

ARTIGO ORIGINAL

A velocidade média do teste de caminhada incentivada de 6 minutos como determinante da intensidade de treinamento para o condicionamento físico de pneumopatas crônicos

The average speed from six minutes walk test as a parameter to determine the training load for physical reconditioning of chronic pulmonary disease patients

Pedro Henrique Scheidt Figueiredo¹, Fernando Silva Guimarães²

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia de um protocolo de condicionamento aeróbico para a melhora da capacidade funcional e dispnéia de pacientes pneumopatas crônicos, tendo como referência o teste de caminhada de 6 minutos (6MWD) para determinação da carga de treinamento. Metodologia: foram selecionados 10 pacientes pneumopatas crônicos (9 M e 1 F) com média de idade de $61,5 \pm 10,6$ anos, apresentando estabilidade clínica e sem contra-indicações para a prática de exercício aeróbico. O protocolo foi realizado em esteira ergométrica, com frequência semanal de 3 sessões, durante 8 semanas. A velocidade de caminhada na esteira foi estipulada em 85% da velocidade média obtida no 6MWD. A capacidade funcional e a dispnéia foram avaliadas no início e ao término do treinamento. Para análise estatística foram utilizados

os testes t-pareado e Wilcoxon, conforme as características das variáveis. As diferenças foram consideradas estatisticamente significativas quando $p < 0,05$. Resultados: Foi observada melhora da capacidade funcional através de aumento da distância percorrida no 6MWD (média = $445,7 \pm 175$ m vs $565,8 \pm 174$ m; $p < 0,01$) assim como redução da dispnéia pela MMRC [mediana = 3 (2 - 4) vs 1 (0 - 3); $p < 0,05$]. Conclusão: A velocidade média do 6MWD é um parâmetro eficaz para determinação da carga de treinamento em programas de condicionamento aeróbico para pacientes pneumopatas crônicos.

PALAVRAS-CHAVE

Caminhada, Exercício, Pneumopatias, Dispnéia

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the effectiveness of an aerobic reconditioning protocol to improve functional capacity and dyspnea of chronic pulmonary disease patients, based on the six-minute walk test (6MWD) for determining the load of training. Methodology: were selected 10 chronic pulmonary disease patients (9 M, 1 F) with average age of 61.5 ± 10.6 years, presenting clinical stability and without contraindications to the practice of aerobic exercise. The protocol was conducted in a treadmill, with 3 sessions per week, for along 8 weeks. The treadmill walking speed was set at 85% of average speed obtained from the 6MWD. Functional capacity and dyspnea were evaluated at the beginning and at the end of training. For statistical analysis were used paired t-test and

Wilcoxon according to the variables characteristics. Differences were considered statistically significant when $p < 0.05$. Results: It was observed improves in functional capacity by increased distance on 6MWD (mean = 445.7 ± 175 m vs 565.8 ± 174 m, $p < 0.01$) as well as reducing dyspnea by MMRC [median = 3 (2 - 4) vs 1 (0-3), $p < 0.05$]. Conclusion: The 6MWD average speed is an effective parameter for determining the training load in aerobic reconditioning programs for pulmonary disease patients.

KEYWORDS

Walking, Exercise, Lung Diseases, Dyspnea

1 Professor Assistente, Universidade Fundação Mineira de Educação e Cultura (FUMEC)

2 Professor Adjunto, Universidade Federal do Rio de Janeiro; Centro Universitário Augusto Motta

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Medicina - Curso de Fisioterapia
Ilha do Fundão
Rio de Janeiro - RJ
Cep 21949-900
Email: fguimaraes@hucff.ufrj.br

INTRODUÇÃO

As alterações fisiopatológicas promovidas pelas doenças respiratórias crônicas ocasionam dispnéia e redução da capacidade de execução de atividades de vida diária.¹ Adaptações fisiológicas nos sistemas cardiorrespiratório e músculoesquelético são desencadeadas em decorrência do descondicionamento aeróbico, fazendo com que a dispnéia seja manifestada em níveis de atividade física cada vez menores. Desta forma, O condicionamento físico é um componente essencial do programa de reabilitação pulmonar, tendo por objetivos reduzir os sintomas, aumentar a capacidade funcional, aumentar a participação em atividades físicas e sociais, e assim, melhorar a qualidade de vida.²⁻⁵

