

COMPORTAMENTO DAS VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS EM DOIS PROTOCOLOS SUBMÁXIMOS APLICADOS A PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA (DPOC)

Andreza Toledo ¹
Dirceu Costa ²
Valéria Amorim Pires Di Lorenzo ³
Audrey Borghi e Silva ⁴

¹ Centro Universitário de Araraquara – Uniara e Universidade Metodista de Piracicaba – Unimep

² Laboratório de Eletromiografia e Espirometria da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar e Universidade Metodista de Piracicaba – Unimep

³ Laboratório de Eletromiografia e Espirometria da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar

⁴ Laboratório de Fisioterapia Cardiovascular da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar

Resumo

Palavras-Chave
DPOC, protocolos submáximos, saturação de oxigênio, dispnéia.

Os pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) apresentam limitação ao exercício devido à limitação ventilatória. Diferentes protocolos têm sido aplicados com o objetivo de determinar a limitação da capacidade física desses pacientes. O objetivo desse estudo foi investigar o comportamento das variáveis fisiológicas: frequência cardíaca (FC), saturação periférica de oxigênio (SpO₂) e sensação subjetiva de dispnéia em 2 protocolos de avaliação funcional submáximos em pacientes com DPOC. Foram estudados 7 pacientes com diagnóstico clínico e espirométrico de DPOC, estáveis, com idade de 59,4 ± 8,9 anos. O primeiro protocolo consistiu de um teste submáximo em cicloergômetro (TCiclo), com carga constante à 25W. O segundo, constou de um teste de caminhada de 6 minutos (TC6) e os pacientes foram orientados a percorrer a maior distância possível. As variáveis fisiológicas foram mensuradas no repouso, 2º, 4º, e 6º minutos dos testes. Observou-se menores valores da SpO₂ no TC6 quando comparados com o TCiclo (90,2 ± 2,7 e 94,04 ± 2,4 %, com p < 0,05) e menor sensação de dispnéia (0,73 ± 1,15 e 1,35 ± 2,5, com p < 0,05) respectivamente. Conclui-se que o TC6 foi mais sensível em determinar a dessaturação, porém o TCiclo proporcionou maior dispnéia referida nos pacientes com DPOC.

Abstract

Keywords
COPD, submaximum protocols, oxygen saturation, dyspnea.

PHYSIOLOGICAL VARIABLES BEHAVIOR IN TWO SUBMAXIMUM PROTOCOLS APPLIED ON PATIENTS WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE

The patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) show limitation to exercise due to limitation ventilatory. Different protocols have been applied with the meaning of determining the physical capacity limitation of these patients. The meaning of this study was to investigate the physiological variables behavior: heart rate (HR), arterial oxygen saturation (SpO₂) and subjective sensation of breathless in two submaximum functional evaluation on COPD patients. Seven patients with diagnostic clinic and spirometric of COPD were studied, stable, with 59,4 ± 8,9 years old. The first protocol consisted on a submaximum cycling test (TCycle), on a steady load of 25W. The second, consisted on a 6 minutes walking test (6WT) and the patients were oriented to walk the longest possible distance. The physiological variables were measured on rest, 2º, 4º, and 6º of the tests. We noticed the smallest values of SpO₂ on the 6WT when compared with the TCycle (90,2 ± 2,7 and 94,04 ± 2,4 %, with p < 0,05) and a smaller sensation of breathless (0,73 ± 1,15 and 1,35 ± 2,5, with p < 0,05) respectively. We concluded that 6WT was more sensible to determine dessaturation; therefore the cycling offered a bigger breathless referred to the patients with COPD.

