



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

GUALBERTO RUAS

**INFLUÊNCIA DA COMPOSIÇÃO CORPORAL NA CAPACIDADE FUNCIONAL
E EFEITOS DO TREINAMENTO DE ALTA E BAIXA INTENSIDADE NA
MUSCULATURA INSPIRATÓRIA EM INDIVÍDUOS COM DPOC GRAVE E
DESNUTRIDOS**

São Carlos – SP

2013

GUALBERTO RUAS

**INFLUÊNCIA DA COMPOSIÇÃO CORPORAL NA CAPACIDADE FUNCIONAL
E EFEITOS DO TREINAMENTO DE ALTA E BAIXA INTENSIDADE NA
MUSCULATURA INSPIRATÓRIA EM INDIVÍDUOS COM DPOC GRAVE E
DESNUTRIDOS**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Fisioterapia, área de concentração: Processos de avaliação e intervenção em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Mauricio Jamami

São Carlos – SP

2013

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

R894ic

Ruas, Gualberto.

Influência da composição corporal na capacidade funcional e efeitos do treinamento de alta e baixa intensidade na musculatura inspiratória em indivíduos com DPOC grave e desnutridos / Gualberto Ruas. -- São Carlos : UFSCar, 2013.

87 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2013.

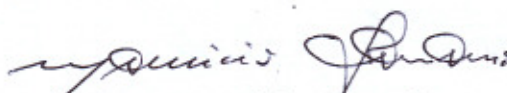
1. Fisioterapia. 2. Composição corporal. 3. Absorciometria duo-energética. 4. DPOC (Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica). 5. Disfunção diafragmática. 6. Exercícios respiratórios - treinamento. I. Título.

CDD: 615.82 (20^a)

FOLHA DE APROVAÇÃO

Membros da Banca Examinadora para Defesa de Tese de Doutorado de GUALBERTO RUAS, apresentada ao programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos.

Banca Examinadora


Prof. Dr. Mauricio Jamami

(UFSCar)


Prof. Dr. Nivaldo Antonio Parizotto

(UFSCar)


Profa. Dra. Luciana Maria Malosa Sampaio Jorge

(UNINOVE)


Profa. Dra. Suraya Gomes Novais Shimano

(UFTM)


Profa. Dra. Kamilla Tays Marrara

(UNICEP)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho....

A minha adorada e amada mãe “Dona Maria”, pelas palavras de apoio,
dedicação e principalmente pelo próprio esforço de estar comigo.

Aos meus irmãos Gualter, Rosangela, Meire e meus lindos sobrinhos Karina, Karolina,
Nayana, Willian, Maria Fernanda e ao Luquinha pela paciência e apoio.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Inicialmente gostaria de agradecer a um grande amigo, DEUS, que tem sido muito generoso em minha vida, me privilegiando com uma família maravilhosa, amigos inseparáveis e grandes mestres inspiradores.

Ao meu orientador Prof. Dr. Mauricio Jamami pela sua amizade, pela confiança, pelo seu exemplo de luta e persistência. Agradeço muito a oportunidade que me deste em ser hoje um fisioterapeuta e agora um professor universitário. Muito obrigado.

A Prof^a Luciana K. Jamami pelo exemplo de dedicação e por estar sempre disponível a ajudar e trocar informações.

A todos que de alguma maneira me ajudaram a concluir este trabalho e me deram o incentivo para levá-lo adiante.

Aos meus colegas da Unidade Especial de Fisioterapia Respiratória pelo apoio.

Aos pacientes e voluntários que participaram deste estudo pela compreensão e paciência.

Aos meus alunos e orientandos do curso de Fisioterapia da Universidade Federal do Triângulo Mineiro pela compreensão e paciência.

Aos professores da banca examinadora: Profa. Dra. Kamilla, Prof. Dr. Nivaldo, Profa. Dra. Suraya, Profa. Dra. Lislei, Prof. Dr. Dirceu, Profa. Dra. Renata, Profa. Dra. Luciana, por aceitarem o convite e pelas valiosas críticas e contribuições.

RESUMO

A tese constou de dois estudos descritos a seguir. O estudo I, intitulado: *“A influência da composição corporal avaliada pela absorciometria duo-energética na capacidade funcional em portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica”*, teve como objetivo analisar a influência da composição corporal avaliada pela absorciometria duo-energética na capacidade funcional em portadores de DPOC. Foram avaliados 11 indivíduos do sexo masculino portadores de DPOC, sendo 7 com obstrução moderada e 4 grave (Grupo DPOC - GDPOC) e 11 indivíduos sedentários do sexo masculino (Grupo Controle - GC), por meio da absorciometria duo-energética para avaliar a composição corporal, bem como pelo teste de caminhada de seis minutos (TC6) e teste do degrau (TD6) para avaliar a capacidade funcional. Não houve diferenças significantes intergrupos na idade, peso, altura e índice de massa corporal (IMC). No entanto, o GDPOC apresentou Capacidade Vital Forçada (CVF), Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo (VEF₁), relação VEF₁/CVF, Ventilação Voluntária Máxima (VVM), Distância Percorrida (DP) e Número de Degraus (ND) significativamente menores que o GC ($p \leq 0,05$, teste *t* Student). A Massa Óssea Corporal (MOC), % MOC, Massa Magra (MM), % MM e MM do Membro Inferior Direito (MID) e Membro Inferior Esquerdo (MIE) no GDPOC foram significativamente menores que no GC obtendo correlações positivas estatisticamente significantes com a DP no TC6 e ND no TD6 ($p \leq 0,05$; correlação de *Pearson*). Concluímos que a composição corporal é um importante fator de prognóstico para pacientes com DPOC, o que reforça a importância da avaliação da composição corporal pela absorciometria duo-energética uma vez que tem demonstrado precisão satisfatória na prática clínica. Além disso, é um parâmetro de avaliação e reavaliação útil em programas de reabilitação pulmonar.

Na sequência, o estudo II intitulado “*Efeitos do treinamento de alta e baixa intensidade na musculatura inspiratória em indivíduos com DPOC grave e desnutridos*”, que objetivou verificar e analisar os efeitos do treinamento de alta e baixa intensidade na musculatura inspiratória em indivíduos com DPOC grave e desnutridos. Foram avaliados 32 homens com DPOC grave e desnutridos, divididos em dois grupos (G1 e G2). As avaliações do grau de dispneia, prova de função pulmonar, P_{Imáx}, DP, SGRQ e MD foram realizadas no pré-treinamento e após 12 semanas de treinamento. Observou-se que o G1 obteve aumento significativo da VVM, P_{Imáx}, DP e MD, e diminuições significantes na MRC_m e das porcentagens do SGRQ em 12 semanas de treinamento, os quais se mantiveram após 12 semanas sem treinamento. O G2 apresentou o mesmo comportamento quando comparado com o G1 em 12 semanas de treinamento, porém os valores voltaram aos iniciais na VVM, MRC_m, MD e as variáveis P_{Imáx} e DP apresentaram valores abaixo da avaliação inicial, e as porcentagens do SGRQ aumentaram significativamente após 12 semanas sem treinamento. Na análise intergrupo (12-12 semanas) o G1 apresentou valores maiores na VVM, P_{Imáx}, DP e MD e valores menores nas porcentagens do SGRQ quando comparado com o G2. Na comparação das 24-24 semanas, o G2 apresentou valores menores na VVM, P_{Imáx}, DP e MD e aumentos significantes na MRC_m e nas porcentagens do SGRQ quando comparados com G1. O TMI de alta e baixa intensidade proporcionou efeitos benéficos aos indivíduos com DPOC grave e desnutridos, os quais se mantiveram após 12 semanas do treinamento de alta intensidade.

Palavras-chave: Composição Corporal; Absorciometria Duo-energética; Capacidade Funcional; DPOC; desnutrição; treinamento; disfunção diafragmática.

ABSTRACT

The thesis consisted of two studies described below. The study I, entitled: "*The influence of body composition measured by dual-energy absorptiometry functional capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease*", aimed to analyze the influence of body composition assessed by dual-energy x-ray absorptiometry on functional capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). We Eleven male patients with COPD (COPDG), 7 presenting moderate obstruction and 4 severe, and 11 sedentary male subjects (CG) were evaluated by dual-energy x-ray absorptiometry to assess their body composition, all subjects have also performed the 6 minute walk test (6MWT) and step test (6MST) to assess their functional capacity. No significant differences were found between groups for anthropometric data such as age, weight, height and body mass index (BMI). However, the COPDG presented forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in one second (FEV₁), FEV₁/FVC ratio, maximal voluntary ventilation (MVV), walked distance (WD) and number of steps (NS) significantly lower than the CG ($p < 0,05$; Student's *t* test). The body bone mass (BBM), BBM%, Lean Mass (LM), LM%, and right lower limb (RLL) and left lower limb (LLL) were significantly lower in the COPDG when compared with the CG, presenting statistically significant positive correlations with 6MWT on WD and 6MST on NS ($p < 0,05$, *Pearson's* test). We conclude that body composition is an important prognostic factor for patients with COPD, which reinforces the importance of assessing body composition by dual-energy absorptiometry since it has demonstrated with satisfactory accuracy in clinical practice. Moreover, it is a parameter useful evaluation and reassessment in pulmonary rehabilitation programs.

Following the II study entitled: "*Effects of training of high and low intensity in musculature inspiratory in individuals with severe COPD and malnourished*," which

aimed to verify and analyze the effects of training in high and low intensity inspiratory muscles in patients with severe COPD and malnourished. We evaluated 32 men with severe COPD and malnourished, divided into two groups (G1 and G2). Assessments of the degree of dyspnea, pulmonary function test, MIP, WD, SGRQ and DM were performed at pre-training and after 12 weeks of training. We found that G1 got significant increase in MVV, MIP, WD and DM, and significant decreases in the percentages MRCm and SGRQ at 12 weeks of training, which remained after 12 weeks without training. Group 2 showed the same behavior when compared with the G1 at 12 weeks of training, but values returned to the initial MVV, MRCm, DM and MIP and WD had values below the baseline, and the percentage increased significantly SGRQ after 12 weeks without training. In the intergroup analysis (12-12 weeks) G1 showed higher values in MVV, MIP, WD and DM values and smaller percentages in the SGRQ compared with G2. Comparing the 24-24 weeks, G2 showed lower values in MVV, MIP, WD and DM and significant increases in the percentages MRCm and SGRQ compared with G1. The TMI high and low intensity promoted benefits to individuals with severe COPD and malnourished, which were maintained after 12 weeks of high intensity training.

