

Correlação entre a composição corporal e força, resistência da musculatura respiratória e capacidade de exercício em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica

Correlation between body composition and respiratory muscle strength, endurance, and exercise capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease

Evanirso da Silva Aquino¹, Thais Miranda Peres², Isabel Bernardes de Vasconcelos Lopes²,
Fernanda de Moraes Resgalla e Castro², Cristiane Cenachi Coelho³, Inácio Teixeira Cunha Filho⁴

Estudo desenvolvido no UNI-BH – Centro Universitário de Belo Horizonte, Belo Horizonte, MG, Brasil

¹ Fisioterapeuta; Prof. Ms. do DCBAS – Depto. de Ciências Ambientais, Biológicas e da Saúde do UNI-BH

² Graduandas no Curso de Fisioterapia do UNI-BH

³ Profa. Ms. do Curso de Fisioterapia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, campus de Betim, MG

⁴ Fisioterapeuta; Prof. Dr. do DCBAS do UNI-BH

ENDEREÇO PARA
CORRESPONDÊNCIA

Evanirso S. Aquino
Av. Prof. Mário Werneck 2368
ap.703 Buritis
30575-180 Belo Horizonte MG
e-mail:
evanirso-aquino@uol.com.br

Uma versão deste estudo foi apresentada ao congresso Chest 2005 Scientific Highlights, 2005, Montréal, Canada.

APRESENTAÇÃO
ago. 2009

ACEITO PARA PUBLICAÇÃO
jan. 2010

RESUMO: Este estudo buscou correlações entre a composição corporal (aferida por métodos indiretos) e força, resistência da musculatura respiratória e capacidade de exercício em portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Os 30 voluntários, idosos, foram divididos em três grupos, dois de pacientes com DPOC, estáveis e controlados clinicamente, e um grupo controle, com indivíduos sem doenças pulmonares, selecionados na mesma faixa etária e biótipo daqueles com DPOC. Todos foram submetidos a espirometria e medidas das pressões respiratórias máximas para avaliação da força dos músculos respiratórios, teste de resistência dos músculos respiratórios, teste de caminhada de seis minutos (TC6'), medidas de dobras cutâneas e índice de massa corporal (IMC). Os sujeitos (6 mulheres e 24 homens) foram divididos em: grupo A, n=11, com DPOC moderado a grave (idade 69,5±10,5 anos, IMC 24,00±3,66 kg/m²); grupo B, n=10, com DPOC leve (71,1±8,1 anos, IMC 24,41±0,58 kg/m²); e grupo C controle, n=9 (70,1±5,9 anos, IMC 27,44±1,33 kg/m²). Apenas os valores de porcentagem de gordura corporal e distância caminhada (no TC6') apresentaram diferenças significativas entre os grupos. Os resultados não indicaram correlação significativa entre as variáveis analisadas. Embora a literatura aponte o estado nutricional como um dos fatores do comprometimento respiratório na DPOC, não foi encontrada correlação entre a composição corporal e os parâmetros respiratórios nos pacientes estudados.

DESCRIPTORES: Composição corporal; Doença pulmonar obstrutiva crônica; Força muscular; Músculos respiratórios

ABSTRACT: This study searched for correlations between body composition (assessed by indirect methods) and respiratory muscle strength, endurance and exercise capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). Thirty elderly subjects were divided into two groups of COPD patients, in clinically stable condition, and a control group, of subjects with no respiratory disease, selected so as to match COPD patients' age and biotype. All subjects were submitted to spirometry, maximal respiratory pressures for assessing respiratory muscle strength, respiratory muscle endurance test, the six minute walking test (TC6'), and to skin folds and body mass index (BIM) measurements. Subjects (6 women, 24 men) were divided into: group A, with moderate to severe COPD, n=11 (aged 69.5±10.5, BIM 24.00±3.66 kg/m²); group B with mild COPD, n=10 (aged 71.1±8.1, BIM 24.41±0.58 kg/m²); and control group C, n=9 (aged 70.1±5.9, BMC 27.44±1.33 kg/m²). Significant differences between the groups were found only in body fat percent and distance walked in the TC6'. Results showed no significant correlations between the analysed variables. Though literature consensually points to the nutritional status as a factor for respiratory impairment in COPD patients, no significant correlations could be found between body composition and the analysed respiratory parameters among this study subjects.