De acordo com os princípios do treinamento aeróbico, as sessões de exercício devem ser realizadas com intensidade e frequência suficientes para produzir adaptações fisiológicas na musculatura esquelética e no sistema cardiorrespiratório e, ao mesmo tempo, não ultrapassar o limiar anaeróbico.^{2,6} Classicamente, a intensidade do treinamento é estabelecida tendo por base alguns índices, como porcentagens da frequência cardíaca máxima (FC_{máx}), do consumo máximo de oxigênio (VO₂_{máx}), da carga máxima tolerada, do nível de limiar de lactato ou por múltiplos de taxa metabólica do repouso (MET).⁶

O 6MWD é um teste de esforço submáximo que engloba e integra os diversos sistemas envolvidos durante a atividade física. É indicado principalmente para avaliar a capacidade funcional, pois por se tratar de um teste submáximo, apresenta melhor correlação do status funcional do indivíduo com atividades de vida diária (AVD's), quando comparado aos demais testes.⁷ Além disto também é utilizado como complementar ao teste de esforço e como ferramenta para avaliar respostas a tratamentos, além de ser indicado como preditor de mortalidade e morbidade.⁸ Porém não foram encontrados trabalhos que tenham utilizado a velocidade média obtida no 6MWD como forma de estipular a intensidade de treinamento na esteira ergométrica.

OBJETIVO

Desta forma o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia de um protocolo de condicionamento aeróbico, quanto a capacidade funcional e dispnéia, tendo por base o Teste de Caminhada de 6 minutos (6MWD) para determinação da carga de treinamento em pneumopatas crônicos.

METODO

Universo e Amostra

Foram estudados 10 indivíduos com pneumopatas crônicas em acompanhamento clínico no Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (Universidade Federal do Rio de Janeiro), encaminhados ao Programa de Condicionamento Físico do Ambulatório de Fisioterapia Respiratória do mesmo, com idade média de 61,5 anos (tabela 1), grau 2 a 4 de dispnéia de acordo com a "Modified Medical Research Council Scale (MMRC)"⁹ e estabilidade clínica (definida pela não hospitalização nas 4 semanas anteriores ao programa de

treinamento). Indivíduos com doença cardíaca, hipertensão arterial sistêmica (HAS) ou diabetes melitus (DM) descompensada, doença renal, hepática, neurológica ou osteomuscular que comprometa a atividade física, ou pacientes que participaram de programas de reabilitação nos 6 meses anteriores ao estudo foram excluídos. O protocolo foi aprovado pelo Comitê de Ética da instituição e todos os pacientes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Procedimentos Adotados

O protocolo de treinamento foi realizado em esteira ergométrica (IMBRAMED SUPER ATL, Porto Alegre, Brasil), com frequência semanal de 3 sessões, durante 8 semanas, sendo os indivíduos avaliados quanto a capacidade funcional e dispnéia antes, ao término da 4ª semana e ao final do programa.

A velocidade da caminhada na esteira ergométrica foi ajustada no início do programa e reajustada ao término da 4ª semana, tendo por base a velocidade média desenvolvida durante o 6MWD. A velocidade de treinamento foi estipulada em 85% da velocidade média obtida no 6MWD durante 20 minutos, e a velocidade de aquecimento e desaquecimento foram tituladas em 60% e 40% da velocidade de treinamento durante 8 e 5 minutos, respectivamente.