Keywords: body composition; dual-energy absorptiometry; functional capacity; COPD, malnutrition, training, diaphragm dysfunction.

LISTA DE FIGURAS

ESTUDO II

FIGURA 1: Fluxograma de participação dos voluntários do estudo.....54

LISTA DE TABELAS

ESTUDO I

TABELA 1 - Características antropométricas, valores espirométricos, composição corporal, DP e ND dos GC e GDPOC34

TABELA 2 – Correlação entre DP no TC6 e composição corporal nos GC e GDPOC.....35

TABELA 3 – Correlação entre ND no TD6 e composição corporal nos GC e GDPOC.....35

ESTUDO II

TABELA 1: Características demográficas, antropométricas e valores das variáveis iniciais avaliadas dos G1 e G2.....53

TABELA 2: Comparações das variáveis iniciais (0) com 12^a e 24^a semanas do G1.....55

TABELA 3: Comparações das variáveis iniciais (0), 12^a e 24^a semanas do G2.....56

TABELA 4: Comparações das variáveis após TMI de alta e baixa intensidade de 12^a e 24^a semanas entre os G1 e G2.....57

LISTA DE ABREVIATURAS

6MST	<i>6-minute step test</i>
6MWT	<i>6-minute walk test</i>
ATS	<i>American Thoracic Society</i>
AVD's	atividades da vida diária
BBM	<i>body bone mass</i>
BMI	<i>body mass index</i>
CG	<i>control group</i>
cmH ₂ O	centímetro de água
COPD	<i>chronic obstructive pulmonary disease</i>
COPDG	<i>chronic obstructive pulmonary disease group</i>
CR10	<i>Borg then constructed a category (C) ratio (R) scale</i>
CVF	capacidade vital forçada
DEXA	absorciometria duo-energética
DM	<i>diaphragm mobility</i>
DP	distância percorrida
DPOC	doença pulmonar obstrutiva crônica
FEF _{25-75%}	<i>forced expiratory flow between 25-75 percent</i>
FEV ₁	<i>forced expiratory volume in one second</i>
FEV ₁ /FVC	<i>relation forced expiratory volume in one second e forced vital capacity</i>
FM	<i>fat mass</i>
FVC	<i>forced vital capacity</i>
G1	grupo 1
G2	grupo 2
GC	grupo controle
GDPOC	grupo DPOC
GOLD	<i>Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease</i>
HR	<i>heart rate</i>
IMC	índice de massa corporal
IMMC	índice de massa magra corporal

IMT	<i>inspiratory muscle training</i>
Kg/m ²	quilograma por metro ao quadrado
LL	<i>lowr limbs</i>
LLL	<i>left lower limb</i>
LM	<i>lean mass</i>
MD	mobilidade diafragmática
MID	membro inferior direito
MIE	membro inferior esquerdo
MM	massa magra
mm/altura ²	índice de massa magra corporal
MOC	massa óssea corporal
MRCm	<i>Medical Research Council</i> modificada
MVV	<i>maximal voluntary ventilation</i>
ND	número de degraus
NS	<i>number of steps</i>
PEF	<i>peak expiratory flow</i>
PI _{máx}	pressão inspiratória máxima
QV	qualidade de vida
RLL	<i>right lower limb</i>
SD	<i>standard deviation</i>
SGRQ	questionário de QV <i>Saint George Respiratory Questionnaire</i>
SpO ₂	saturação periférica de oxigênio
SVC	<i>slow vital capacity</i>
TC6	teste de caminhada de seis minutos
TD6	teste do degrau de seis minutos
TMI	treinamento da musculatura inspiratória
VEF ₁	volume expiratório forçado no primeiro segundo
VEF ₁ /CVF	relação entre volume expiratório forçado no primeiro segundo com capacidade vital forçada
VVM	ventilação voluntária máxima
WD	<i>walked distance</i>

SUMÁRIO

CONTEXTUALIZAÇÃO.....	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21
ESTUDO I.....	25
RESUMO.....	26
ABSTRACT.....	27
INTRODUÇÃO.....	28
MATERIAIS E MÉTODOS	29
RESULTADOS.....	33
DISCUSSÃO.....	36
REFERÊNCIAS.....	39
ESTUDO II.....	42
RESUMO.....	43
ABSTRACT.....	44
INTRODUÇÃO.....	45
MÉTODO.....	46
RESULTADOS.....	51
DISCUSSÃO.....	58
LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	62
CONCLUSÃO.....	62
REFERÊNCIAS.....	63
ANEXOS.....	67
ANEXO I – CARTA DE ACEITE – Estudo I.....	68
ANEXO II – ARTIGO DO ESTUDO I.....	69
ANEXO III – CARTA DE SUBMISSÃO - Estudo II.....	86
ANEXO IV – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA.....	87

CONTEXTUALIZAÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é caracterizada por obstrução crônica progressiva ao fluxo aéreo e não totalmente reversível, integrada a uma resposta inflamatória atípica dos pulmões à inalação de partículas e/ou gases nocivos, principalmente ao tabagismo (II CONSENSO BRASILEIRO SOBRE DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA, 2004).

Estima-se que 25% dos pacientes ambulatoriais com DPOC grave e 50% dos internados são desnutridos, apresentando quadro de dispneia mais acentuada dificultando a realização das atividades de vida diária (AVD). Além disso, se deparam com a piora da qualidade de vida (QV), intolerância ao esforço e maior número de exacerbações da doença quando comparado com pacientes com DPOC eutróficos (GOLD, 2010).

A incidência da desnutrição associada ao aumento tanto da morbidade quanto da mortalidade em indivíduos com DPOC de moderada a grave varia de 24-35% (II CONSENSO BRASILEIRO SOBRE DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA, 2004) e segundo Waitzberg (2001) o tipo predominante é a marasmática que representa uma forma de adaptação à desnutrição crônica, além disso, sua etiologia é multifatorial, sendo a ingestão inadequada de alimentos e o gasto energético aumentado os dois principais mecanismos envolvidos em sua formação (HUGLI; FITTING, 2003; HALLIN et al., 2006), contribuindo para diminuição na oferta de energia, na composição corporal e na perda de peso (GRÖNBERG et al., 2005).

Segundo Saka (2003), os distúrbios nutricionais causados pela DPOC agravam a falência respiratória, representando um importante fator de redução da capacidade funcional. Sendo assim, esses distúrbios podem ser responsáveis por anormalidades da musculatura periférica como, por exemplo, atrofia, fraqueza, alterações morfológicas e alterações da capacidade metabólica (HEIJDRÁ et al., 2003; TERZANO et al., 2008). Isso

demonstra que a avaliação do estado nutricional e da capacidade funcional de forma precoce e adequada nos portadores de DPOC podem minimizar os agravos clínicos dos pacientes.

Diferentes testes submáximos foram descritos para avaliação da capacidade funcional de pneumopatas (OZALEVLI et al., 2007), neste estudo destacam-se dois, o teste de caminhada de seis minutos (TC6) e o teste do degrau de seis minutos (TD6), pois não foram encontradas pesquisas utilizando esses testes comparando-os com a composição corporal avaliada pela técnica da absorciometria duo-energética (DEXA) de corpo inteiro em pacientes com DPOC.

Segundo Lukaski (1987) a DEXA é considerada como técnica de “padrão-ouro” para avaliação dos compartimentos corporais, uma vez que realiza a medida direta da massa muscular, tecido adiposo e densidade óssea com precisão e acurácia.

Dessa maneira, torna-se necessário avaliar a influência da composição corporal na capacidade funcional, considerando que o peso e a altura isolados não discriminam gordura e massa muscular ou massa magra.

Nesse sentido, na tentativa de avaliar e comparar a influência da composição corporal na capacidade funcional realizou-se o estudo I intitulado: “*A influência da composição corporal avaliada pela absorciometria duo-energética na capacidade funcional em portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica*”, o qual foi submetido e aceito para publicação no periódico: Revista Fisioterapia em Movimento (Anexo I e II).

Por outro lado, a desnutrição opera no sistema respiratório alterando os mecanismos imunológicos de defesa pulmonar e o controle da respiração, além disso, atenua a elasticidade pulmonar, a massa, a força e a resistência dos músculos respiratórios. A deficiência de proteínas e ferro pode causar anemia, com consequente diminuição da capacidade de transporte de oxigênio e a deficiência de vitamina C afeta a síntese de

colágeno, componente importante do tecido conjuntivo de suporte dos pulmões. Adicionado a esse quadro, baixos níveis intracelulares de cálcio, magnésio, fósforo e potássio, afetam negativamente a função dos músculos respiratórios (MÜLLER; COXSON, 2002), diminuindo o volume corrente, a pressão inspiratória máxima (P_{Imáx}), tendendo ao colapso alveolar e inadequada remoção de secreções, predispondo para infecções pulmonares.

Portanto, as principais consequências das alterações morfológicas, funcionais, musculares e pulmonares da desnutrição na DPOC são: redução da massa muscular diafragmática, aumento do volume pulmonar contribuindo para a diminuição da força, da resistência dos músculos respiratórios e da reserva funcional do sistema respiratório, alterando a mobilidade diafragmática (MD) (BARROS, 2003; MÜLLER; COXSON, 2002).

Segundo estudo de Paulin et al. (2007), o diafragma é o músculo que apresenta maior comprometimento em indivíduos com DPOC hiperinsuflados, que tende a retificar diminuindo a zona de aposição, alterando os volumes e capacidades pulmonares, interferindo na ação, na mobilidade e na sua harmonia.