KEY WORDS: Body composition; Muscle strength; Pulmonary disease, chronic obstructive; Respiratory muscles

INTRODUÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é considerada um problema de saúde pública, sendo a décima segunda enfermidade mais prevalente no mundo. A Organização Mundial de Saúde fez uma estimativa de que em 2020 essa doença ocupará a quinta posição no ranking mundial^{1,2}. De acordo com as definições da Gold – Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease², a DPOC é caracterizada por uma limitação progressiva ao fluxo aéreo, que não é totalmente reversível, e está associada a uma resposta inflamatória anormal dos pulmões a partículas ou gases nocivos.

Durante a evolução da doença é comum ocorrer um balanço energético negativo, que pode estar associado ao aumento da demanda calórica e à redução da ingestão de alimentos. Isso, por sua vez, pode desencadear um estado de caquexia^{3,4}. O prejuízo no estado nutricional dos pacientes com DPOC está relacionado à perda gradual de peso, resultando em baixo peso corporal e redução de medidas antropométricas⁴. Os distúrbios nutricionais evidenciados nesses pacientes podem ser responsáveis por anormalidades da musculatura periférica como, por exemplo, atrofia, fraqueza, alterações morfológicas e alterações da capacidade metabólica, com conseqüente diminuição da capacidade funcional e da qualidade de vida^{3,5,6}.

Segundo Arora e Rochester⁷, a má nutrição também afeta a composição e a função dos músculos respiratórios, reduzindo sua força. Ainda segundo esses autores, todo o grupo muscular envolvido na respiração é afetado pela desnutrição. Outros autores⁸ relatam que a diminuição da massa dos músculos respiratórios reduz a capacidade do sistema ventilatório nas respostas ao aumento das cargas elásticas e resistivas durante os exercícios ou durante exacerbações respiratórias. O quadro de má nutrição associado à limitação crônica ao fluxo aéreo e a hiperinsuflação põem os músculos inspiratórios em desvantagem mecânica, agravando ainda mais a dispnéia^{9,10}.

A redução da ventilação voluntária máxima também foi descrita como um reflexo da diminuição da resistência da musculatura respiratória. Em pacientes

com aumento do trabalho respiratório, como os pacientes com DPOC, uma resistência diminuída pode predispor à ocorrência de falência respiratória⁷. Além disso, nesses pacientes, quando uma carga excessiva é imposta à musculatura corporal durante a prática de atividades físicas, observa-se uma limitação devido à sobrecarga nos músculos respiratórios¹¹.

As avaliações nutricionais baseadas em medidas antropométricas na DPOC são de grande importância, pois a depleção da massa magra contribui significativamente para o metabolismo anaeróbico precoce e para a diminuição do volume de oxigênio (VO_2) durante a prática de exercícios¹². Também já foi relatado que a redução do peso corporal e a redução da massa magra nos pacientes é conseqüência primária de um distúrbio no balanço energético¹³.

Na prática clínica comumente são utilizados alguns métodos antropométricos para avaliação da composição corporal, como o índice de massa corporal, a circunferência de braço e as pregas cutâneas, que são vantajosos por não serem invasivos, serem de rápida realização, baixo custo e não requererem colaboração ativa do paciente⁴.

O objetivo deste estudo foi verificar possível correlação entre o estado nutricional e parâmetros respiratórios em pacientes com DPOC, estimando-se o estado nutricional pela avaliação da composição corporal por métodos indiretos, e avaliando a força e a resistência da musculatura respiratória.

METODOLOGIA

Este foi um estudo transversal. Foi iniciado após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Centro Universitário de Belo Horizonte, tendo-se obtido o consentimento por escrito dos voluntários participantes.

Os indivíduos selecionados foram divididos em três grupos, sendo dois grupos de pacientes com diagnóstico de DPOC e um grupo controle. Os pacientes com DPOC, recrutados em unidades básicas de saúde, deveriam estar em acompanhamento médico regular, sem crises ou exacerbações há pelo menos três meses e estáveis clinicamente no

que diz respeito aos níveis de pressão arterial e oxigenação sanguínea. O grupo controle foi composto por indivíduos sem doenças pulmonares prévias, selecionados na mesma faixa etária e biotipo dos pacientes com DPOC. Foram incluídos pacientes com DPOC com classificação leve, moderada e grave de acordo com a Gold². Os pacientes que apresentaram doenças cardiovasculares graves, disfunções neuromusculares e osteoarticulares, disfunções neuropsiquiátricas, desordens endócrinas graves e cirurgia recente foram excluídos^{14,15}.

