estudados.

A **tabela 3** mostra os resultados das respostas fisiológicas obtidas no teste limitados por sintomas, com-

parando a avaliação e reavaliação dos grupos estudados. Com relação à distância máxima obtida no teste, observou-se um aumento significativo somente para o G1, com $p < 0.05$. Para a FC, constatou-se um aumento significativo também somente para o G1, com $p < 0.01$.

Para as variáveis PAS, PAD, SaO₂ e lactato no pico do exercício do pré-tratamento, comparadas na mesma velocidade do pós-tratamento, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas para nenhum dos grupos estudados.

Tabela 1. Características antropométricas dos pacientes dos 2 grupos estudados.

	G1 (n=10)	G2 (n=10)
Sexo	7M/3F	8M/2F
Idade (anos)	64.9±6.2	69.8±3.2
Peso (Kg)	64.6±16.3	61.4±10.3
Altura (m)	1.63±0.05	1.62±0.07
IMC (Kg/m²)	24.1±5.5	23.2±4

N: número de indivíduos estudados, M= masculino; F= feminino; m= metros; Kg:= quilogramas; IMC= índice de massa corpórea.

33

Tabela 2. Resultados da avaliação funcional pulmonar nos 2 grupos estudados, obtidos no pré e no pós-treinamento físico.

Variáveis	G1		G2	
	Pré-TF	Pós-TF	Pré-TF	Pós-TF
CVF (L)	1.52±0.56	1.56±0.53 ^(NS)	1.43±0.53	1.53±0.58 ^(NS)
VEF ₁ (L)	1.08±0.5	1.07±0.46 ^(NS)	1.02±0.42	1.02±0.46 ^(NS)
VVM (L)	47.4±23.4	464±19.2 ^(NS)	42.6±15.1	43.2±18.1 ^(NS)
FEF ₂₅₋₇₅ (l/s)	0,77±0,51	0,73±0,45 ^(NS)	0,66±0,40	0,68±0,44 ^(NS)
PF (l/s)	3,48±1,40	3,10±1,20 ^(NS)	3,34±0,88	3,14±0,82 ^(NS)

CVF= Capacidade Vital Forçada; VEF₁= Volume Expiratório Forçado no 1º segundo; FEF_{25-75%}, Fluxo Expiratório Forçado 25-75; PF=Pico de Fluxo Expiratório; VVM= Ventilação Voluntária Máxima; l=litros; l/s=litros por segundo; l/min= litros por minuto, NS= não significativo.

Tabela 3. Respostas fisiológicas no pico máximo da avaliação obtida no teste incremental na esteira, para os grupos estudados em intensidades idênticas de exercício.

Variáveis	G1		G2	
	Pré-TF	Pós-TF	Pré-TF	Pós-TF
Distância (m)	922±350.7	1142±359.7*	723±289.2	790±309.7
FC(bpm)	137.3±8.6	127.3±9.4**	120.4±16.1	118.4±13.3
PAS(mmHg)	179±29.6	166±29.8	163.5±34.9	160.5±30.7
PAD(mmHg)	89±7.3	90±11.5	85±12.6	86.6±5.5
SaO ₂ (%)	88.5±6.8	90±11.5	86.6±5.5	86±5.4
Lactato Pico (mMol/l)	2.23±0.8	1.9±0.7	2.2±1.0	1.79±0.70

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.

Quando analisadas as médias da curva de lactacidemia para o G1, comparando os valores obtidos no pré para o pós-TF, como mostra a **Figura 1**, pode-se observar que o Lan deslocou-se para a direita. Além disso, pode-se observar que os pacientes suportaram um maior tempo de teste, permanecendo no exercício em velocidades superiores no pós-tratamento. Além disso, observou-se que os pacientes com DPOC após o TF suportaram níveis maiores de lactacidemia, sendo este fato observado pelos maiores valores nos últimos estágios no pós-tratamento.