Em consequência de todas essas alterações foram desenvolvidos inúmeros programas de reabilitação pulmonar (RP) como forma de reverter, amenizar a sintomatologia, melhorar a capacidade funcional e a QV.

Dentre os programas de RP, o treinamento da musculatura inspiratória (TMI) tem sido considerado um importante componente da reabilitação pulmonar (NICI et al., 2006) e de acordo com a *American Thoracic Society e European Respiratory Society* (ATS/ERS, 2002) é eficaz e utilizado em indivíduos com diversos distúrbios pulmonares crônicos associados com atrofia, debilidade ou ineficiência dos músculos inspiratórios. Porém, ainda existem controvérsias a respeito das cargas de treinamento e seus efeitos.

Segundo Machado (2008) o treinamento de força usa sobrecarga dos músculos para a aquisição de hipertrofia e o de resistência aumenta a capacidade oxidativa para que as fibras se tornem menos fatigáveis. Os benefícios desse treinamento dependem dos três princípios básicos do treinamento da musculatura: sobrecarga, especificidade e reversibilidade.

Lisboa et al. (1994) e Gross et al. (1980) demonstraram que os protocolos com cargas de 12% e 15% da P_{Imáx} não foram eficazes, ao passo que 30% da P_{Imáx} foi suficiente para produzir os efeitos desejados, como melhora da QV e diminuição da dispneia.

Larson et al. (1988); Kim et al. (1993); Lisboa (1997); Villafranca et al. (1998) e Sanchez-Riera et al. (2001) que realizaram o TMI com cargas de 30% da P_{Imáx}, seis vezes por semana, durante oito semanas, obtiveram melhora na QV, na capacidade funcional e na dispneia.

Já os estudos de Heijdra et al. (1996); Ramirez-Sarmiento et al. (2002); Beckerman et al. (2005) e Hsiao et al. (2003) com cargas de 60% da P_{Imáx}, cinco vezes por semana, durante 10 semanas, obtiveram os mesmos resultados.

Embora existam vários estudos defendendo a importância do TMI (KIM et al., 1993; LARSON et al., 1988; NIELD et al., 1999; SMITH et al., 1992) sua efetividade ainda é bem discutida.

Devido a essa controvérsia existente na literatura atual, o *American College of Chest Physicians/American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation Pulmonary* (ACCP/AACVPR, 1997) considera que o TMI ainda necessita de maiores embasamentos científicos para sustentar um real benefício aos indivíduos com DPOC. Além disso, também não há consenso sobre a eficácia do TMI de alta e baixa intensidade em indivíduos com DPOC grave e desnutridos, bem como seus efeitos após o período de

treinamento. Dessa maneira, com o intuito de verificar os efeitos do TMI de alta e baixa intensidade, realizou-se o estudo II intitulado “*Efeitos do treinamento de alta e baixa intensidade na musculatura inspiratória em indivíduos com DPOC grave e desnutridos*”, o qual foi submetido à Revista Brasileira de Fisioterapia (Anexo III).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN COLLEGE OF CHEST PHYSICIANS; AMERICAN ASSOCIATION OF CARDIOVASCULAR AND PULMONARY REHABILITATION joint ACCP/AACVPR evidence-based guidelines. **Chest**, v.12,p.1363-1396, 1997.

AMERICAN THORACIC SOCIETY/EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY/ATS/ERS. Statement on respiratory muscle testing. **Am J Resp Crit Care Med**, v. 166, p.518-624, 2002.

BARROS, S.E.B. Correlação das pressões respiratórias máximas com o estado nutricional de doentes pulmonares. **Rev Bras Nutr Clin**, v.18, p.123-129, 2003.

BECKERMAN, M. et al. The effects of 1 year of specific inspiratory muscle training in patients with COPD. **Chest**, v.128, p.3177-3183, 2005.

GOLD - Global Strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: (Update 2010), 2010. [acesso 28 Jan. 2013]. Disponível em: <http://www.goldcopd.com/download.asp?intId=554>.

GRÖNBERG, A.M. et al. Dietary problems in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. **J Hum Nutr Diet**, v.18, p.445-452, 2005.

GROSS, D. et al. A. The effect of training on strength and endurance of the diaphragm in quadriplegia. **Am J Med**, v. 68, p.27-35, 1980.

HALLIN, R. et al. Nutrition status, dietary energy intake and the risk of exacerbations in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). **Respir Med**, v. 100, p.561-567, 2006.

HEIJDRRA, Y.F. et al. Muscle strength and exercise kinetics in COPD patients with a normal fat-free mass index are comparable to control subjects. **Chest**, v.124, p.75-82, 2003.

HEIJDRRA, Y.F. et al. Nocturnal saturation improves by target-flow inspiratory muscle training in patients in patients with COPD. **Am J Respir Crit Care Med**, v.153, p.260-265, 1996.

HSIAO, S.F. et al. Comparison of effectiveness of pressure threshold and targeted resistance devices for inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Formos Med Assoc**, v.102, p.240-245, 2003.

HUGLI, O., FITTING, J.W. Alterations in metabolism and body composition in chronic respiratory diseases. In: Wouters EFM. Nutrition and metabolism in chronic respiratory diseases. London, p.11-22, 2003. [European Respiratory Monography, 24].

II CONSENSO BRASILEIRO SOBRE DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA – DPOC. **J Bras Pneumol**, v.30, p.S1-42, 2004.

KIM, M.J. et al. Inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Nurs Res**, v.42, p.356-62,1993.

LARSON, J.L. et al. Inspiratory muscle training with a pressure threshold breathing device in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Am Rev Respir Dis**, v.138, p. 689-696, 1988.

LISBOA, C., MUÑOZ, V., BEROIZA, T., LEIVA, A., CRUZ, E. Inspiratory muscle training in chronic airflow limitation: comparison of two different training loads with a threshold device. **Eur Respir J**, v.7,p.1266-1274, 1994.

LISBOA, C. Inspiratory muscle training in chronic airflow limitation: effect on exercise performance. **Eur Respir J**, v.10,p.537-542, 1997.

LUKASKI, H.C. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. **Am J Clin Nutr**, v.46,p.537-556, 1987.

MACHADO, M.G.R. **Bases da Fisioterapia Respiratória: terapia intensiva e reabilitação**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.120,2008.

MÜLLER, N.L., COXSON, H. Chronic obstructive pulmonary disease. 4: imaging the lungs in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax**, v.57, p.982-985, 2002.

NICI, L. et al. American Thoracic Society/European Respiratory Society: Statement on pulmonary rehabilitation. **Am J Respir Crit Care Med**, v.12, p.1390-1413,2006.

NIELD, M.A. et al. Inspiratory muscle training protocol using a pressure threshold device. **Arch Phys Med Rehabil**, v.80, p.100-103, 1999.

OZALEVLI, S. et al. Comparison of the set-to-stand test with 6 minutes walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Respir Med**, v.101,p.286-293, 2007.

PAULIN, E. et al. Influence of diaphragmatic mobility on exercise tolerance and dyspnea in patients with COPD. **Respir Med**, v.101,p.2113-18, 2007.

RAMIREZ-SARMIENTO, A. et al. Inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Am J Respir Crit Care Med**, v.166,p.1491-1497, 2002.

SAKA, M. Pulmonary function and nutrition. **Tuberkuloz ve Toraks**, v.51,p.461-466, 2003.

SANCHEZ, R.H. et al. Inspiratory muscle training in patients with COPD: effect on dyspnea, exercise performance, and quality of life. **Chest**, v.120,p.748-756,2001.

SMITH, K. et al. Respiratory muscle training in chronic airflow limitation: a meta-analysis. **Am Rev Respir Dis**, v.145,p.533-539, 1992.

TERZANO, C. et al. Maximal respiratory static pressures in patients with different stages of COPD severity. **Respir Med**, v.21,p.9-8, 2008.

VILLAFRANCA et al. Effects of inspiratory muscle training with an intermediate load on inspiratory power output in COPD. **Eur Respir J**, v.11,p.28-33, 1998.

WAITZBERG, D.L. **Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica**. 3ª Ed. São Paulo: Atheneu, p.100-102, 2001.

ESTUDO I

**A INFLUÊNCIA DA COMPOSIÇÃO CORPORAL AVALIADA PELA
ABSORCIOMETRIA DUO-ENERGÉTICA NA CAPACIDADE FUNCIONAL EM
PORTADORES DE DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA**

**GUALBERTO RUAS, JULIANE MOREIRA NAVES, GABRIEL GOMES
RIBEIRO E MAURICIO JAMAMI**

**PERIÓDICO: REVISTA FISIOTERAPIA EM MOVIMENTO (SUBMETIDO E
ACEITO)**

ESTUDO I

RESUMO

Introdução: O indivíduo com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) pode apresentar uma redução significativa da composição corporal e disfunção muscular periférica influenciando negativamente na capacidade funcional. **Objetivos:** Analisar a influência da composição corporal avaliada pela absorciometria duo-energética na capacidade funcional em portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). **Métodos:** Foram avaliados 11 indivíduos do sexo masculino portadores de DPOC, sendo 7 com obstrução moderada e 4 grave (Grupo DPOC - GDPOC) e 11 indivíduos sedentários do sexo masculino (Grupo Controle - GC), por meio da absorciometria duo-energética para avaliar a composição corporal, e do teste de caminhada de seis minutos (TC6) e teste do degrau (TD6) para avaliar a capacidade funcional. **Resultados:** Não houve diferenças significantes inter-grupos nos dados antropométricos como idade, peso, altura e índice de massa corporal (IMC). No entanto, o GDPOC apresentou Capacidade Vital Forçada (CVF), Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo (VEF_1), relação VEF_1/CVF , Ventilação Voluntária Máxima (VVM), Distância Percorrida (DP) e Número de Degraus (ND) significativamente menores que o GC ($p \leq 0,05$, teste *t* Student). Entretanto a Massa Óssea Corporal (MOC), % MOC, Massa Magra (MM), % MM e MM do Membro Inferior Direito (MID) e Membro Inferior Esquerdo (MIE) no GDPOC foram significativamente menores que no GC obtendo correlações positivas estatisticamente significantes com a DP no TC6 e ND no TD6 ($p \leq 0,05$, teste de Pearson). **Conclusão:** Em conclusão, os resultados do presente estudo mostram que a composição corporal é um importante fator de prognóstico para pacientes com DPOC. Observamos, também a influência da depleção da MOC, % MOC, MM, % MM, MM do MID e MIE na capacidade funcional no GDPOC, o que reforça a importância da avaliação da composição corporal pela absorciometria duo-energética uma vez que tem demonstrado precisão satisfatória na prática clínica. Além disso, é um parâmetro de avaliação e reavaliação útil em programas de reabilitação pulmonar.