Instrumentos de medida

Capacidade funcional

A capacidade funcional foi avaliada através da realização do teste de caminhada de 6 minutos, realizado em um corredor de 50m. Os voluntários descansaram em uma cadeira durante 10 minutos precedentes ao teste, enquanto seus sinais vitais, nível de dispnéia e fadiga (Escala de Borg),¹⁰ saturação periférica de oxigênio (SpO₂) por meio do oxímetro digital (ONYX 9500, NONIN MEDICAL INC, Plymouth, EUA) e necessidade de oxigênio suplementar foram verificados. Ainda neste período, os examinadores instruíram o paciente a andar o mais rápido possível durante um período de 6 minutos e informaram quanto à necessidade de interrupção imediata do teste diante de algumas reações tais como dispnéia intolerável, dor torácica, câimbras nos membros inferiores, diaforese, perda do equilíbrio e palidez.

A caminhada do paciente foi incentivada por frases padronizadas ao término de cada minuto de teste, conforme as recomendações da American Thoracic Society (2002).⁸ A cada dois minutos de caminhada, foram documentados a frequência cardíaca, sensação de esforço e saturação de oxigênio (SpO₂). Ao término do teste, todos os sinais vitais foram aferidos e foi documentado o número e tempo de paradas (caso houvessem ocorrido), a distância percorrida, o grau de dispnéia e a velocidade média de caminhada do paciente durante o 6MWD.

Pacientes que necessitaram de oxigênio terapia realizaram o teste com suplemento de O₂ por cânula nasal, com fluxo de O₂ suficiente para manter a SpO₂ acima de 90% .

Dispnéia

A dispnéia foi avaliada pela Modified Medical Research Council Scale (MMRC)⁹ pré-programa, ao término da 4ª semana e ao final da 8ª semana.

Todos os avaliadores receberam treinamento para execução dos métodos de avaliação, conforme especificações dos testes.

Métodos estatísticos

De acordo com a distribuição das variáveis, o teste-t pareado ou Wilcoxon foram utilizados para comparar os valores de capacidade funcional e dispnêia antes e após o programa de treinamento. As diferenças foram consideradas significativas quando $p < 0,05$.

RESULTADOS

Foram avaliados inicialmente 15 pacientes, sendo que 4 apresentaram ao menos um dos critérios de exclusão e um paciente foi excluído devido a internação durante o período do estudo. Desta forma 10 pacientes completaram o protocolo (tabela 1).

Tabela 1 - Características do Grupo Experimental

PACIENTE	SEXO	IDADE	CVF (%)	VEF1(%)	VEF1/CVF	Diagnóstico
1	M	57	89	80	90	Tuberculose
2	M	67	66	46	69	DPOC
3	M	64	80	20	25	DPOC
4	F	69	57	38	67	DPOC
5	M	58	96	89	93	Tuberculose
6	M	80	45	26	57	DPOC
7	M	45	56	32	58	Asma
8	M	59	105	47	44	DPOC
9	M	74	52	27	52	DPOC
10	M	50	34	39	115	Pneumectomia

M – masculino; F- Feminino; VEF1- Volume expiratório forçado no primeiro segundo, CVF- Capacidade vital forçada. DPOC – Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica.

Na tabela 2, estão apresentados os resultados das variáveis após a intervenção. Os pacientes apresentaram melhora da capacidade funcional por meio do aumento da distância percorrida no 6MWD (figura 1) após o protocolo de treinamento físico ($445,7 \pm 175$ vs $565,8 \pm 174$ m; $p < 0,01$), assim como da dispnêia (figura 2) por meio da redução dos escores da escala MMRC [3 ($2 - 4$) vs 1 ($0 - 3$); $p < 0,01$]

Tabela 2 - Resultados do protocolo de recondicionamento físico, tendo a velocidade média do teste de caminhada de 6 minutos como parâmetro de prescrição de carga na esteira ergométrica, na capacidade funcional e dispnêia.

VARIÁVEIS	PRÉ	PÓS
6MWD (m)	$445,7 \pm 175$	$565,8 \pm 174$ *
MMRC	3 (2 - 4)	1 (0 - 3) *

6MWD – Distância percorrida no Teste de Caminhada de 6 minutos, MMRC – Escala de dispnêia (Modified Medical Research Council Scale). Os dados estão representados por média \pm desvio padrão ou mediana (mínimo – máximo), * diferença significativa em relação à condição PRÉ ($p < 0,01$).