Na **figura 2 e 3** estão demonstradas as diferenças obtidas entre os tratamentos por meio do delta de variação entre os valores iniciais e finais, através de uma média ponderada $((\text{Pós-Pré}/\text{Pré}) * 100)$. Pode-se observar um maior ganho obtido da distância percorrida para o G1, e uma redução da lactacidemia no pico do exercício para o G1, quando comparados os grupos estudados com $p < 0.05\%$.

DISCUSSÃO

34

Os resultados obtidos através deste estudo permitiram constatar que o TF imposto a esses pacientes com DPOC resultaram numa melhora da sua capacidade aeróbia, de acordo com as evidências de ENGELEN et al (1995), e NEDER et al (1997), que obtiveram resultados semelhantes com programas de reabilitação pulmonar, envolvendo semelhantes intensidades e modalidades de exercícios físicos.

Com relação aos resultados espirométricos obtidos neste estudo, observou-se que não houve alterações

destas variáveis, tanto para o grupo treinado, como para o grupo controle. Este fato também já havia sido constatado por WANKE et al (1994), O'DONNELL et al, (1995) e PIERCE et al (1964).

Devido ao fato de haver diversidade metodológica entre os estudos citados, com relação à seleção dos pacientes estudados, do tempo e frequência de treinamento, dentre outros aspectos não padronizados, ainda não se sabe ao certo quais os mecanismos envolvidos com a melhora da função pulmonar nos pacientes com DPOC.

A intolerância ao exercício nos pacientes DPOC tem sido justificada como causa multifatorial. Segundo BOURJEILY et al (2000), GOSSELINK et al (1997) e OLOPADE et al (1997), a mecânica pulmonar deficiente, a fadiga muscular inspiratória, as trocas gasosas prejudicadas, a disfunção ventricular direita e a hipertensão pulmonar, a doença cardíaca oculta, a percepção de dispnéia e alterações no controle da ventilação, os fatores psicológicos, a desnutrição e o descondicionamento somam-se, dificultando o processo da reabilitação.

A tolerância ao exercício físico é um dos parâmetros mais avaliados durante um programa de TF. Neste estudo foi possível observar que o grupo treinado apresentou um aumento da tolerância ao exercício, evidenciado pelo aumento da distância percorrida no pós-treinamento. Os resultados do presente estudo confirmam com os de NEDER et al (1997), e CASABURI et al (1997) que observaram aumentos da tolerância ao exercício após um programa de treinamento físico em pacientes com DPOC.

Independentemente da metodologia de treinamento

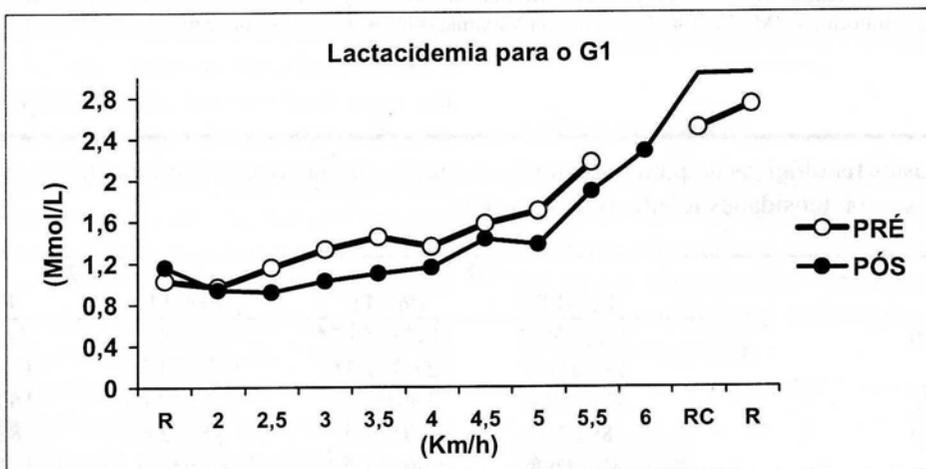


Figura 1. Média da lactacidemia durante o teste incremental em esteira.