A amostra compôs-se de 30 indivíduos, seis mulheres e 24 homens, divididos em: grupo A (n=11), de pacientes com DPOC grau moderado a grave; grupo B (n=10) de pacientes com DPOC grau leve; e grupo C, controle (n=9).

Todos os participantes foram submetidos inicialmente a uma avaliação fisioterapêutica composta de identificação, história clínica e exame físico. Também foi realizada a prova de função pulmonar (espirometria), com o espirógrafo Microlab 3500, que permitiu avaliar parâmetros como a capacidade vital forçada (CVF), o volume expiratório forçado de primeiro segundo (VEF1) e o índice de Tiffeneau (VEF1/CVF). Para calcular dos valores de referência previstos foram utilizadas equações já estabelecidas na literatura¹⁶. Como indicador de força dos músculos respiratórios foram avaliadas as pressões inspiratória (PImáx) e expiratória (PEmáx) máximas, de acordo com o método proposto por Black e Hyatt¹⁷, por meio de um manovacuômetro Gerar (MV-300/300, Brasil). Para o teste de resistência dos músculos respiratórios foi utilizado um protocolo incremental^{18,19} com um aparelho de resistência linear pressória Threshold IMT e Threshold PEP. Os testes de resistência dos músculos inspiratórios e expiratórios foram iniciados com uma carga de 15% da PImáx e 10% da PEmáx respectivamente. Essas cargas eram aumentadas em 5 cmH₂O a cada dois minutos até que o voluntário não fosse mais capaz de tolerar a carga imposta. A carga máxima considerada foi aquela que o voluntário foi capaz de sustentar por um minuto ou mais.

O teste de caminhada de seis minutos (TC6') foi aplicado de acordo com as diretrizes da American Thoracic Society²⁰, em uma pista plana, reta, com superfície rígida e comprimento de 30,6 metros.

Durante todo o teste os voluntários foram monitorados constantemente quanto à frequência cardíaca (FC) por meio de freqüencímetro portátil (Polar Electro Oy, Model 90440, Kempele, Finlândia) e à saturação de oxigênio (SpO₂), por meio da oximetria de dedo (Nonim Medical, INC Model 9500 Finger Pulse Oximeter, USA). Os pacientes que já usavam oxigênio contínuo permaneceram com sua utilização durante o teste e os que apresentaram saturação abaixo de 88% em ar ambiente também usaram oxigênio até que atingissem SpO₂ adequada, igual ou maior a 90%, de acordo com Carter *et al.*²¹. Os participantes fizeram o teste duas vezes; se a diferença da distância caminhada entre os dois fosse superior a 10%, um terceiro teste era realizado. Foi assegurado um intervalo mínimo de 30 minutos entre os testes.

A avaliação nutricional consistiu em medição antropométrica de dobras cutâneas e circunferência de braço, e cálculo do índice de massa corporal (IMC). Foram mensuradas as seguintes pregas cutâneas: tríceps, subescapular, suprailíaca, abdominal, peitoral, medioaxilar e coxa, por meio de adipômetro (Sanny-medical Clinical do Brasil). O IMC é calculado como o peso em quilogramas dividido pelo quadrado da altura em metros. As medidas de circunferência de braço foram tomadas no membro superior não-dominante, com o braço pendente e relaxado ao lado do corpo, no ponto médio entre o acrômio e o olécrano. Foram feitas três medidas e considerada a média dos dois valores mais próximos²². A análise e classificação das medidas antropométricas tiveram como referência as equações propostas pela American College of Sports Medicine²³ e foram realizadas pelo mesmo avaliador, após treinamento prévio, a fim de evitar discrepância entre os valores mensurados. Para cada variável foram feitas quatro medições sucessivas e a diferença entre as medidas não poderia ultrapassar 0,1 mm. O valor final foi estimado pela média aritmética das medidas.

Os voluntários dos três grupos foram avaliados sempre pelo mesmo fisioterapeuta em ambiente tranquilo, sem interferências. Todos os procedimentos foram realizados no mesmo dia e sempre na mesma seqüência. Entre os procedimentos de espirometria, avaliação de

força e resistência da musculatura respiratória e TC6' o voluntário descansou por 30 minutos. Caso os pacientes com DPOC apresentassem queda da saturação de oxigênio durante qualquer um dos procedimentos, era oferecido oxigênio suplementar e, se necessário, os testes eram interrompidos.