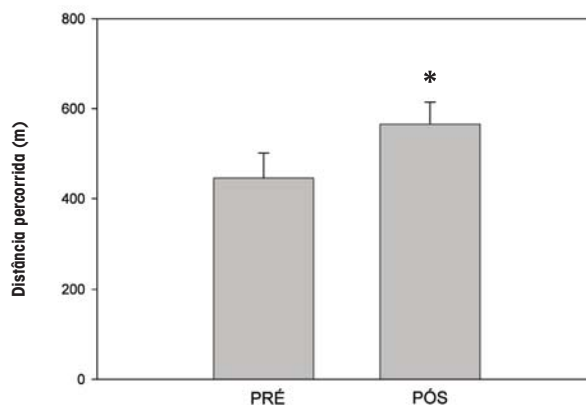


Figura 1 - Distância percorrida (m) no teste de caminhada de 6 minutos. Antes (PRÉ) e após (PÓS) protocolo de recondicionamento físico. As barras correspondem às médias das determinações de cada indivíduo + desvio padrão: PRÉ= $445,7 \pm 175$ m e PÓS= $565,8 \pm 174$ m. * diferença significativa em relação à condição PRÉ ($p < 0,01$).

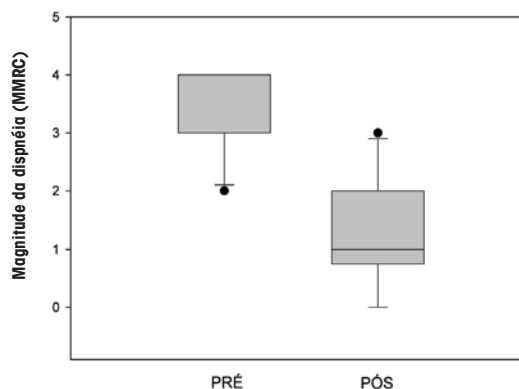
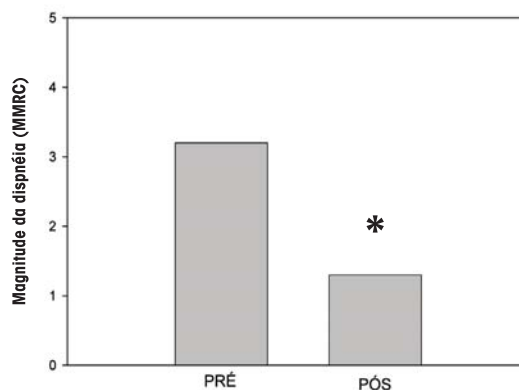


Figura 2 - Grau de dispnêia pela escala Modified Medical Research Council Scale (MMRC). Antes (PRÉ) e após (PÓS) protocolo de recondicionamento físico. As barras correspondem às medianas das determinações de cada indivíduo: PRÉ = 3 (2 - 4), PÓS = 1 (0 - 3). * diferença significativa em relação à condição PRÉ ($p < 0,01$).

DISCUSSÃO

Houve aumento da capacidade funcional avaliada através da distância percorrida no teste de caminhada incentivada de 6 minutos ($p < 0,05$) (figura 1), assim como redução da dispnêia pela MMRC ($p < 0,05$) (figura 2).