Introdução

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é característica pela obstrução das vias aéreas, dada pelo aumento da resistência ao fluxo de ar, e sob esta denominação incluem-se a Bronquite Crônica e o Enfisema Pulmonar (OLIVEIRA *et al*, 2000). Essa patologia é classificada em leve, moderada e grave quanto ao grau de obstrução das vias aéreas, avaliada pela espirometria (COSTA, 1999)

Os pacientes com DPOC possuem uma maior limitação ao exercício quando comparados aos indivíduos saudáveis. Uma das causas é a limitação ventilatória, devido ao grande aumento da resistência do fluxo de ar expiratório, levando a uma hiperinsuflação, e à inabilidade de sustentar os baixos níveis de ventilação, como também devido ao aumento da exigência ventilatória para um dado nível de exercício físico, porque ambos, ventilação e troca gasosa, são ineficientes (CASABURI, 2000; O'DONNELL, 2001).

Outra causa de limitação ao esforço físico desses pacientes é ocasionada pela troca gasosa e metabolismo anormais. No DPOC grave, tanto a habilidade de aumentar a perfusão pulmonar e distribuir a ventilação inspirada durante o exercício está comprometida, quanto o seu espaço morto fisiológico está frequentemente aumentado, refletindo na relação ventilação-perfusão. Devido ao comprometimento da troca gasosa, um nível crítico de estimulação ventilatória agrava a dinâmica da hiperinsuflação causando uma limitação ventilatória ao exercício mais precoce (DANTZKER, 1986; BÁRBARA *et al*, 1991).

Além do déficit ventilatório, tem sido descrita alteração constantes dos músculos periférica, conhecida como "disfunção muscular periférica" (CASABURI, 2001; SUE, 2003). Estas alterações são adaptativas, ocasionadas pelo descondicionamento físico que estes pacientes apresentam, levando a diminuição da área seccional transversa dos músculos e conseqüente diminuição da força dos mesmos (COYLE *et al*, 1984). A acidose láctica, ou seja, o acúmulo de ácido láctico, que é produzido no músculo exercitado, quando a entrega do oxigênio para a mitocôndria torna-se inadequada,

umenta precocemente nos pacientes com DPOC a baixas cargas de trabalho (SILVA *et al*, 2003).

Para a avaliação funcional dos parâmetros fisiológicos ou mesmo para definir o nível de treinamento físico em um programa de reabilitação em pacientes com DPOC há a necessidade de aplicação de testes de exercícios cardiopulmonares máximos ou submáximos (POULAIN *et al*, 2003). Muitos protocolos em cicloergômetro têm sido utilizados na avaliação cardiopulmonar de pacientes com DPOC. Mathur *et al*, (1995) demonstraram que exercícios em cicloergômetros não são atividades cotidianas desses pacientes e levaram a altos níveis de lactato sanguíneo nos mesmos. Esses resultados sugerem que provavelmente a fadiga muscular periférica foi um fator determinante na interrupção do exercício e não a dispnéia.

Além dos testes de avaliação funcional preconizados na literatura, o teste de caminhada de seis minutos (TC6) tem sido considerado por alguns pesquisadores como um teste submáximo, que tem a finalidade de avaliar a tolerância aos esforços físicos em pacientes com DPOC (SILVA *et al*, 2003), sendo considerado um teste simples e de fácil execução e interpretação (RIBEIRO *et al*, 1994), que tem refletido as atividades de vida diária quando comparado a outros testes (SOLWAY *et al*, 2001).

O TC6 tem se mostrado mais efetivo para evidenciar quedas da saturação de oxigênio em pacientes com DPOC do que o teste incremental máximo em cicloergômetro (CARTER *et al*, 2003). Em relação à dispnéia, Mathur *et al*, (1995) tem demonstrado que os protocolos de cicloergômetro produzem maior sensação de falta de ar, avaliados pela escala de Borg, porém quando comparados aos protocolos de esteira. Em contraste, Poulain *et al*, (2003) não constataram diferenças significativas para o sintoma de dispnéia quando comparados o TC6 com o teste incremental em cicloergômetro.

Diante do exposto, e considerando que há poucos estudos avaliando o comportamento de simples variáveis fisiológicas utilizadas na prática clínica, em dois diferentes protocolos de avaliação funcional submáximos em pacientes com DPOC, justificou-se a elaboração deste estudo.