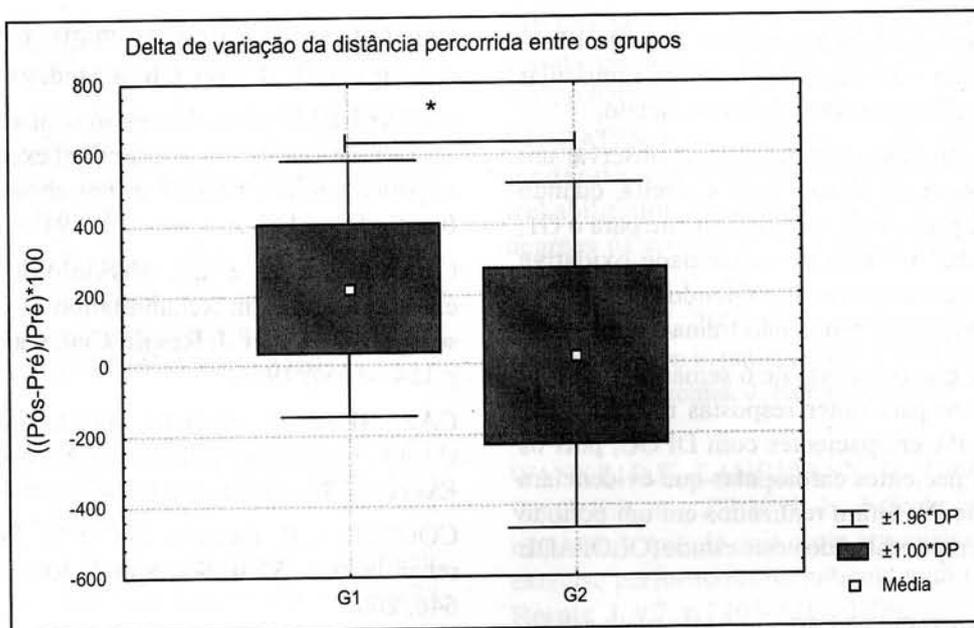


Figura 2. Delta de variação da distância percorrida entre os grupos estudados. $*=p<0.05\%$.

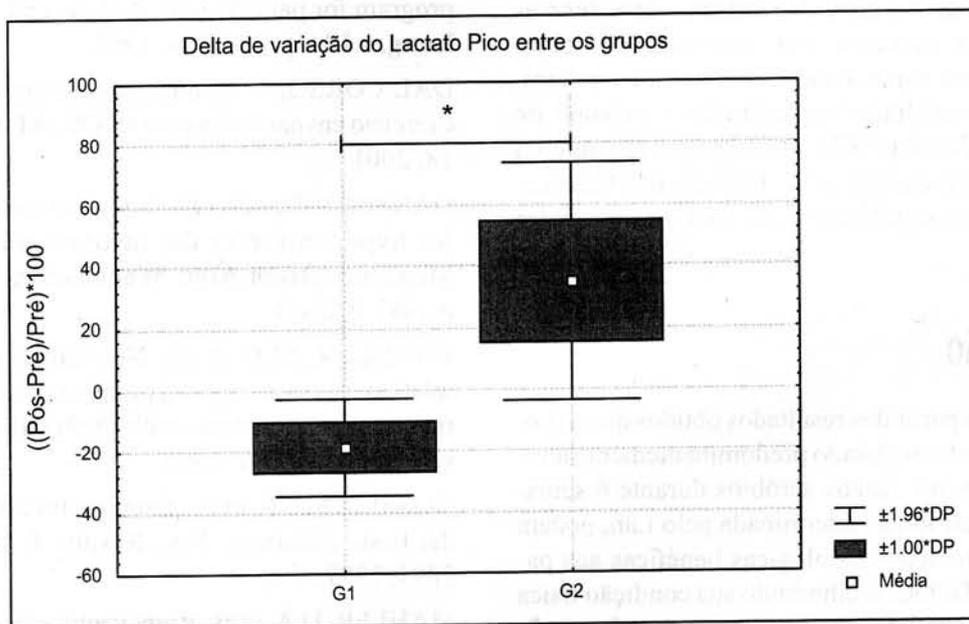


Figura 3. Delta de variação do Lactato Pico entre os grupos estudados. $*=p<0.05\%$.