Programas de treinamento aeróbico visam a reversão de alguns dos principais fatores determinantes da redução da capacidade funcional, incluindo a limitação ventilatória, o descondicionamento aeróbico (cardiovascular) e o descondicionamento da musculatura esquelética e respiratória, sendo, portanto, o ponto chave para a eficácia de um programa de reabilitação pulmonar.^{4,11,12}

A determinação adequada da intensidade de treinamento é fundamental para que os efeitos do condicionamento sejam observados. Uma intensidade de treinamento acima de 60% da capacidade máxima de exercício, com duração de 20-30 minutos, tem sido proposta para que as adaptações fisiológicas sejam desencadeadas.⁴

A realização da avaliação da capacidade funcional em laboratório especializado, por meio de teste de esforço máximo, permite a caracterização dos padrões de resposta ventilatória, de trocas gasosas, circulatória e metabólica de candidatos a programas de exercício.¹³ Estas informações são úteis para a caracterização da doença e para prescrição de exercício, porém o teste requer disponibilidade de tempo por parte do paciente, além de possuir custo elevado. Além disto, estes testes não são bem tolerados por alguns grupos específicos de pacientes, principalmente se outros testes são também realizados, visando uma avaliação mais detalhada.¹⁴ Desta forma no presente estudo foi proposto um protocolo de condicionamento aeróbico na esteira ergométrica por 8 semanas, sendo a intensidade de treinamento estipulada pela velocidade média alcançada no 6MWD, que é um teste de fácil aplicabilidade, boa reprodutibilidade do status funcional e bem tolerado por pacientes com pneumopatias crônicas.⁸ Este protocolo mostrou-se eficaz na redução da dispnéia e na melhora da capacidade funcional de pacientes com pneumopatias. Uma boa relação entre as variações do 6MWD e da dispnéia após intervenção terapêutica tem sido descrita.^{8,15,16} No presente estudo uma correlação moderada foi observada entre estas variáveis ($r = -0,43$).

A limitação ao fluxo expiratório e seu agravamento durante o exercício têm sido associados a menor capacidade funcional de pacientes com DPOC.⁴ A hiperinsuflação dinâmica resulta no aumento do trabalho respiratório, e assim na manifestação da dispnéia, com conseqüente interrupção do exercício.¹⁷⁻²⁰

No presente trabalho a relação VEF1/CVF e o VEF1 apresentaram correlação moderada a fraca ($r = -0,47$ e $-0,23$, respectivamente) com a magnitude da dispnéia (valores do MMRC) e com a distância inicial percorrida no 6MWD ($r = -0,11$ e $-0,30$, respectivamente). Este resultado pode ser explicado pelo fato da amostra estudada não ser composta exclusivamente por pacientes com DPOC. Além disto, outros mecanismos, além da obstrução ao fluxo aéreo, estão diretamente relacionados a intolerância ao esforço, como alterações de troca gasosa,²¹ descondicionamento do sistema cardiovascular²² e aeróbico periférico, levando a uma menor capacidade funcional e assim a uma pior performance no 6MWD.^{2,23}

Além da capacidade funcional do paciente, outros fatores como a velocidade, a padronização do teste e o peso corporal são determinantes da capacidade de executar o 6MWD. Estes fatores influenciam no gasto energético durante o teste, e conseqüentemente no resultado do mesmo.²⁴ A velocidade da caminhada atingida pelo paciente é o ponto principal para alcançar uma carga de

trabalho sustentável durante o 6MWD. Nestas circunstâncias, os dados fisiológicos do teste são de suma relevância, pois refletem a resposta integrada dos sistemas de transporte e utilização de O₂, podendo indicar um nível de exercício capaz de ser sustentado pelo indivíduo. Além de possibilitar a avaliação do impacto do treinamento, esta característica é responsável pela grande utilidade do 6MWD na determinação do prognóstico de pacientes pneumopatas crônicos.²⁵

Um platô no VO₂ (principalmente nos 3 minutos finais do teste) acompanhado do aumento alinear da frequência cardíaca tem sido demonstrado, refletindo a regulação inconsciente da intensidade da caminhada para um ponto que representa seu máximo.²⁷ Em alguns pacientes, o VO₂ alcançado ao final do teste atinge o VO₂ max, e os níveis de ventilação podem alcançar 90% da ventilação voluntária máxima predita, durante os 3 minutos finais da caminhada, acompanhado de um aumento linear da dispnéia com o tempo de caminhada.²⁸ Desta forma no 6MWD, mesmo sendo um teste submáximo, se padronizado e em vigência de encorajamento adequado, (conforme realizado no presente trabalho) o nível de VO₂ alcançado pode se aproximar do maior nível de exercício que o indivíduo pode sustentar, ou seja, pode levar o paciente a atingir, em determinado momento do teste, o nível máximo de esforço.²⁹⁻³³