Materiais e Métodos

CASUÍSTICA: foram estudados sete indivíduos, sendo cinco homens e duas mulheres, com idade de $59,4 \pm 8,9$ anos, ex-tabagistas, encaminhados sob prescrição médica para reabilitação pulmonar da Clínica de Fisioterapia Cardiorrespiratória do Centro Universitário de Araraquara (UNIARA) com diagnóstico clínico e espirométrico de DPOC. O grau da obstrução foi classificado de acordo com o I Consenso Brasileiro sobre Espirometria (1996). Os pacientes apresentavam estabilidade clínica, sem períodos de agudização da doença para que pudessem compor a amostra experimental. Todos os pacientes foram informados sobre os objetivos desse estudo e consentiram em participar voluntariamente, assinando um termo formal para a realização do mesmo. Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa com seres humanos da instituição.

Foram utilizados como critérios de inclusão a ausência de doenças cardiovasculares associadas, doenças ortopédicas, hipertensão reativa ao esforço e distúrbios neuromusculares que impedisse a realização dos procedimentos experimentais propostos neste estudo.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os pacientes foram orientados a fazer uma refeição leve cerca de duas horas antes do teste e absterem-se de exercício vigoroso nas últimas 24 horas precedentes aos exames, além de realizar os testes com roupas e sapatos confortáveis. A aplicação dos dois testes foi feita em ordem aleatória, em dias separados, intercalados com 1 dia de repouso. Após a familiarização dos equipamentos, em uma sala climatizada entre 22 a 24°C, com umidade relativa entre 40 a 60% foi realizado o primeiro teste:

Teste Submáximo em Cicloergômetro

Foi realizado em uma bicicleta eletromagnética da marca Moviment modelo Biocycle 2600, sendo que o paciente foi orientado a manter uma velocidade constante em torno de 18Km/h, com carga submáxima de 25W, por um período de aproximadamente 6 minutos, período de tempo necessário

para a estabilização da frequência cardíaca (FC). A carga submáxima foi ajustada de acordo com um teste incremental prévio, limitado por sintomas. Foram mensuradas a pressão arterial sistólica (PAS) e pressão arterial diastólica (PAD) por meio de um estetoscópio Diasist e esfigmomanômetro BD, pelo método auscultatório indireto e a saturação periférica de oxigênio (SpO_2) por meio de um oxímetro de pulso portátil da marca Nonin 8500. A FC foi mensurada por meio de um frequencímetro da marca Polar Precision Performance (Kempele, Finland). A sensação subjetiva de dispnéia foi monitorada por meio de uma escala de percepção de esforço de Borg que começa com “zero” – que consiste em nenhuma falta de ar – e “dez” – como a máxima sensação de falta de ar. As variáveis fisiológicas foram mensuradas no repouso, 2° e 4° e 6° minutos do exercício. Após o término do exercício foram mensuradas as mesmas variáveis na posição sentada.

Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6)

O teste foi realizado em um corredor plano de 30 metros de comprimento e 1,5 metros de largura, demarcados a cada 3 metros. Antes de iniciar o teste foram aferidos os sinais vitais como PAS, PAD, FC e SpO_2 e a sensação subjetiva de dispnéia.

O teste consistiu de uma caminhada na qual o paciente foi orientado a percorrer a maior distância possível por um período de seis minutos, com incentivo padronizado a cada minuto (ATS, 2002). O paciente foi acompanhado pelo fisioterapeuta durante os seis minutos, com monitorização contínua, porém foram registrados os valores de FC, SpO_2 e sensação subjetiva de dispnéia no repouso, 2°, 4° e 6° minutos. Após o término do teste foram realizadas as mesmas medidas no segundo, quarto e sexto minuto de repouso enquanto o paciente descansava na posição sentada.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise estatística das variáveis fisiológicas entre os dois protocolos foi utilizado o teste não paramétrico de Wilcoxon, visto que os dados não apresentaram distribuição normal. O nível de significância utilizado foi de $p < 0,05$ ou 5%.

Resultados

A **tabela 1** mostra as características antropométricas e demográficas individuais dos pacientes estudados, com relação à idade, sexo, peso, altura, índice de massa corpórea (IMC), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1) e índice de Tiffeneau (VEF_1/CVF), com médias e desvios padrões.