adotado, o TF contribui com melhora da tolerância aos esforços nos paciente com DPOC. Todavia, a intensidade imposta pode ser um fator de tratamento que pode ou não contribuir com benefícios fisiológicos a esses pacientes.

Com relação às variáveis cardiovasculares e a lactacidemia, observou-se uma redução significativa da FC após o TF somente para o G1, e redução do lactato quando comparado os ganhos entre os

grupos estudados. CASABURI et al (1997) demonstraram que o treinamento físico realizado isoladamente, porém pelo período de 8 semanas, resultou em reduções significativas do lactato sanguíneo, assim como da frequência cardíaca. Por outro lado, MALTAIS et al (1996), após submeterem 11 pacientes com DPOC moderados e severos a um programa de TF que consistiu de treinamento aeróbio em 60% do VO_{2max} , com exercícios em cicloergômetro

por 30 minutos, 3 vezes por semana, durante 12 semanas, também constataram pela biópsia muscular reduções significativas dos níveis de lactato.

Além disso, em nosso estudo pode-se observar um desvio do limiar de lactato para a direita, quando comparado o pré com o pós-TF somente para o G1, sugerindo uma melhora da capacidade oxidativa muscular desses pacientes. Lembrando que este fato não foi observado no grupo não treinado.

Considera-se que o período de 6 semanas realizado foi insuficiente para obter respostas redutoras das variáveis de PA em pacientes com DPOC, pois os estudos com pacientes cardiopatas que evidenciam atenuações da PA foram realizados em um período superior ao tempo realizado neste estudo (OLOPADE et al, 1997).

Com relação a SaO₂, não foi constatada alteração significativa para nenhum dos grupos estudados, embora esta medida tenha sido utilizada neste estudo visando-se muito mais o monitoramento dos nossos pacientes durante o teste. No entanto, deve ser ressaltado que nenhum dos pacientes recebeu oxigenoterapia suplementar durante os exercícios. Porém, nos resultados encontrados no estudo de CASABURI et al (1997), que suplementaram com oxigenoterapia durante o TF, também não observaram alterações significativas da SaO₂ nos pacientes com DPOC.