Sendo assim, a determinação da intensidade de treinamento por porcentagens de testes submáximos pode levar a uma sobrecarga suficiente para desencadear as repercussões fisiológicas satisfatórias associadas ao exercício, conforme observado neste trabalho, cuja média da distância percorrida no 6MWD aumentou em mais de 120 m, o que reflete uma melhora clínica após o treinamento,⁸ associada à redução da dispnéia ($r = -0,43$). No entanto, poucos trabalhos que tenham utilizado a prescrição de carga de treinamento por meio de testes submáximos foram encontrados.

Griffiths et al,³⁴ utilizaram um protocolo de caminhada com velocidade na esteira estipulada em 80% da velocidade máxima obtida no 10m-Shuttle Walk Test, para o treinamento de pacientes com DPOC. De forma semelhante, Singh et al³⁵ utilizaram um protocolo de treinamento com intensidade estipulada por meio do Shuttle Walk Test, em pacientes com DPOC. Neste estudo a velocidade na esteira ergométrica foi estipulada em 60% do consumo de O₂, determinado de forma indireta pela performance dos pacientes no teste.

Quanto à utilização do 6MWD para determinação de carga na esteira ergométrica, Spruit et al³⁶ utilizaram 60% do pico de velocidade alcançada no teste por pacientes com DPOC, inicialmente por 10 minutos chegando a 25 minutos no final do protocolo (36ª sessão ou 12ª semana de treinamento), sendo observado melhora da capacidade funcional após o programa, assim como nos estudos de Griffiths et al,³⁴ Singh et al³⁵ e no presente trabalho.

Em 2003 Ando et al³⁷ utilizaram um protocolo de condicionamento com caminhada livre, sendo a intensidade estipulada por meio do 6MWD, em um programa de reabilitação pulmonar para pacientes com seqüelas de tuberculose. Neste estudo os pacientes foram orientados a caminhar com 90% da velocidade média do 6MWD. O tratamento foi realizado em regime domiciliar por 9 semanas, com acompanhamento semanal, sendo

também observada melhora da capacidade funcional, assim como em pacientes com DPOC.

Assim como no presente trabalho, os estudos que utilizaram testes submáximos para prescrição de intensidade de treinamento mostraram efeitos benéficos quanto a capacidade funcional. No entanto, nos referidos trabalhos, o desfecho avaliado foi em resposta a um programa de reabilitação pulmonar. Assim, os outros componentes do programa podem entrar como fatores de confusão para avaliar os reais benefícios desta modalidade de prescrição da intensidade do exercício. Já em nosso estudo o recondicionamento aeróbico foi avaliado de forma isolada com tempos e intensidades definidos e fixos para cada fase do exercício (aquecimento, treinamento, desaquecimento).

No presente estudo a velocidade estipulada foi de 85% da velocidade média do 6MWD, e não da velocidade de pico alcançada no 6MWD como na maior parte dos trabalhos, o que pode ser mais representativo da capacidade funcional do paciente já que reflete o resultado de 6 minutos de exercício sob estímulo máximo. Além disto, conforme descrito na literatura, trabalhos estudando pacientes com DPOC ainda compõem a maior proporção de ensaios no que se refere aos efeitos do recondicionamento físico, especialmente de programas de reabilitação pulmonar. Porém a reabilitação pulmonar, e assim o recondicionamento físico, podem ser indicados para todos os pacientes com pneumopatias crônicas que apresentem dispnéia, redução da capacidade de executar atividades da vida diária e piora da qualidade de vida.⁴ Em nosso estudo foram incluídos pacientes com diversos acometimentos do sistema respiratório (tabela 1), conferindo maior validade externa com relação ao perfil de pacientes que freqüenta programas de reabilitação pulmonar e recondicionamento físico.