Palavras-chave: composição corporal; absorciometria duo-energética, capacidade funcional.

ESTUDO I

ABSTRACT

Introduction: The individual with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) can experience a significant reduction of body composition, peripheral muscle dysfunction resulting in a negative influence on functional capacity. **Objectives:** To analyze the influence of body composition assessed by dual-energy x-ray absorptiometry on functional capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease(COPD). **Methods:** We eleven male patients with COPD (COPDG), 7 presenting moderate obstruction and 4 severe, and 11 sedentary male subjects (CG) were evaluated by dual-energy x-ray absorptiometry to assess their body composition, all subjects have also performed the 6 minute walk test (6MWT) and step test (6MST) to assess their functional capacity. **Results:** No significant differences were found between groups for anthropometric data such as age, weight, height and body mass index (BMI). However, the COPDG presented forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in one second (FEV₁), FEV₁/FVC ratio, maximal voluntary ventilation (MVV), walked distance (WD) and number of steps (NS) significantly lower than the CG ($p < 0,05$; Student's *t* test). The body bone mass (BBM), BBM%, Lean Mass (LM), LM%, and right lower limb (RLL) and left lower limb (LLL) were significantly lower in the COPDG when compared with the CG, presenting statistically significant positive correlations with 6MWT on WD and 6MST on NS ($p < 0,05$, *Pearson's* test). **Conclusion:** We conclude that body composition is an important prognostic factor for patients with COPD, which reinforces the importance of assessing body composition by dual-energy absorptiometry since it has demonstrated with satisfactory accuracy in clinical practice. Moreover, it is a parameter useful evaluation and reassessment in pulmonary rehabilitation programs.

Keywords: body composition; dual-energy absorptiometry; functional capacity.

ESTUDO I

INTRODUÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é uma enfermidade respiratória, que se caracteriza pela presença de obstrução crônica do fluxo aéreo, que não é totalmente reversível⁽¹⁾. A obstrução do fluxo aéreo é geralmente progressiva e está associada a uma resposta inflamatória dos pulmões a partículas e/ou gases nocivos e tóxicos, primariamente o tabagismo⁽¹⁾. É uma doença que, na verdade, está associada com alterações sistêmicas clinicamente significantes⁽¹⁾.

Além disso, assim como em outras doenças inflamatórias o indivíduo com DPOC pode apresentar uma redução importante da composição corporal (densidade mineral óssea, massa muscular e depleção tecidual)⁽²⁾. Infelizmente trata-se de um fator de prognóstico negativo, independente do grau de obstrução, estando associado com aumento da morbidade e mortalidade⁽³⁾; provavelmente devida à inflamação sistêmica, caracterizada pelos altos níveis de fator de necrose tumoral alfa e interleucina 6, hipóxia e dispnéia⁽⁴⁾.

Outra condição que pode contribuir para a redução da composição corporal é a própria desnutrição que leva à metabolização protéica como forma de obtenção de substrato⁽⁵⁾, resultando em disfunção muscular periférica, a qual influencia negativamente na capacidade para realizar exercícios, atividades de vida diária e qualidade de vida, independentemente do déficit funcional respiratório⁽⁵⁾.

Essa disfunção muscular envolve alterações funcionais, estruturais e bioenergéticas, resultando em diminuição da capacidade funcional⁽⁶⁾.

Diferentes testes submáximos foram descritos para avaliação da capacidade funcional de pneumopatas⁽⁷⁾, neste estudo destacam-se dois, o teste de caminhada de seis minutos (TC6) e o teste do degrau de seis minutos (TD6), pois não foram encontradas pesquisas utilizando esses testes comparando-os com a composição corporal avaliada pela

técnica da absorciometria duo-energética (DEXA) de corpo inteiro em pacientes com DPOC.

Segundo Lukaski et al ⁽⁸⁾, a DEXA é considerada como técnica de “padrão ouro” para avaliação dos compartimentos corporais, uma vez que realiza a medida direta da massa muscular, tecido adiposo e densidade óssea com precisão e acurácia.

Desta maneira, torna-se necessário avaliar a influência da diminuição da composição corporal na capacidade funcional ao exercício, considerando que o peso e a altura isolados não discriminam gordura e massa muscular ou massa magra, sendo importante avaliar a composição corporal pela DEXA⁽⁹⁾.

OBJETIVO

Este estudo teve como objetivo analisar a influência da composição corporal avaliada pela absorciometria duo-energética na capacidade funcional em portadores de DPOC.

MATERIAIS E MÉTODOS

Grupo DPOC (GDPOC)

Foram incluídos indivíduos do sexo masculino com diagnóstico clínico de DPOC apresentando $VEF_1/CVF < 70\%$ e $30\% \leq VEF_1 < 80\%$ do previsto constatado pela espirometria, ex-tabagistas, sem história de infecções ou exacerbações dos sintomas respiratórios; clinicamente estáveis, sem comprometimentos ortopédicos, cardiovasculares, neurológicos e/ou alterações cognitivas que comprometessem a avaliação.

Iniciaram a avaliação 31 indivíduos com diagnóstico de DPOC com grau de obstrução moderado a grave⁽¹⁰⁾. Quatro indivíduos moderados foram excluídos por faltarem mais de três vezes nas datas agendadas para avaliação e três por apresentarem deformidades ósseas e doenças reumáticas que poderiam interferir nos testes funcionais. Cinco indivíduos com grau grave desistiram alegando problemas pessoais e uso de

oxigenioterapia domiciliar contínua. Cinco indivíduos não realizaram os exames por apresentarem-se instáveis hemodinamicamente e três recusaram-se a participar da pesquisa. Concluíram as avaliações 11 indivíduos (8 moderado e 3 grave).

Grupo Controle (GC)

Foram avaliados 15 indivíduos do sexo masculino, sedentários, não tabagistas, clinicamente estáveis, sem comprometimentos ortopédicos, cardiovasculares, neurológicos e/ou alterações cognitivas que comprometessem a avaliação. Quatro indivíduos foram excluídos por não completarem a avaliação. Onze indivíduos concluíram as avaliações.

Ambos os grupos foram submetidos a uma anamnese e exame físico em que foram coletados dados como peso, altura e idade.

Todos os participantes (GDPOC e GC) assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido conforme determina a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

PROCEDIMENTOS

A avaliação completa ocorreu em dias distintos e não consecutivos, sendo composta por:

Espirometria

Todos os pacientes e indivíduos saudáveis passaram por um teste espirométrico seguindo as Diretrizes da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia⁽¹¹⁾, sendo obtidas as medidas de capacidade vital lenta (CVL), capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁), relação VEF₁/CVF, pico de fluxo expiratório (PFE), fluxo expiratório forçado 25-75% (FEF_{25-75%}) e ventilação voluntária máxima (VVM).

Avaliação da composição corporal

A obtenção da composição corporal foi determinada pelo sistema DEXA (Dual Energy X-ray Absorptiometry), em equipamento DPX-L (Lunar[®] Excellent in Imaging versão 4.7e, Madison, Wisconsin, EUA) devidamente calibrado e submetido ao controle de qualidade diariamente, conforme especificações do fabricante. Todas as avaliações foram realizadas por um técnico habilitado em radiologia médica. Foi realizado um “*scan*” de corpo inteiro, que durou em média 20 minutos para cada avaliação. Os indivíduos apresentaram-se apenas de *shorts* e camiseta, descalços e sem portar nenhum objeto metálico móvel ou qualquer outro acessório junto ao corpo. Todos permaneceram deitados e imóveis sobre a mesa do equipamento, até a finalização da medida, em decúbito dorsal, com pés unidos e braços levemente afastados do tronco, à lateral do corpo. Após a varredura de corpo inteiro, o programa forneceu estimativas sobre a massa óssea corporal (MOC), massa gorda (MG) e massa magra (MM). Nesse sistema, os membros foram demarcados e separados do tronco e da cabeça por linhas padrões geradas pelo próprio equipamento. As linhas foram ajustadas pelo mesmo técnico, por meio de pontos anatômicos específicos, determinados pelo fabricante⁽⁸⁾.

Testes de avaliação funcional

Os testes de avaliação funcional realizados foram os testes de caminhada de seis minutos (TC6) e do degrau (TD6).

O princípio geral do TC6 foi baseado nas recomendações estabelecidas pela *American Thoracic Society* (2002)⁽¹²⁾, nos quais, os indivíduos foram incentivados com frases pré-estabelecidas, em intervalos padronizados de 30 segundos, e informados quanto ao tempo de realização dos mesmos.

Teste de caminhada de seis minutos (TC6)

O TC6 foi realizado em um corredor plano de 30 metros de comprimento e 1,5 metro de largura. Foram mensuradas as variáveis saturação periférica de oxigênio (SpO₂) e frequência cardíaca (FC) por meio do oxímetro de pulso portátil Nonin[®] modelo 8500A (Minnesota, USA) e sensação de dispnéia e cansaço/dor nos membros inferiores (MMII) pela escala de Borg modificada CR10 com o objetivo de monitorização do indivíduo, registrando-se a distância percorrida (DP) ao final do teste. Caso fosse necessário, os indivíduos poderiam descansar, porém o cronômetro permanecia ligado e os mesmos eram instruídos a continuar o teste assim que possível até o término do sexto minuto.