CONCLUSÃO

Conclui-se, a partir dos resultados obtidos que o programa proposto, realizado predominantemente através de exercícios físicos aeróbios durante 6 semanas, com intensidade determinada pelo Lan, podem ocasionar alterações fisiológicas benéficas aos pacientes com DPOC, melhorando sua condição física aeróbia, aumentando sua tolerância aos esforços físicos, e com isso, contribuindo para proporcionar maior independência a esses pacientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN THORACIC SOCIETY. ATS: Standardization of spirometry. *Am. Rev. Respir. Dis.* v.136, p.1285-1299, 1987.
- BEAVER, W.L., WASSERMAN, K., WHIPP, B.J. Improved detection of lactate threshold during exercise using a log-log transformation. *J. Appl. Physiol.* v.56, n.6, p.1936-1940, 1985.
- BOURJEILY, G.; ROCHESTER, C.L. Exercise training in COPD. *Clin. Chest Med.* v.4, p. 21, 2000.
- CASABURI R. et al., Reductions in exercise lactic acidosis na ventilation as a result of exercise training in patients with obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis* v.143, n.1, p.9-18, 1991.
- CASABURI, R. et al., Physiologic benefits of exercise training in Rehabilitation of patients with severe COPD. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* v.55, p.1541-1551, 1997.
- CASABURI, R. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Med. Sci. Exerc.* v.33(suppl) n.7, p.662-670, 2001.
- COOPER, C.B. Exercise in COPD: limitation and rehabilitation. *Med. Sci. Sports Exer.* v.33, p.643-646, 2001.
- COSTA, D. *Fisioterapia Respiratória Básica*. São Paulo, SP. Editora Atheneu, 1999.
- COX, M.N.J. et al., A Pulmonary Rehabilitation program for patients with Asthma and mild COPD. *Lung*, v.194, p. 235-244, 1993.
- DAL CORSO, S. Limitação cardiorrespiratória ao exercício em pacientes com DPOC. *ALAT*. v.3, p.14-18, 2001.
- DANZER E. Results of an intensive training program for hypertension at the Institute for Preventive Medicine. *Dtsch Med Wochenchr.* v.125, n.46, p.1385-9, 2000.
- ENGELN, M.P. et al., Nutritional depletion in relation to respiratory and peripheral skeletal muscle function in out-patients with COPD. *Eur. Respir. J.* v.7, n.10, p.1793-7, 1995.
- GOSELINK, R. et al., Exercise training in COPD: the basic questions. *Eur. Respir. J.* v.10, p.2884-2891, 1997.
- MAHLER, D.A. et al., Right ventricular performance and central hemodynamics during upright exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am. Rev. Respir. Dis.* v.130, p.722-729, 1984.
- MALTAIS, F. et al., Skeletal muscle adaptation to endurance training in patients with COPD. *Am. J. Respir. Crit. Care med.* v. 154, p.442-7, 1996.
- MATHUR, R.S. et al., Comparison of peak oxygen consumption during cycle and treadmill exercise in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* v.50, n.8, p.829-33, 1995.
- NEDER, J.A. et al., Reabilitação Pulmonar: fatores

relacionados ao ganho aeróbio de pacientes com DPOC. **J. Pneumol.** v.23, n.3, p.115-123, 1997.

O'DONNELL, D.E. et al., The impact of exercise reconditioning on breathlessness in Severe Chronic Airflow Limitation. **Am.J. Respir. Crit. Care Med.** v.152, p.2005-13, 1995.

O'DONNELL, D.E. et al, 1998. General exercise training improves ventilatory and peripheral muscle strength and endurance in chronic airflow limitation. **Am.J. Respir. Crit. Care Med.** 157:1489-1497.

OLOPADE, C.O. et al., Exercise limitation and Pulmonary Rehabilitation in COPD. **Mayo Clin. Proc.** v.6, p.144-157, 1992.

PIERCE, A.K. et al., Responses to training in patients with emphysema. **Am. Rev. Respir. Dis.** v.113, p.28-36, 1964.

SIETSEMA, K. Cardiovascular limitations in chronic pulmonary disease. **Med. Sci. Sports Exer.** v.33, p.656-661, 2001.

VOGIATZS, I. et al., I.K. Physiological response to moderate exercise workloads in Pulmonary Rehabilitation Program in patients with varying degrees of airflow obstruction. **Chest** v.116, p.5: 1999.

WADELL, K. 2001. Physical training with and without oxygen in patients with COPD and exercise-induced hypoxemia. **J. Rehabil. Med.** v.3, n5, p.200-5, 2001.

WANKE, D.F., LAHRMANN, H., BRATH, M.W., WAGNER, C., ZWICH, H. Effects of combined inspiratory muscle and cycle ergometer training on exercise performance in patients with COPD. **Eur. Respir. J.** v.7, p.2205-2211, 1994.

* autor correspondente



Audrey Borghi e Silva
Rua: Caetano Mirabelli, nº 79 - Parque Santa Marta.
Cep: 13564-210
São Carlos - SP.
Fone: (16) 270-8607
e-mail: audreybs@uol.com.br