Na **tabela 2** estão apresentados as médias, os desvios padrões e os resultados estatísticos obtidos durante os dois testes, para as variáveis fisiológicas, SpO_2 , FC e sensação subjetiva de dispnéia. Em relação à FC, não foi constatada diferença estatisticamente significativa entre os protocolos submáximo em cicloergômetro com TC6. Entretanto, para a SpO_2 e sensação subjetiva de dispnéia, foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre os protocolos aplicados ($p < 0,005$).

A **figura 1** ilustra o comportamento da SpO_2 no decorrer dos testes. Como pode ser observado, hou-

ve maior queda da SpO_2 no TC6 quando comparado ao teste em cicloergômetro, no 2°, 4° e 6° minutos.

A **figura 2** ilustra o comportamento da sensação subjetiva de dispnéia no decorrer dos testes. Pode ser observada uma maior sensação de disp-

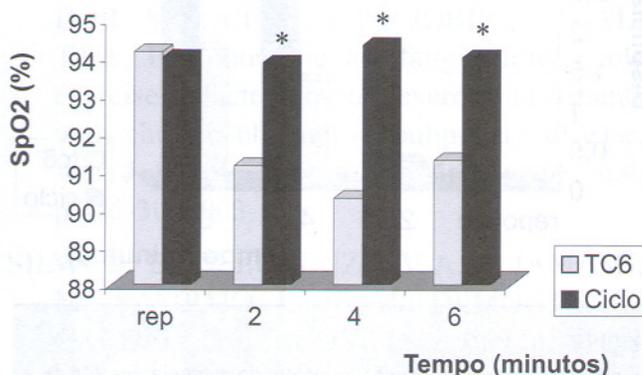


Figura 1

Comportamento da saturação periférica de oxigênio durante os 2 protocolos submáximos, ($p < 0,05$).

Tabela 1

Características antropométricas e demográficas individuais dos pacientes estudados.

SUJEITOS	IDADE (anos)	SEXO	PESO (kg)	ALTURA (m)	IMC (Kg/m ²)	VEF ₁ (%)	VEF ₁ (l/min)	VEF ₁ /CVF (%)
1	46	F	58	1,52	25,7	22	0,63	33
2	52	F	81	1,65	31,6	21	0,59	46
3	68	M	61	1,68	21,6	37	0,51	49
4	67	M	51	1,64	19,2	39	1,04	43
5	61	M	58,7	1,62	22,4	25	0,58	45
6	56	M	51	1,70	17,6	44	1,09	50
7	68	M	53	1,59	21,0	34	0,68	52
Média	59,7		59,1	1,6	22,8	31,7	0,73	45,42
DP	8,6		10,4	0,06	4,67	9,05	0,23	6,29

IMC: índice de massa corpórea; VEF₁: volume expiratório forçado no 1° segundo, DP: desvio padrão; VEF₁/CVF: relação entre volume expiratório forçado no 1° segundo e capacidade vital forçada.

Tabela 2

Comparação das médias dos valores obtidos no 2°, 4° e 6° minuto das variáveis fisiológicas entre os dois protocolos aplicados.

VARIÁVEIS	TC6	CICLOERGÔMETRO	WILCOXON ($p < 0,05$)
SpO ₂ (%)	90,2± 2,7	94± 2,4	0,01 *
FC (bpm)	120± 8,4	113± 14,4	0,23
BORG	0,73± 1,1	1,3 ± 2,5	0,02 *

SpO₂: saturação periférica de oxigênio; FC: frequência cardíaca; BORG: sensação subjetiva de dispnéia, *: $p < 0,05$.

néia para o teste em cicloergômetro quando comparado ao TC6 ($p < 0,005$).