Além disso, foi mensurada a pressão arterial com o indivíduo na posição sentada e com um esfigmomanômetro de coluna de mercúrio (Oxigel[®], São Paulo, SP, Brasil) antes e após o teste.

Teste do degrau de seis minutos (TD6)

O TD6 foi realizado em um degrau de 20 cm de altura, com piso de borracha antiderrapante⁽¹³⁾. O teste foi realizado sem apoio para os membros superiores, sendo registrado o número de subidas no degrau (ND). Os indivíduos foram instruídos a subir e descer o degrau o mais rápido possível durante seis minutos, intercalando os MMII, para que não houvesse interrupção por dor. Durante o teste a SpO₂ e a FC foram monitorizadas continuamente por meio de um oxímetro de pulso portátil marca Nonin[®], modelo 8500A (Minnesota, USA).

Análise Estatística

Para análise dos resultados utilizou-se o programa estatístico InStat versão 3.05 (GraphPad Software Inc, San Diego, CA, EUA). As variáveis estudadas são apresentadas em seus valores médios \pm desvios padrão (DP). Considerando o comportamento normal das variáveis, por meio do teste de *Shapiro-Wilk*, foi utilizado o teste *t* Student não pareado

para comparação entre os grupos e pareado para comparação intragrupo. Para o estudo das correlações entre as variáveis foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson. O nível de significância considerado foi de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

As características antropométricas, valores espirométricos, composição corporal, DP e ND dos indivíduos do GC e GDPOC estão expostos na Tabela 1. Não houve diferenças significantes das características antropométricas como idade, peso, altura e IMC entre os grupos. No entanto, o GDPOC apresentou valores de CVF, VEF₁, VEF₁/CVF e VVM significativamente menores que o GC (Teste *t* Student, $p \leq 0,05$).

Composição corporal

A MOC, % MOC, MM, % MM e MM do MID e MIE no GDPOC foram significativamente menores que no GC (Tabela 1).

Capacidade Funcional (TC6 e TD6)

O GDPOC apresentou DP e ND significativamente menores que o GC conforme Tabela 1.

TABELA 1 - Características antropométricas, valores espirométricos, composição corporal, DP e ND dos GC e GDPOC.

	GC	GDPOC
Sexo	11 homens	11 homens
Idade (anos)	68±3	69±8
Peso (kg)	72±6	66±7
Altura (cm)	174±5	174±6
IMC (kg/m²)	24±2	21±2
CVF (%prev)	100±10	80±16*
VEF₁ (%prev)	85±14	60±14*
VEF₁/CVF (%)	92±6	57±6*
VVM (%prev)	86±14	57±14*
MOC (kg)	2,2±0,3	1,3±0,5*
% MOC	8±0,3	3,5±0,5*
MM (kg)	61±4	45±4*
% MM	79,2±4	71±16*
MG (kg)	18±4	16±4
% MG	25,5±6	24±5
MM do MID (kg)	8,8±1	6,4±1*
MM do MIE (kg)	8,5±2	6,1±1*
DP (m)	591±91	434±23*
ND	100±2	77±4*

Os dados estão expressos em média ± desvio padrão; GC: grupo controle; GDPOC: grupo DPOC; Kg: quilograma; cm: centímetro; Kg/m²: quilograma por metro quadrado; CVF: capacidade vital forçada; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF₁/CVF: Relação volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada; VVM: ventilação voluntária máxima; %prev: porcentagem do previsto; MOC: massa óssea corporal; MM: massa magra; % MG: porcentagem de massa gorda; MID: membro inferior direito; MIE: membro inferior esquerdo; m: metros; %: porcentagem; DP: distância percorrida; ND: número de degraus; *p<0,05.

Correlação entre DP no TC6 e composição corporal nos GC e GDPOC

Correlações positivas estatisticamente significantes foram observadas entre a DP no TC6 com a MOC, % MOC, MM, % MM e MM do MID e MIE (Tabela 2).

TABELA 2 – Correlação entre DP no TC6 e composição corporal nos GC e GDPOC.

	GC (r)	GDPOC (r)
DP vs MOC (kg)	-0,293	0,682*
DP vs % MOC	-0,117	0,632*
DP vs MM (kg)	-0,033	0,642*
DP vs % MM	-0,133	0,639*
DP vs MG (kg)	-0,034	0,012
DP vs % MG	0,182	0,015
DP vs MM do MID	-0,012	0,721*
DP vs MM do MIE	-0,014	0,711*

GC: grupo controle; GDPOC: grupo DPOC; DP: distância percorrida; MOC: massa óssea corporal; MM: massa magra; MG: massa gorda; MID: membro inferior direito; MIE: membro inferior esquerdo; vs: versus; kg: quilograma; %: porcentagem; r: coeficiente de correlação; *: significativo ($p < 0,05$).

Correlação entre ND no TD6 e composição corporal nos GC e GDPOC

Foram encontradas correlações positivas estatisticamente significantes entre ND no TD6 e MOC, % MOC, MM, % MM e MM do MID e MIE (Tabela 3).

TABELA 3 – Correlação entre ND no TD6 e composição corporal nos GC e GDPOC.

	GC (r)	GDPOC (r)
ND vs MOC (kg)	0,176	0,691*
ND vs % MOC	0,045	0,712*
ND vs MM (kg)	0,163	0,651*
ND vs % MM	0,130	0,662*
ND vs MG (kg)	0,010	0,015
ND vs % MG	0,1639	0,019
ND vs MM do MID	0,150	0,642*
ND vs MM do MIE	0,052	0,614*

GC: grupo controle; GDPOC: grupo DPOC; ND: número de degrau; MOC: massa óssea corporal; MM: massa magra; MG: massa gorda; MID: membro inferior direito; MIE: membro inferior esquerdo; vs: versus; %: porcentagem; kg: quilograma; r: coeficiente de correlação; *: significativo ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

Neste estudo, foi verificado que a MOC, % MOC, MM, % MM, MM do MID e MIE, DP, ND, CVF, VEF₁, VEF₁/CVF e VVM apresentam-se reduzidos nos pacientes com DPOC quando comparados com indivíduos de características antropométricas semelhantes. Não se observou correlação entre nenhuma das variáveis estudadas com o VEF₁.

A composição corporal é um fator determinante na intolerância ao exercício⁽¹⁴⁾ e sua redução afeta as funções da musculatura periférica resultando de dois fenômenos diferentes: perda progressiva de massa muscular e disfunção da musculatura remanescente. Alguns estudos^(14,15) têm mostrado que essa disfunção muscular é resultado de múltiplos fatores, tais como sedentarismo, caquexia, apoptose da musculatura esquelética, regulação alterada do óxido nítrico, susceptibilidade individual, alterações hormonais e eletrolíticas, como também pode ser produto do próprio tabagismo e uso prolongado de corticóides.

Além disso, as reservas musculares são mobilizadas para atender à demanda da síntese de proteínas, contribuindo para uma depleção muscular limitando a capacidade funcional e respiratória do indivíduo aumentando o risco de mortalidade^(16,17) o que representa um sério problema.

No presente estudo foi encontrada correlação positiva significativa da DP e ND com MOC, % MOC, MM e % MM, sugerindo que quanto menor a MOC, % MOC, MM e % MM, menor a capacidade funcional.

Segundo Casaburi et al⁽¹⁸⁾ a redução da composição corporal pode contribuir para o comprometimento das estruturas e a biomecânica na musculatura periférica da deambulação, resultando na diminuição da força e endurance da musculatura do quadríceps quando comparado com sujeitos controles saudáveis.

Outro achado neste estudo foi à correlação positiva significativa da MM do MID e MIE com a DP e ND sugerindo que a redução da MM afeta principalmente a musculatura dos membros inferiores (MMII). Segundo Dourado et al.⁽²⁾ na tentativa de explicar este fato é citada a diminuição das atividades que utilizam o uso da marcha tentando evitar a sensação de dispnéia e o predomínio de atividades de vida diária com uso de membros superiores.

Killian et al.⁽¹⁹⁾ sugeriram que a disfunção da musculatura periférica compromete a capacidade ao exercício e observaram em seus estudos que a sensação de fadiga nos MMII limita a capacidade funcional no DPOC.

O TD6 por ser um teste que exige mais da musculatura dos MMII que o TC6, neste estudo acarretou em maiores valores da escala de Borg dos MMII em ambos os grupos, sendo maior para o GDPOC. A limitação no desempenho físico observado no TD6 pode ter ocorrido por fatores respiratórios e diminuição da massa muscular (relação capilaridade/mitocôndria, mudanças no tipo e tamanho das fibras musculares e redução das enzimas oxidativas)⁽⁶⁾.

A limitação ao exercício por fatores respiratórios é citado por outros autores^(20,21), e neste estudo pode ser justificada também devido ao GDPOC ter menor VVM que o GC, pois estando a VVM diminuída, a ventilação necessária para uma determinada intensidade de exercício aumenta, reduzindo a eficiência ventilatória nesses indivíduos e consequentemente a tolerância ao exercício⁽²²⁾.

A redução da composição corporal reduz a massa diafragmática e contribui para diminuição de força e resistência dos músculos respiratórios⁽²³⁾. Em consequência, pacientes que perdem peso têm mais dispnéia, maior grau de alçaponamento de ar e maior limitação ao exercício do que os com peso estável com um mesmo grau de obstrução⁽²⁴⁾. Adicionalmente, a capacidade de difusão está, em geral, mais prejudicada⁽²¹⁾. À medida

que a massa e função muscular diminuem, os músculos são mais exigidos no sentido de manter o trabalho da ventilação. Com o tempo, os músculos ficam menos eficientes por causa de fadiga. A falência respiratória, então, se torna comum à medida que a perda da composição corporal progride⁽²²⁾.

Outro achado do presente estudo foi à redução significativa da massa óssea corporal no GDPOC que pode ser explicada pela inatividade física (sedentarismo crônico) em função da dispnéia, contribuindo para redução da massa muscular esquelética⁽²²⁾.