São necessários ensaios controlados e randomizados para comparação das formas de prescrição de exercício aeróbico em esteira ergométrica. Além disto, uma grande variabilidade na relação entre VO₂ e distância percorrida no 6MWD tem sido demonstrada em indivíduos com falência cardíaca e DPOC,²⁷ que em parte pode ser explicada pelas diferenças antropométricas dos indivíduos. Desta forma, este estudo traz também como recomendação a realização de estudos que avaliem a relação entre VO₂ durante o 6MWD e distância predita para o mesmo.

CONCLUSÃO

Por meio dos resultados deste estudo pode-se concluir que um protocolo de treinamento aeróbico em esteira com a intensidade estabelecida em 85% da velocidade média do 6MWD, pode representar uma carga adequada, resultando na melhora da capacidade funcional e da dispnéia de pacientes com pneumopatias crônicas.

REFERÊNCIAS

- Casaburi R. Limitation to exercise tolerance in chronic obstructive pulmonary disease: look to the muscles of ambulation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;168(4):409-10.
- Pulmonary rehabilitation-1999. American Thoracic Society. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999;159(5 Pt 1):1666-82.
- Lacasse Y, Maltais F, Goldstein RS. Pulmonary rehabilitation: an integral part of the long-term management of COPD. *Swiss Med Wkly.* 2004;134(41-42):601-5.
- Nici L, Donner C, Wouters E, Zuwallack R, Ambrosino N, Bourbeau J, et al. American Thoracic Society/European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006;173(12):1390-413.
- Ries AL, Bauldoff GS, Carlin BW, Casaburi R, Emery CF, Mahler DA, et al. Pulmonary Rehabilitation: Joint ACCP/AACVPR Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest.* 2007;131(5 Suppl):4S-42S.
- American Association of Cardiovascular & Pulmonary Rehabilitation. Guidelines for Pulmonary Rehabilitation Programs. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics; 1998.
- Solway S, Brooks D, Lacasse Y, Thomas S. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. *Chest.* 2001;119(1):256-70.
- 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.
- Fletcher CM. Standardized questionnaire on respiratory symptoms: a statement prepared and approved by the MRC Committee on the Aetiology of Chronic Bronchitis (MRC breathlessness score). *BMJ.* 1960;2:1665-6.
- Borg G, Ljunggren G, Ceci R. The increase of perceived exertion, aches and pain in the legs, heart rate and blood lactate during exercise on a bicycle ergometer. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1985;54(4):343-9.
- British Thoracic Society Standards of Care Subcommittee on Pulmonary Rehabilitation. Pulmonary rehabilitation. *Thorax.* 2001;56(11):827-34.
- Troosters T, Casaburi R, Gosselink R, Decramer M. Pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2005;172(1):19-38.
- O'Donnell DE, Ofir D, Laveneziana P. Patterns of cardiopulmonary response to exercise in lung diseases. *Eur Respir Mon.* 2007;40:49-92.
- Carter R, Holiday DB, Nwasuruba C, Stocks J, Grothues C, Tjep B. 6-minute walk work for assessment of functional capacity in patients with COPD. *Chest.* 2003;123(5):1408-15.
- Nosedá A, Carpioux JP, Prigogine T, Schmerber J. Lung function, maximum and submaximum exercise testing in COPD patients: reproducibility over a long interval. *Lung.* 1989;167(4):247-57.
- Niedermaier MS, Clemente PH, Fein AM, Feinsilver SH, Robinson DA, Ilowite JS, et al. Benefits of a multidisciplinary pulmonary rehabilitation program. Improvements are independent of lung function. *Chest.* 1991;99(4):798-804.
- Hyatt RE. Expiratory flow limitation. *J Appl Physiol.* 1983;55(1 Pt 1):1-7.
- O'Donnell DE, Revill SM, Webb KA. Dynamic hyperinflation and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001;164(5):770-7.
- Aliverti A, Stevenson N, Dellacà RL, Lo Mauro A, Pedotti A, Calverley PM. Regional chest wall volumes during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax.* 2004;59(3):210-6.
- Diaz O, Villafranca C, Ghezzi H, Borzone G, Leiva A, Milic-Emil J, et al. Role of inspiratory capacity on exercise tolerance in COPD patients with and without tidal expiratory flow limitation at rest. *Eur Respir J.* 2000;16(2):269-75.
- Somfay A, Pórszász J, Lee SM, Casaburi R. Effect of hyperoxia on gas exchange and lactate kinetics following exercise onset in nonhypoxemic COPD patients. *Chest.* 2002;121(2):393-400.
- MacNee W. Pathophysiology of cor pulmonale in chronic obstructive pulmonary disease. Part One. *Am J Respir Crit Care Med.* 1994;150(3):833-52.
- Debigaré R, Côté CH, Maltais F. Peripheral muscle wasting in chronic obstructive pulmonary disease. Clinical relevance and mechanisms. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001;164(9):1712-7.
- Casas A, Vilario J, Rabinovich R, Mayer A, Barberà JA, Rodríguez-Roisin R, et al. Encouraged 6-min walking test indicates maximum sustainable exercise in COPD patients. *Chest.* 2005;128(1):55-61.
- Celli BR, Cote CG, Marin JM, Casanova C, Montes de Oca M, Mendez RA, et al. The body-mass index, airflow obstruction, dyspnea, and exercise capacity index in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med.* 2004;350(10):1005-12.
- Chuang ML, Lin IF, Wasserman K. The body weight-walking distance product as related to lung function, anaerobic threshold and peak VO₂ in COPD patients. *Respir Med.* 2001;95(7):618-26.