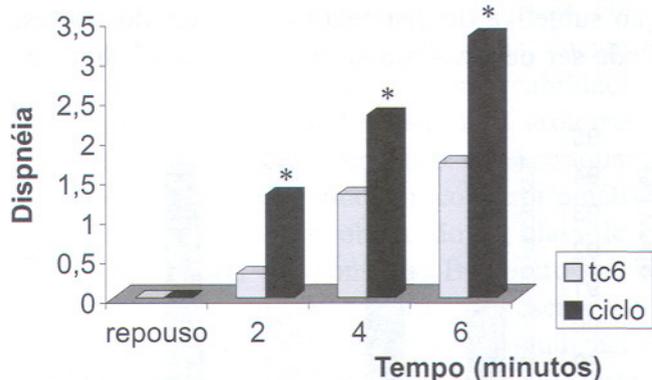


Figura 2

Comportamento da sensação subjetiva de dispnéia durante os 2 protocolos submáximos, ($p < 0,05$).

Discussão

Vários protocolos de avaliação funcional, descritos na literatura, têm sido utilizados para determinar a melhor forma de reabilitar clinicamente indivíduos com DPOC. O objetivo desses protocolos é observar as limitações e a tolerância ao exercício físico, se de ordem respiratória, devido à dispnéia, cardiovascular ou muscular (MATA, 2000).

Neste estudo foi possível constatar maior queda da SpO_2 no TC6 quando comparando ao protocolo em cicloergômetro. Isso pode ser justificado pelo fato do TC6 ter proporcionado maior recrutamento de massa muscular ativa, e, portanto, maior extração periférica de oxigênio (McARDLE, 1992). Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Carter *et al.*, (2002) e Poulain *et al.*, (2003) que observaram que o teste de caminhada de seis minutos foi mais sensível em determinar a dessaturação quando comparado com um teste incremental em cicloergômetro.

Com relação à sensação subjetiva de dispnéia, também foi constatada diferença estatisticamente significativa entre o TC6 com o cicloergômetro, sendo observados maiores valores de dispnéia no teste em cicloergômetro. Isso pode ser explicado pelo fato de que no TC6 houve maior flexibilidade durante sua execução, pois os pacientes poderiam

ajustar a velocidade, reduzindo a passada à medida que a sensação de dispnéia aumentasse. Uma outra hipótese para esse resultado é que possivelmente esses pacientes não conseguiram diferenciar a fadiga muscular localizada (SAEY *et al.*, 2003) com a real sensação de dispnéia. Há que considerar, no entanto, que os exercícios em cicloergômetro não são atividades cotidianas a esses pacientes, produzindo maior sensação de cansaço, referido como dispnéia (SOLWAY *et al.*, 2001).

Esses resultados foram puramente observados por Mathur *et al.*, (1995) que demonstraram que os protocolos de cicloergômetro produzem maior sensação de falta de ar, avaliados pela escala de Borg, quando comparados aos protocolos de esteira e TC6.

As principais limitações deste estudo foram em relação à amostra reduzida e a dificuldade em obter variáveis fisiológicas mais precisas para definir a limitação ao exercício em pacientes com DPOC. Entretanto, sugere-se que novos estudos sejam realizados, avaliando pacientes com diferentes graus de obstrução, bem como utilizando variáveis mais complexas como a ergoespirometria e a análise de lactato sanguíneo.

Entretanto o presente estudo possibilitou avaliar os efeitos fisiológicos de simples variáveis utilizadas rotineiramente durante a prática clínica e de baixo custo, possibilitando concluir que o TC6 foi o teste mais sensível na determinação de dessaturação nos pacientes com DPOC, porém o teste em cicloergômetro produziu maior sensação de dispnéia ou cansaço relatada nesses pacientes.

Referências Bibliográficas

- AMERICAN THORACIC SOCIETY STATEMENT – Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*, v.166, p.111-117, 2002.
- BARBARA, J. A., ROCA, J., RAMIREZ, J. Gas exchange during exercise in mild chronic obstructive pulmonary disease. *Am. Rev. Respir. Dis.* v. 144, p. 520-525, 1991.
- CARTER, R. *et al.*, 6-Minute Walk work for assessment of functional capacity with COPD.