Essa inatividade física do DPOC é uma influência negativa na densidade mineral óssea, podendo reduzir sua formação⁽²²⁾. Segundo Dalsky et al⁽²³⁾ os efeitos da redução do peso corporal e repouso em cama, no conteúdo mineral óssea da coluna e do calcâneo é negativo visto que diminui em torno de 1% por semana contribuindo para a diminuição da capacidade funcional.

Estudos de LeBlanc et al⁽²⁴⁾ apresentaram o efeito de 17 semanas de repouso na cama, sobre o esqueleto. A porcentagem de perda foi diferente em cada local. No calcâneo, a perda foi de aproximadamente 10%, 5% no trocanter femoral, 4% na coluna vertebral, 4% no colo do fêmur, 2% na tíbia e 1,4% quando mensurando o corpo todo.

CONCLUSÃO

Em conclusão, os resultados do presente estudo mostram que a composição corporal é um importante fator de prognóstico para pacientes com DPOC. Observamos, também, a influência da depleção da MOC, % MOC, MM, % MM, MM do MID e MIE. na capacidade funcional no GDPOC, o que reforça a importância da avaliação da composição corporal pela absorciometria duo-energética uma vez que tem demonstrado precisão satisfatória na prática clínica. Além disso, é um parâmetro de avaliação e reavaliação útil em programas de reabilitação pulmonar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 - GOLD – workshop report, global strategy for diagnosis, management, and prevention of copd, 2005 - <http://goldcopd.com/>. Acessado em 10/10/2012.

2 - Dourado VZ, Tanni SE, Vale AS, Faganello MM, Sanchez FF, Godoy I. Manifestações sistêmicas na doença pulmonar obstrutiva crônica. **J Bras Pneumol.** 2006;32(Suppl.2):161-71.

3 - Menezes AMB, Jardim JR, Perez-Padilla R, Camelier A, Rosa F, Nascimento O, Hallal PC. Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease and associated factors: the PLATINO Study in São Paulo, Brazil. **Cad Saúde Pública.** 2005;21(Suppl.5):1565-73.

4 - Takabatake N, Nakamura H, Abe S, Inoue S, Hino T, Saito H. The relationship between chronic hypoxemia and activation of the tumor necrosis factor-alpha system in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Am J Respir Crit Care Med.** 2000;161(Suppl.4):1179-84.

5 - Ferreira I, Brooks D, Lacasse Y, Goldstein R. Nutrition intervention in COPD: A systematic overview. **Chest.** 2001;119(Suppl.2):353-63.

6 - Li YP, Schwartz RJ, Waddell ID, Holloway BR, Reid MB. Skeletal muscle myocytes undergo protein loss and reactive oxygen-mediated NFkappaB activation in response to tumor necrosis factor alpha. **FASEB J.** 1998;12:871-80.

7 - Ozalevli S, Ozden A, Itil O, Akkoçlu A. Comparison of the set-to-stand test with 6 min walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Respir Med.** 2007;101:286-93.

8 - Lukaski HC. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. **Am J Clin Nutr.** 1987;46 (Suppl.4):537-56.

9 - Bolanowski M, Nilsson BE. Assessment of human body composition using dual-energy X-ray absorptiometry and bioelectrical impedance analysis. **Med Sci Monit.** 2001;7(Suppl.5):1029-33.

10 – Rabe KF, Hurd S, Anzueto A, Barnes PJ, Buist SA, Calverley P. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: Gold Executive Summary. **Am J Respir Crit Care Med.** 2007;176:532-55.

11 - Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes para testes de função pulmonar. **J Bras Pneumol.** 2002;28(Suppl.3):S1-238.

12 - American Thoracic Society. ATS Statement : Guidelines for the six-minute walk test. **Am J Respir Crit Care Med.**2002;166:111-7.

13 - Dal Corso S, Duarte SR, Neder JA, Malaguti C, Fuccio MB, Castro Pereira CA, et al. A step test to assess exercise-related oxygen desaturation in interstitial lung disease. **Eur Respir J.** 2007; 29:330-36.

14 - Agusti AGN, Sauleda J, Miralles C, Gomez C, Togores B, Sala E, Batle S, Busquets X. Skeletal muscle apoptosis and weight loss in chronic obstructive pulmonary disease. **Am J Respir Crit Care Med.** 2002;166:485-9.

15 - Reid MB, Shoji T, Moody MR, Entman ML. Reactive oxygen in skeletal muscle. II. Extracellular release of free radicals. **J Appl Physiol.** 1992;73:1805-9.

16 - Rennie MJ, Edwards RH, Emery PW, Halliday D, Lundholm K, Millward DJ. Depressed protein synthesis is the dominant characteristic of muscle wasting and cachexia. **Clin Physiol.** 1983;3:387-98.

17 - Berry JK, Baum CL. Malnutrition in chronic obstructive pulmonary disease: adding insult to injury. **AACN Clin.** 2001;12:210-9.

18 - Casaburi R, Porszasz J, Burns MR, Cariters ER, Chang RS, Cooper CB. Physiologic benefits of exercise training in rehabilitation of patients with COPD. **Am J Crit Care Med.** 1997;155(Suppl.5):1541-51.

- 19 - Killian KJ, Leblanc P, Martin DH, Summers E, Jones NL, Campbell EJM. Exercise capacity and ventilatory, circulatory, and symptom limitation in patients with chronic airflow limitation. **Am J Respir Crit Care Med.** 1992;146:935-40.
- 20 - Santuz P, Baraldi E, Filipone M, Zacchello F. Exercise performance in children with asthma: is it different from that of healthy controls? **Eur Respir J.** 1997;10:1254-60.
- 21 - Hallstrand TS, Bates PW, Schoene RB. Aerobic conditioning in mild asthma decreases the hyperpnea of exercise and improves exercise and ventilatory capacity. **Chest.** 2000;118:1460-69.
- 22 – Steinberg F.V. El ejercicio en la prevencion y tratamiento de la osteoporosis. **Ediciones CRA.** 1989;87-94.
- 23 – Dalsky G.P. Exercise: its effect on bone mineral content. **Clin Obstet Gynecol.** 1987;30(Suppl.4):820-32.
- 24 - LeBlanc AD, Driscoll TB, Shackelford LC, Evans HJ, Rianon NJ, Smith SM. Alendronate as an effective countermeasure to disuse induced bone loss. **J Musculoskeletal Neuronal Interact.** 2002;2(Suppl.4):335-43.

ESTUDO II

EFEITOS DO TREINAMENTO DE ALTA E BAIXA INTENSIDADE NA MUSCULATURA INSPIRATÓRIA EM INDIVÍDUOS COM DPOC GRAVE E DESNUTRIDOS – ESTUDO RANDOMIZADO CONTROLADO

EFFECTS OF TRAINING OF HIGH AND LOW INTENSITY IN INSPIRATORY MUSCULATURE IN INDIVIDUALS WITH SEVERE COPD AND MALNOURISHED – CONTROLLED STUDY RANDOMIZED

RUAS, G., JAMAMI, M.

PERIÓDICO: REVISTA BRASILEIRA DE FISIOTERAPIA (SUBMETIDO)

ESTUDO II

RESUMO

INTRODUÇÃO: A eficácia do treinamento da musculatura inspiratória (TMI) com alta e baixa intensidade na DPOC precisa ser elucidada. **OBJETIVO:** Analisar os efeitos do treinamento de alta e baixa intensidade na musculatura inspiratória em indivíduos com DPOC grave e desnutridos. **MÉTODO:** Foram avaliados 32 homens com DPOC grave e desnutridos, divididos em dois grupos (G1 e G2). As avaliações do grau de dispneia, prova de função pulmonar, P_{Imáx}, DP, SGRQ e MD foram realizadas no pré-treinamento e após 12 semanas de treinamento. **RESULTADOS:** Observou-se que o G1 obteve aumento significativo da VVM, P_{Imáx}, DP e MD, e diminuições significantes na MRC_m e das porcentagens do SGRQ em 12 semanas de treinamento, os quais se mantiveram após 12 semanas sem treinamento. O G2 apresentou o mesmo comportamento quando comparado com o G1 em 12 semanas de treinamento, porém os valores voltaram aos iniciais na VVM, MRC_m e MD, e as variáveis P_{Imáx} e DP apresentaram valores abaixo da avaliação inicial, e as porcentagens do SGRQ aumentaram significativamente após 12 semanas sem treinamento. Na análise intergrupo (12-12 semanas) o G1 apresentou valores maiores na VVM, P_{Imáx}, DP e MD, e valores menores nas porcentagens do SGRQ quando comparado com o G2. Na comparação das 24-24 semanas, o G2 apresentou valores menores na VVM, P_{Imáx}, DP e MD, e aumentos significantes na MRC_m e nas porcentagens do SGRQ quando comparados com G1. **CONCLUSÃO:** O TMI de alta e baixa intensidade proporcionou efeitos benéficos aos indivíduos com DPOC grave e desnutridos, os quais se mantiveram após 12 semanas do treinamento de alta intensidade.

Palavras-chave: DPOC, desnutrição, treinamento, diafragma, disfunção

ESTUDO II

ABSTRACT

INTRODUCTION: The efficacy of inspiratory muscle training (IMT) with high and low intensity in COPD needs to be elucidated. **OBJECTIVE:** To assess the effects of training in high and low intensity inspiratory muscles in patients with severe COPD and malnourished. **METHODS:** We evaluated 32 men with severe COPD and malnourished, divided into two groups (G1 and G2). Assessments of the degree of dyspnea, pulmonary function test, MIP, WD, SGRQ and MD were performed at pre-training and after 12 weeks of training. **RESULTS:** We found that G1 got significant increase in MVV, MIP, WD and MD, and significant decreases in the percentages MRCm and SGRQ at 12 weeks of training, which remained after 12 weeks without training. Group 2 showed the same behavior when compared with the G1 at 12 weeks of training, but values returned to the initial MVV, MRCm, MD and MIP, and WD had values below the baseline, and the percentage increased significantly SGRQ after 12 weeks without training. In the intergroup analysis (12-12 weeks) G1 showed higher values in MVV, MIP, WD and MD values and smaller percentages in the SGRQ compared with G2. Comparing the 24-24 weeks, G2 showed lower values in MVV, MIP, WD and MD, and significant increases in the percentages MRCm and SGRQ compared with G1. **CONCLUSION:** The TMI high and low intensity promoted benefits to individuals with severe COPD and malnourished, which were maintained after 12 weeks of high intensity training.