27. Turner SE, Eastwood PR, Cecins NM, Hillman DR, Jenkins SC. Physiologic responses to incremental and self-paced exercise in COPD: a comparison of three tests. *Chest*. 2004;126(3):766-73.
28. Covey MK, Larson JL, Alex CG, Wirtz S, Langbein WE. Test-retest reliability of symptom-limited cycle ergometer tests in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Nurs Res*. 1999;48(1):9-19.
29. Harada ND, Chiu V, Stewart AL. Mobility-related function in older adults: assessment with a 6-minute walk test. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999;80(7):837-41.
30. Servino S, Marcello M, Antonelli S. Shuttle walking test induces a similar cardio-respiratory performance than 6 minute walking test in COPD patients [abstract]. *Eur Respir J*. 2000;16(Suppl):S29.
31. Lord SR, Menz HB. Physiologic, psychologic, and health predictors of 6-minute walk performance in older people. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;83(7):907-11.
32. Troosters T, Vilaro J, Rabinovich R, Casas A, Barberà JA, Rodriguez-Roisin R, et al. Physiological responses to the 6-min walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J*. 2002;20(3):564-9.
33. Casas A, Vilaro J, Rabinovich RA, Mayer AF, Valera JL, Bertoni E, et al. Encouraged six minute walking test reflects "maximal" sustainable exercise performance in COPD patients. *Eur Resp J*. 2002;20:285S.
34. 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;355(9201):362-8.
35. Singh SJ, Sodergren SC, Hyland ME, Williams J, Morgan MD. A comparison of three disease-specific and two generic health-status measures to evaluate the outcome of pulmonary rehabilitation in COPD. *Respir Med*. 2001;95(1):71-7.
36. Spruit MA, Gosselink R, Troosters T, De Paepe K, Decramer M. Resistance versus endurance training in patients with COPD and peripheral muscle weakness. *Eur Respir J*. 2002;19(6):1072-8.
37. Ando M, Mori A, Esaki H, Shiraki T, Uemura H, Okazawa M, et al. The effect of pulmonary rehabilitation in patients with post-tuberculosis lung disorder. *Chest*. 2003;123(6):1988-95.