- Chest**. v. 135, n. 5, p. 745-750, 2003.
- CASABURI, R. Skeletal muscle disfunction in chronic obstructive pulmonary disease. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 33, n. 7, p. 6625-6705, 2001.
- CASABURI, R. Skeletal muscle function in COPD. **Chest**. v. 117, n. 5, p. 2675-2715, 2000.
- COSTA, D. **Fisioterapia Respiratória Básica**. São Paulo, SP. Editora Atheneu, 1999.
- COYLE, E. F. *et al.*, Time course of loss of adaptations after stopping prolonged intense endurance training. **J. Appl. Physiol**. v. 57, n. 6, p. 1857-1864, 1984.
- DANTZKER, D.R., D'ALONZO, G.E. The effect of exercise on pulmonary gas exchange in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. **Am. Rev. Respir. Dis**. v. 134, p. 1135-1139, 1986.
- MATA, R.Q., Os Benefícios e a Utilização do Exercício Aeróbico na Reabilitação de paciente com DPOC, **Jornal da Sociedade Brasileira de Cardiologia**. 2000. Disponível em: <http://www.sbcpc.com.br>. Acesso em: 20 jan. 2004
- McARDLE, W.D., KARCH, F.I., KATCH, V.L. **Fisiologia do exercício, energia, nutrição e desempenho humano**. 3ª edição, Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan, 1992.
- 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.
- O'DONNELL, D. Ventilatory limitations in chronic obstructive pulmonary disease. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 33, n. 7, p. 647-655, 2001
- OLIVEIRA, J.C.A., JARDIM, J.R.B., RUFINO, R., Consenso Brasileiro de DPOC, **Jornal de Pneumologia**. v. 26, p. 2-525, 2000
- POULAIN, M. *et al.*, 6-Minute Walk Testing Is More Sensitive Than Maximal Incremental Cycle Testing for Detecting Oxygen Desaturation in Patients With COPD. **Chest**. v. 123, n. 5, p. 1401-7, 2003.
- RIBEIRO, S.A.; JARDIM, J.R.B.; NERY, L.E. Avaliação da tolerância ao exercício em pacientes com DPOC. Teste de caminhada de seis minutos versus cicloergometria. **J. Pneumol**. v.20, n. 3, p.112-116, 1994.
- SAEY, D.; DEBIGARE, R.; LEBLANC, P.; MADOR, M.J.; COTE, C.H.; JOBIN, J.; MALTAIS, F. Contractile leg fatigue after cycle exercise: a factor limiting exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Am J Respir Crit Care Med**, v.168, n.4, p.425-30, 2003.
- SILVA, A. B.; DI LORENZO, V. A. P.; JAMAMI, M.; SAMPAIO, L. M. M.; DEMONTE, A., CARDELLO, L.; COSTA, D. Efeitos da suplementação oral de L-carnitina associada ao treinamento físico na tolerância ao exercício em pacientes com DPOC. **J Pneumol**, v.29, n.6, p.379 - 385, 2003.
- SILVA, A. B.; DI LORENZO, V.A.P.; SAMPAIO, L.M.M.; JAMAMI, M.; COSTA, D.; BALDISERA, V. A influência do Treinamento Físico (TF) sobre as respostas cardiorrespiratórias e a lactacidemia em pacientes com DPOC. **Rev Bras Ativ Fís Saúde**, v.8, n.1, p.30 - 37, 2003.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA. I Consenso brasileiro sobre espirometria. **J Pneumol**, v.22, p.105-164, 1996.
- SOLWAY S, BROOKS D, LACASSE Y, THOMAS S. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorrespiratory domain. **Chest**. v. 119, n. 1, p. 256-270, 2001.
- SUE, D.Y. Peripheral muscle dysfunction in patients with COPD: comparing apples to apples? **Chest**, v.124, n.1, p.1-4, 2003.

Endereço

Av. São Geraldo, 631, Apt. 131 - Centro
 CEP: 14.801-210 - Araraquara - SP
 FONE: (16) 236-0978 / (16) 9786-4710
 e-mail: andrezatoledo@aol.com