Keywords: COPD, malnutrition, training, diaphragm dysfunction

ESTUDO II

INTRODUÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é uma doença prevenível e tratável caracterizada por uma limitação constante ao fluxo de ar que é progressiva e se associa com uma resposta inflamatória pulmonar anormal a partículas ou gases nocivos¹. Por se tratar de uma doença sistêmica, outras complicações podem ocorrer afetando o estado nutricional, como a desnutrição¹.

A incidência da desnutrição associada ao aumento tanto da morbidade² quanto da mortalidade em indivíduos com DPOC de moderada a grave varia de 24-35%, e não depende de um único mecanismo, sua etiologia é multifatorial, sendo a ingestão inadequada de alimentos e o gasto energético aumentado os dois principais mecanismos envolvidos em sua formação³.

Essas alterações prejudicam o funcionamento clássico do músculo esquelético, reduzindo a massa muscular diafragmática e contribuindo para a diminuição da força e da resistência dos músculos respiratórios^{3,4}. Com o tempo, os músculos ficam menos eficientes por causa da fadiga contribuindo para o aumento da dispneia, intolerância ao exercício e piora da qualidade de vida (QV)^{3,4}.

Por causa de todas essas alterações, foram desenvolvidos inúmeros programas de reabilitação pulmonar tendo como objetivo reverter, amenizar a sintomatologia, melhorar a capacidade física e a QV⁵.

O treinamento da musculatura inspiratória (TMI) com equipamentos de carga pressórica linear tem sido considerado um potencial agente modificador das irregularidades dos músculos inspiratórios⁵. No entanto, a sua eficácia com cargas de alta e

baixa intensidade, e os seus efeitos pós treinamento, em indivíduos com DPOC grave e desnutridos precisam ser elucidados.

Desse modo, justifica-se a realização de estudos que visem averiguar a contribuição de diferentes programas de TMI de alta ou baixa intensidade na condição de saúde desses indivíduos.

O objetivo deste estudo foi analisar os efeitos do treinamento de alta e baixa intensidade na musculatura inspiratória em indivíduos com DPOC grave e desnutridos.

MÉTODO

Desenho do estudo e aspectos éticos

Este estudo caracteriza-se por ser um estudo clínico randomizado, cego, controlado e longitudinal. A randomização foi realizada com recomposição em envelope de plástico selado e opaco para cada voluntário, a fim de definir o grupo de treinamento. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição (protocolo nº 151/2009, ANEXO IV). Todos os voluntários foram informados e orientados a respeito dos procedimentos a que seriam submetidos e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, de acordo com a resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Amostra

Participaram deste estudo 32 homens na faixa etária dos 50 a 80 anos de idade, acompanhados por um médico pneumologista e uma nutricionista.

Os indivíduos que completaram as avaliações foram divididos randomicamente em dois grupos: grupo submetido ao TMI de alta intensidade (G1, n=16) e o grupo submetido ao TMI de baixa intensidade (G2, n=16).

Foram adotados como critérios de inclusão do estudo, homens voluntários com diagnóstico clínico e espirométrico de DPOC no estágio III, confirmado pela espirometria pré e pós broncodilatador, realizada pelo médico pneumologista, além disso, ex-tabagistas

ou não tabagistas, desnutridos, com condições respiratórias estáveis, ou seja, sem modificações nas medicações e sintomas, e sem história de infecções ou exacerbações nas últimas quatro semanas precedentes ao estudo e recomendações para reabilitação pulmonar segundo a GOLD¹.

O estado de desnutrição foi caracterizado por apresentar um índice de massa corporal (IMC) $<20 \text{ Kg/m}^2$ ou perda de peso $\geq 10\%$ não intencional nos últimos 6 meses, níveis de albumina sérica plasmática (ASP) $<3,5 \text{ g/dL}$ e proteínas séricas plasmáticas totais (PSPT) $<6,0 \text{ g/dL}$ ⁴.

Foram excluídos os voluntários etilistas, com hipertensão pulmonar não controlada, hipoxemia e que recusaram participar do estudo.

Variáveis mensuradas

Os G1 e G2 foram submetidos às seguintes avaliações: prova de função pulmonar, pressão inspiratória máxima (PImáx)^{6,7}, grau de dispneia na vida diária avaliada através da escala Medical Research Council modificada (MRCm)⁸, tolerância ao exercício avaliada pelo teste de caminhada de seis minutos (TC6)⁹, questionário de QV (*Saint George Respiratory Questionnaire* (SGRQ))¹⁰, composição corporal^{11,12} e mobilidade diafragmática (MD)¹³ realizados no período de pré TMI, na 12^a e na 24^a semana pós treinamento. As avaliações ocorreram em quatro dias distintos e não consecutivos.

Prova de função pulmonar e PImáx

A capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁), relação entre VEF₁/CVF e ventilação voluntária máxima (VVM) foram avaliados por meio do espirômetro modelo Master Scope da Jäeger[®] (Wuerzburg, Alemanha). Foram consideradas pelo menos três curvas aceitáveis de cada uma das manobras e os valores espirométricos foram expressos em porcentagem do valor predito para a população brasileira⁶.

A PImáx foi realizada por meio de um manovacuômetro da marca Ger-Ar[®] (São Paulo, Brasil) devidamente calibrado, escalonado em -300 a +300cmH₂O. Foram realizadas no máximo dez medidas consecutivas, sendo necessárias pelo menos três medidas reprodutíveis, com diferença menor que 10% entre elas⁷.

Escala de dispneia na vida diária

O grau de dispneia nas atividades cotidianas foi mensurado pela MRCm⁸. Nesse instrumento, quanto maior a pontuação menor a tolerância para realizar as atividades devido à dispneia.

TC6

Os aspectos técnicos foram os recomendados pela *American Thoracic Society* (ATS)⁹.

Questionário de QV - *Saint George Respiratory Questionnaire* (SGRQ)

Utilizou-se o SGRQ¹⁰, que consiste de 76 itens avaliando três domínios: sintomas, atividade e impacto psicossocial, sendo também obtido o escore total, que é a soma dos três componentes. Os três componentes são avaliados separadamente, sendo obtidos percentuais que variam de 0-100, onde zero indica que não há nenhuma interferência da doença e, quanto maior a pontuação, pior a qualidade de vida.

O SGRQ foi preenchido pelos voluntários dos G1 e G2, que responderam “sim” ou “não” às questões e estavam sob a supervisão de um avaliador para esclarecer qualquer dúvida que porventura pudesse ocorrer.

Avaliação da composição corporal

Foi realizada por meio de uma balança de impedância bioelétrica (Tanita[®], modelo BC-553, Illinois, USA). Todos os voluntários realizaram jejum de 4 horas para padronização da ingestão líquida. As mensurações foram obtidas com os voluntários na posição ortostática onde foi avaliada a massa corporal e a massa muscular magra (MM)¹¹.

Além disso, foi calculado o índice de massa magra corporal (IMMC) = MM (kg)/altura²(m)¹², considerando depleção nutricional, homens com IMMC ≤ 16,0 Kg/m²¹².

Mobilidade diafragmática (MD)

Foi utilizado um aparelho de ultrassom modelo Logip 500 (Pro Series, GE Medical Systems; Milwaukee, WI) com voluntário na posição supina e um transdutor convexo de 3,5 MHz posicionado na região subcostal direita, em um ângulo de incidência perpendicular ao eixo crânio-caudal, na direção da veia cava inferior para avaliar o deslocamento crânio-caudal do ramo esquerdo da veia porta como medida da mobilidade diafragmática. O posicionamento era identificado e demarcado com o cursor durante a expiração e inspiração máxima e o deslocamento desses pontos era registrado em milímetros¹³.

As avaliações foram realizadas de maneira cega pelo mesmo médico radiologista e o melhor valor de três mensurações (variação <5%) foi utilizado para a análise.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Programa de TMI

Ambos os grupos (G1 e G2) receberam o programa de TMI numa frequência de cinco sessões semanais, sendo três supervisionadas por um fisioterapeuta e duas domiciliares, durante 12 semanas consecutivas, totalizando 60 sessões e cada sessão teve duração aproximada de 30 minutos.

Protocolo de TMI

- a) G1 – 10 minutos de alongamento dos músculos do tronco, membros superiores e inferiores e 20 minutos de TMI de alta intensidade, sendo duas séries de 20 repetições com intervalo de um minuto entre elas, por meio do equipamento de carga pressórica linear *Power Breather Plus IMT*[®], (Technologies Ltd,

Birmingham, Reino Unido) na posição sentada, com 80% da P_{Imáx} atingida na primeira sessão de cada semana;

- b) G2 – 10 minutos de alongamento dos músculos do tronco, membros superiores e inferiores e 20 minutos de TMI, sendo duas séries de 20 repetições com intervalo de um minuto entre elas, por meio do equipamento de carga pressórica linear *Power Breather Classic IMT*[®] (Technologies Ltd, Birmingham, Reino Unido) na posição sentada, com 30% da P_{Imáx} atingida na primeira sessão de cada semana;
- c) Além disso, todos os indivíduos foram orientados a realizar o protocolo no domicílio duas vezes por semana (com o mesmo equipamento) em dias alternados aos supervisionados. Para reforçar a importância da realização do protocolo todos receberam uma planilha para anotar o horário e a duração. Durante essa fase foram contatados por telefone para reforço positivo e para sanar qualquer dúvida.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

O programa estatístico utilizado foi o *SPSS* 18.0. A normalidade dos dados foi verificada com a aplicação do teste *Shapiro Wilk*, o qual determinou que todas as variáveis do estudo apresentavam distribuição normal. Os valores foram expressos em média e desvio padrão. Foi realizado o teste *t* não-pareado para comparação dos grupos.