A análise estatística foi feita por meio do programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Na comparação entre os grupos foi aplicada a análise de variância Anova. As correlações foram verificadas pelo teste de correlação de Pearson. Todos os resultados foram considerados significativos ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Todos os indivíduos selecionados ($n=30$) completaram o estudo. As médias de idade dos voluntários foram: do grupo A (DPOC moderado a grave), $69,5 \pm 10,5$ anos; do grupo B (DPOC leve), $71,1 \pm 8,1$ anos; e do grupo C (controle), $70,1 \pm 5,9$ anos. Quanto ao peso corporal, 96,7% dos voluntários apresentaram peso ideal ou estavam acima do peso. Também foi

observado que os integrantes do grupo C tinham IMC maior que o grupo B ($27,44 \pm 1,33$ e $24,41 \pm 0,58$, respectivamente), e o grupo B, por sua vez, apresentou IMC maior que o grupo A ($24,00 \pm 3,66$).

Os valores obtidos da força dos músculos inspiratórios e expiratórios, mensurados pela Plmáx e PEmáx, do tempo de resistência dos músculos respiratórios na inspiração e na expiração, da distância caminhada no TC6', da circunferência de braço e da porcentagem de gordura corporal são apresentados na Tabela 1.

A Tabelas 2 e 3 mostram as comparações múltiplas entre os grupos em relação à força e resistência dos músculos respiratórios, distância caminhada no TC6', circunferência de braço e % de gordura corporal. Como pode ser observado, não foi encontrada diferença significativa entre os grupos quanto à força ou à resistência dos músculos respiratórios. Entretanto, a distância caminhada no TC6' foi significativamente menor no grupo A quando comparada aos grupos B e C. Os grupos A e B apresentaram porcentagem de gordura significativamente menor que o grupo C.

Tabela 1 Valores mensurados (média±desvio padrão) das pressões máximas inspiratória (Plmáx) e expiratória (PEmáx), da resistência (Res), distância caminhada no TC6', circunferência (Circ) de braço e porcentagem de gordura dos voluntários dos grupos A, B e C

Variáveis	Grupo A (n=11)	Grupo B (n=10)	Grupo C (n=9)
Plmáx (cmH ₂ O)	72,72±21,49	99,00±31,07	98,88±21,47
PEmáx (cmH ₂ O)	96,36±31,07	134,00±41,95	111,11±49,61
Res inspiratória (s)	516,36±267,07	863,70±449,05	632,78±277,93
Res expiratória (s)	596,91±273,47	574,70±291,68	666,00±267,65
Distância TC6' (m)	367,2±126,7	533,3±99,6	580,5±46,3
Circ de braço (mm)	27,5±3,6	27,5±2,9	30,9±3,6
% de gordura	17,4±5,1	16,9±2,9	23,4±6,7

Grupo A – DPOC moderado a grave; grupo B – DPOC leve; grupo C – controle; TC6' = teste de caminhada de 6 minutos

Tabela 2 Comparação múltipla entre os grupos (média e valor de p) da força (Plmáx e PEmáx) e resistência (Res) da musculatura respiratória, e da distância caminhada no TC6'

Grupos	Plmáx(cmH ₂ O)		PEmáx(cmH ₂ O)		Res insp (s)		Res exp (s)		Dist TC6' (m)	
	Média	p	Média	p	Média	p	Média	p	Média	p
A x B	26,27	0,07	-37,64	0,13	-347,34	0,83	22,21	1,00	-166,05	0,002
A x C	26,16	0,08	-14,75	1,00	-116,41	1,00	-69,09	1,00	-213,26	0,001
B x C	-0,11	1,00	22,89	0,70	230,92	0,46	-91,30	1,00	-47,20	0,93

Grupo A – DPOC moderado a grave; grupo B – DPOC leve; grupo C – controle; insp = inspiratória; exp = expiratória; Dist = distância caminhada; TC6' = teste de caminhada de 6 minutos

Tabela 3 Comparação múltipla entre os grupos (média e valor de *p*) da circunferência (Circ) de braço e porcentagem de gordura

Grupos	Circ braço (mm)		% de gordura	
	Média	<i>p</i>	Média	<i>p</i>
A x B	3,73	1,00	0,52	1,00
A x C	-3,36	0,10	-5,95	0,04
B x C	-3,39	0,11	-6,48	0,03

Grupo A – DPOC moderado a grave; grupo B – DPOC leve; grupo C – controle

As correlações calculadas entre as variáveis antropométricas, a força e resistência dos músculos respiratórios e a distância caminhada no TC6' não foram significativas (Tabela 4).

DISCUSSÃO

A associação entre a doença pulmonar crônica grave e a perda de peso é um fenômeno reconhecido há tempos, mas persiste a incerteza se a perda de peso é consequência da doença ou se é fator de risco. Por décadas, pensou-se que a desnutrição era consequência inevitável na doença. Mas alguns estudos sugerem que indivíduos susceptíveis à DPOC parecem ser mais magros que os não susceptíveis^{24,25-27}.

Neste estudo, os pacientes com DPOC classificada como moderada a grave mostraram uma força da musculatura inspiratória (PImáx) menor que os indivíduos sem alterações respiratórias, entretanto sem diferenças significativas (Tabela 2), assim como foi descrito por Laghi e Tobin²⁷. Sabe-se que a hiperinflação, observada nos pacientes com DPOC, provoca uma desvantagem mecânica no desempenho da musculatura respiratória, pois leva à retificação e encurtamento do diafragma, além de causar alterações celulares e moleculares que serão responsáveis por mudanças no comprimento de suas fibras, consequentemente reduzindo sua força de produção^{28,29}. Portanto, a caquexia pulmonar gerada pela fraqueza muscular, bem como pela perda da capacidade oxidativa dos músculos, é responsável pela menor capacidade energética e mais estresse oxidativo, o que pode cursar com perda de massa muscular.

Um estudo demonstrou que a funcio-

Tabela 4 Correlação (*r* e *p*) entre os métodos indiretos de avaliação nutricional com a força (PImáx e PEmáx) e resistência (Res) da musculatura respiratória e distância caminhada no TC6'

Variáveis	% de gordura		Circ de braço		IMC	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
PImáx	0,20	0,91	-0,02	0,92	0,38	0,84
PEmáx	0,064	0,74	0,16	0,40	-0,04	0,83
Res insp	0,69	0,71	0,15	0,43	0,06	0,74
Res exp	-0,22	0,23	-0,33	0,78	-0,31	0,08
Dist TC6'	0,11	0,55	0,26	0,17	0,21	0,25

Grupo A – DPOC moderado a grave; grupo B – DPOC leve; grupo C – controle; insp = inspiratória; exp = expiratória; Dist = distância caminhada; TC6' = teste de caminhada de 6 minutos

nalidade, a massa muscular e a espessura do diafragma em pacientes estáveis com DPOC sem alteração de peso corporal, são similares quando comparados a indivíduos normais com o mesmo volume pulmonar³⁰. O mesmo estudo também encontrou que, a partir dos 40 anos, o indivíduo apresenta uma redução fisiológica da força e da resistência da musculatura respiratória, independente de doenças pulmonares. Estas podem ser explicações para os resultados de PImáx encontrados entre os grupos (Tabela 1).

Os resultados das medidas de PEmáx no presente estudo foram semelhantes aos de alguns estudos^{27,29}, suportando a hipótese de que pacientes com DPOC podem apresentar fraqueza muscular generalizada. Os mecanismos que contribuem para essa fraqueza global são distúrbios eletrolíticos, hipoxemia, hipercapnia, descompensação cardíaca e perda de peso associada à perda muscular.

Não houve diferença significativa entre os grupos quanto à força da musculatura respiratória (Tabela 2). Já foi demonstrada menor força da musculatura respiratória em pacientes com DPOC com perda de peso, mas não em pacientes sem perda de peso ou no grupo controle^{6,30}. Esses resultados sugerem que pacientes com DPOC sem perda de peso podem ainda manter a força e massa da musculatura respiratória, em função do menor estresse oxidativo.

A resistência dos músculos respiratórios pode estar aumentada em pacientes com DPOC. Segundo Laghi e Tobin²⁷, isso ocorre devido a adaptações como a remodelação da musculatura, em que há um aumento da concentração de mitocôndrias e uma mudança na composição da fibra muscular (aumento

da proporção de fibras tipo I, mais resistentes à fadiga). Essa maior resistência também foi observado neste estudo.

Em relação ao IMC, um estudo³⁰ observou que apenas três (6,6%) de 45 pacientes com DPOC grave apresentavam IMC menor que 20 kg/m². Da mesma forma, outro estudo prospectivo amplo, com 3.126 pacientes com DPOC estudados na cidade de Barcelona, também encontrou que apenas 6,6% dos pacientes apresentavam IMC inferior a 20 kg/m²³¹. No presente estudo foram observados resultados semelhantes, pois a prevalência de baixo peso corporal foi de apenas 3,3%, embora os grupos de pacientes com DPOC tenham apresentado uma porcentagem de gordura significativamente menor que o grupo controle (Tabela 3).

É consenso na literatura que um precário estado nutricional, evidenciado pela perda de peso, pode comprometer os músculos respiratórios e periféricos, levando os pacientes a poder apresentar intolerância ao exercício: cerca de 40% dos pacientes com DPOC apresentam intolerância à realização de atividades físicas em função da fraqueza muscular³². Na literatura, já foram encontradas correlações significativas da função dos músculos respiratórios com alguns parâmetros antropométricos e de função pulmonar⁶. Entretanto, neste estudo não foi observada correlação significativa entre as variáveis nutricionais, força, resistência dos músculos respiratórios e a distância caminhada no TC6'. A perda muscular está freqüentemente mascarada em pacientes com DPOC: os pacientes podem apresentar peso corporal aumentado que, na verdade, corresponde ao edema e não à gordura. Então, pode-se afirmar que uma das limitações

do presente estudo foi ter utilizado o IMC para estimativa da composição corporal dos pacientes, já que esse parâmetro não dá indicação precisa dessa composição, embora também tenha

sido usada a estimativa de porcentagem de gordura corporal.

nutricional como um dos fatores do comprometimento respiratório na DPOC, neste estudo não foi encontrada correlação entre a composição corporal e os parâmetros respiratórios dos pacientes.

CONCLUSÃO

Embora a literatura aponte o estado

REFERÊNCIAS

- 1 Yaksic MS, Tojo M, Cukier A, Stelmach R. Perfil de uma população brasileira com doença pulmonar obstrutiva crônica grave. *J Pneumol.* 2003;29(2):64-8.
- 2 GOLD – Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: NHLBI/WHO workshop report. Bethesda: National Heart, Lung and Blood Institute, 2001. (NIH Publication #2701:1-100).
- 3 Wouters EF. Muscle wasting in chronic obstructive pulmonary disease: to bother and to measure. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006;173(1):4-5.
- 4 King DA, Cordova F, Scharf SM. Nutritional aspects of chronic obstructive pulmonary disease. *Proc Am Thorac Soc.* 2008;5(4):519-23.
- 5 Heijdra YF, Pinto-Plata V, Frants R, Rassulo J, Lawrence K, Celli BR. Muscle strength and exercise kinetics in COPD patients with a normal fat-free mass index are comparable to control subjects. *Chest.* 2003;124(1):75-82.
- 6 Terzano C, Ceccarelli D, Conti V, Graziani E, Ricci A, Petroianni A. Maximal respiratory static pressures in patients with different stages of COPD severity. *Respir Res.* 2008;21:9-8.
- 7 Arora NS, Rochester DF. Respiratory muscle strength and maximal voluntary ventilation in undernourished patients. *Am Rev Respir Dis.* 1982;126(1):5-8.
- 8 Ferreira IM, Verreschi IT, Nery LE, Goldstein RS, Zamel N, Brooks D, et al. The influence of 6 months of oral anabolic steroids on body mass and respiratory muscles in undernourished COPD patients. *Chest.* 1998;114(1):19-28.
- 9 Sahebajami H, Sathianpitayakul E. Influence of body weight on the severity of dyspnea in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Resp Crit Care Med.* 2000;161(3 Pt 1):886-90.
- 10 Riera HS, Rubio TM, Ruiz FO, Ramos PC, Otero DDC, Hernandez TE, et al. Inspiratory muscle training in patients with COPD: effect on dyspnea, exercise performance, and quality of life. *Chest.* 2001;120(1):748-56.
- 11 Hamnegard CH, Bake B, Moxham J, Polkey MI. Does undernutrition contribute to diaphragm weakness in patients with severe COPD? *Clin Nutr.* 2002;21(3):239-43.
- 12 Eisner MD, Blanc PD, Sidney S, Yelin EH, Lathon PV, Katz PP, et al. Body composition and functional limitation in COPD. *Respir Res.* 2007;29:8-7.
- 13 Engelen MPKJ, Wouters EFM, Deutz NEP, Does JD, Schols AMWJ. Effects of exercise on amino acid metabolism in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001;163(4):859-64.
- 14 Engelen MPKJ, Schols AMWJ, Does JD, Wouters EFM. Skeletal muscle weakness is associated with wasting of extremity fat-free mass but not with airflow obstruction in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Clin Nutr.* 2000;71(2):733-8.
- 15 Steiner MC, Barton RL, Singh SJ, Morgan MDL. Nutritional enhancement of exercise performance in chronic obstructive pulmonary disease: a randomised controlled trial. *Thorax.* 2003;58(9):745-51.
- 16 Pereira CAC, Neder JA. Diretrizes para testes de função pulmonar 2002. *J Pneumol.* 2002;28(Supl 3):S1-S41.
- 17 Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis.* 1969;99(5):696-702.
- 18 De Jong W, van Aalderen WN, Kraan J, Koeter GH, van der Shans CP. Inspiratory muscle training in patients with cystic fibrosis. *Respir Med.* 2001;95(1):31-6.
- 19 Johnson PH, Cowley AJ, Kinnear WJM. Incremental threshold loading: a standard protocol and establishment of a reference range in naïve normal subjects. *Eur Respir J.* 1997;10(12):2868-71.
- 20 Crapo RO, Casaburi R, Coates AL, Enright PL, MacIntyre NL, McKay RT, et al. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(1):111-7.
- 21 Carter R, Holiday DB, Nwasuruba C, Stocks J, Grothues C, Tiep B. 6-Minute walk work for assessment of functional capacity in patients with COPD. *Chest.* 2003;123(5):1408-15.
- 22 Lebzelter J, Klainman E, Yarmolovsky A, Sulkes J, Fink-Krelbaum T, Kramer MR, et al. Relationship between pulmonary function and unsupported arm exercise in patients with COPD. *Monaldi Arch Chest Dis.* 2001;54(4):309-14.
- 23 Balady GJ, Berra KA, Golding LA, Gordon NE, Mahler DA, Myers JN, et al. Diretrizes do American College of Sports Medicine para os testes de esforço e sua prescrição. 6a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003. Cap.4, p.42-6.
- 24 Hitzl AP, Jörres RA, Heinemann F, Pfeifer M, Budweiser S. Nutritional status in patients with chronic respiratory failure receiving home mechanical ventilation: impact on survival. *Clin Nutr.* 2009;29(1):65-71.
- 25 Girón R, Matesanz C, García-Río F, Santiago E, Mancha A, Rodríguez-Salvanés F, et al. Nutritional state during COPD exacerbation: clinical and prognostic implications. *Ann Nutr Metab.* 2009;54:52-8.
- 26 Ferreira IM. Doença pulmonar obstrutiva crônica e desnutrição: por que não estamos vencendo a batalha. *J Pneumol.* 2003;29(2):107-15.
- 27 Laghi F, Tobin MJ. Disorders of respiratory muscles. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;168(1):10-48.
- 28 Schols AM, Gosker HR. The pathophysiology of cachexia in chronic obstructive pulmonary disease. *Curr Opin Support Palliat Care.* 2009;3:282-7.
- 29 Ottenheim CA, Heunks LM, Dekhuijzen RP. Diaphragm adaptations in patients with COPD. *Respir Res.* 2008;24:9-12.
- 30 Pascual JM, Carrión F, Sánchez B, Gonzáles C. Alteraciones nutricionales em pacientes com enfermedad pulmonar obstructiva crónica avanzada. *Med Clin (Barc).* 1996;107(13):486-9.
- 31 Nishimura Y, Tsutsumi M, Nakata H, Tsunenari T, Maeda H, Yokoyama M. Relationship between respiratory muscle strength and lean body mass in men with COPD. *Chest.* 1995;107(5):1232-6.
- 32 Wüst RC, Degens H. Factors contributing to muscle wasting and dysfunction in COPD patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2007;2:289-300.