Além disso, análise de variância (*ANOVA*) de duas vias para medidas repetidas foi empregada para a comparação das avaliações pré e pós TMI em cada grupo.

O cálculo da amostra foi realizado pelo programa Ene 2.0, baseado na média e no desvio padrão da variável P_{Imáx} no pré e pós TMI de um estudo piloto. Correspondendo a um poder acima de 80%. A probabilidade de erro tipo I foi estabelecida em 5% para todos os testes ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS

Participantes do estudo

Um total de 55 voluntários com DPOC grave e desnutridos foram avaliados para possível participação no estudo. Nove foram excluídos, pois não completaram as avaliações. Do total, 46 voluntários foram randomizados sendo incluídos 23 no G1 e 23 no G2, e sete indivíduos do G1 e do G2 interromperam o TMI por desistência. Sendo assim 16 voluntários foram designados para o G1 e 16 para o G2 (Figura 1).

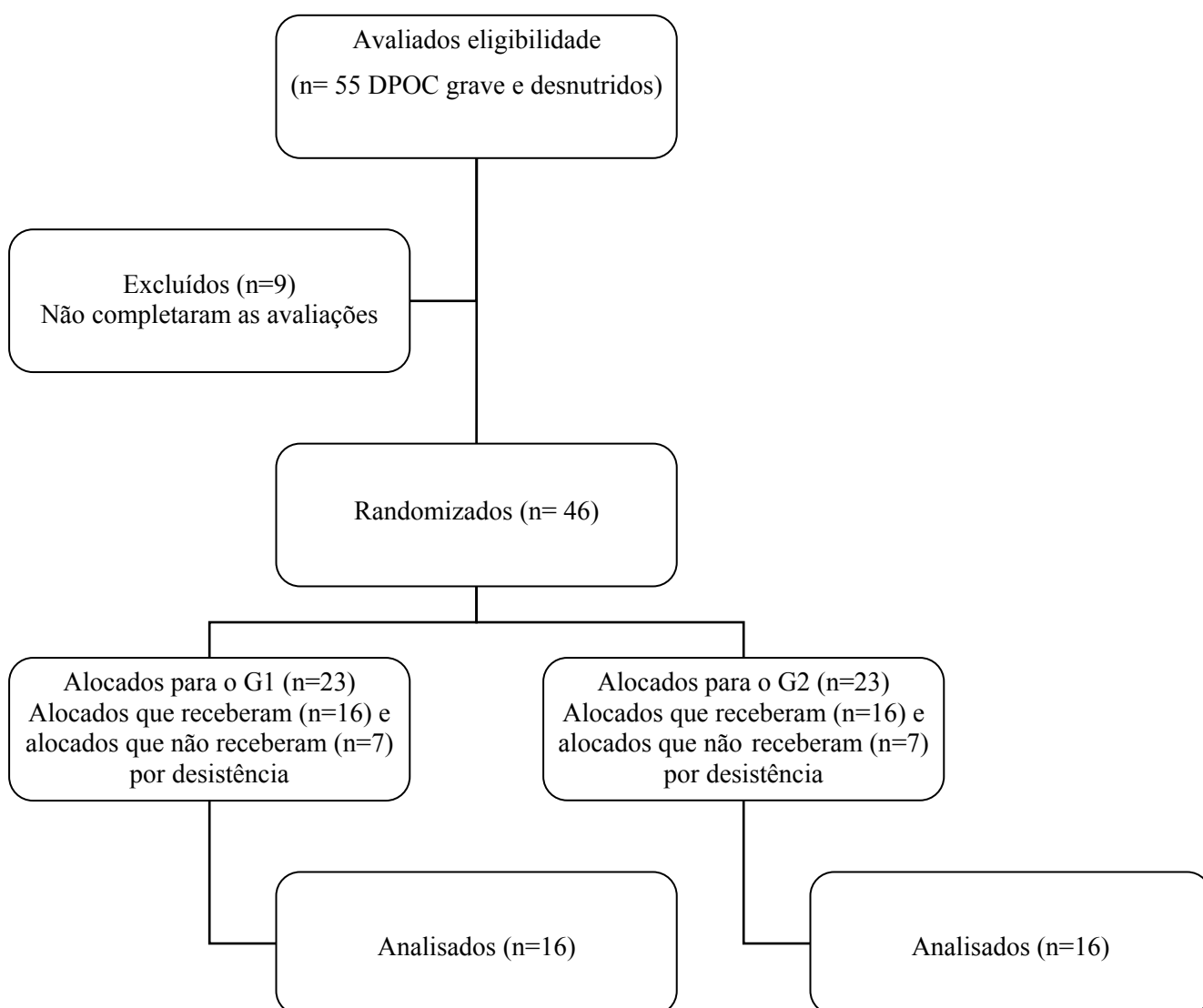


Figura 1: Fluxograma de participação dos voluntários do estudo.

A Tabela 1 mostra as variáveis demográficas e antropométricas dos grupos estudados. Não foram observadas diferenças significantes entre elas. Os voluntários dos G1 e G2 faziam uso de broncodilatadores de longa duração associados ao uso de corticosteróide oral, os quais não foram modificados durante o período de TMI e acompanhamento.

Tabela 1 - Características demográficas, antropométricas e valores das variáveis iniciais avaliadas dos G1 e G2.

Variáveis	G1(n=16)	G2(n=16)
Demográficas e Antropométricas		
Idade (anos)	68±8	68±2
Massa corporal (Kg)	53±3	56±3
Estatutura (cm)	174±3	173±2
IMC (kg/m ²)	18±1	18±1
Massa Muscular Magra (Kg)	40±2	41±2
Índice de Massa Magra Corporal (MM/altura ²)	13±1	13±3
Exames Séricos		
ASP (g/dL)	3±0,3	3±1
PSPT (g/dL)	5±0,2	5±0,3
Espirométricas		
CVF (% prev)	46±1	46±3
VEF ₁ (% prev)	45±4	46±4
VEF ₁ /CVF (%)	51±8	49±6
VVM (% prev)	41±5	40±4
Grau de dispneia e força muscular respiratória		
MRCm	4±0,3	4±0,25
PI _{máx} (cmH ₂ O)	56±5	57±5
TC6		
DP (metros)	325±45	328±26
Qualidade de vida		
SGRQ Total (%)	80±3	80±4
SINTOMAS (%)	83±3	82±2
ATIVIDADES (%)	86±2	85±3
IMPACTO PSICOSSOCIAL (%)	81±4	81±5
Mobilidade diafragmática		
MD (mm)	31±1	30±0,7

Os dados estão expressos em médias e desvios padrão; G1: grupo DPOC com TMI de alta intensidade; G2: grupo DPOC com TMI de baixa intensidade; Kg: quilograma; cm: centímetro; Kg/m²: quilograma por metro ao quadrado; MM: massa muscular magra; ASP: níveis de albumina sérica plasmática; PSPT: proteínas séricas plasmáticas totais; CVF: capacidade vital forçada; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF₁/CVF: relação volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada; VVM: ventilação voluntária máxima; MRCm: *Medical Research Council* modificada; PI_{máx}: Pressão inspiratória máxima; cm: centímetros; m: metros; cmH₂O: centímetro de água; DP: distância percorrida no TC6; TC6: teste de caminhada de seis minutos; SGRQ: questionário de qualidade de vida *Saint George Respiratory Questionnaire*; %: porcentagem; MD: mobilidade diafragmática; mm: milímetros; %prev: porcentagem do previsto; Teste *t* não-pareado.

Dados do TMI de alta e baixa intensidade dos G1 e G2

Nenhuma diferença significativa foi observada entre os números de sessões e a duração entre os grupos. O número de sessões foi de 60, sendo cinco vezes por semana,

durante 12 semanas e uma média de tempo de 30 minutos para ambos os grupos. Além disso, todos os voluntários toleraram o TMI supervisionado e domiciliar, sem apresentar nenhuma exacerbação.

Efeitos do TMI de alta intensidade (0-12 semanas) – G1

Observou-se que houve aumento significativo da VVM ($p=0,007$), PImáx ($p=0,028$), DP ($p=0,005$) e MD ($p=0,003$), e diminuição significativa na MRCm ($p=0,035$), nas porcentagens do SGRQ total ($p=0,003$), sintomas ($p=0,044$), atividades ($p=0,001$) e impacto psicossocial ($p=0,016$), conforme Tabela 2.

Efeitos do TMI de alta intensidade após 12 semanas (0-24 semanas) – G1

Notou-se que manteve o aumento significativo da VVM ($p=0,001$), PImáx ($p=0,013$), DP ($p=0,0047$) e MD ($p=0,003$), e diminuição significativa na MRCm ($p=0,035$), nas porcentagens do SGRQ total ($p=0,002$), sintomas ($p=0,003$), atividades ($p=0,011$) e impacto psicossocial ($p=0,017$), conforme Tabela 2.

Efeitos do TMI de alta intensidade após 12 semanas (12-24 semanas) – G1

Não houve diferença significativa quando se comparou os valores obtidos ao final do TMI de alta intensidade com os valores obtidos após 12 semanas do treinamento (Tabela 2).

Tabela 2 – Comparações das variáveis iniciais (0) com 12^a e 24^a semanas do G1.

Variáveis	0	2 ^a	24 ^a
Exames Séricos			
ASP (g/dL)	3±0,3	3±0,2	3±0,2
PSPT (g/dL)	5±0,2	5±0,3	5±0,3
Espirométricas			
CVF (% prev)	46±1	44±2	44±5
VEF ₁ (% prev)	45±4	45±10	44±4
VEF ₁ /CVF (%)	51±8	52±10	51±3
VVM (% prev)	41±5	83±8*	82±9†
Grau de dispneia e força muscular respiratória			
MRCm	4±0,3	1±0,4*	1±0,3†
PI _{máx} (cmH ₂ O)	56±5	96±7*	93±7†
TC6			
DP (metros)	325±45	413±26*	409±28†
Qualidade de vida			
SGRQ Total (%)	80±3	43±2*	43±3†
SINTOMAS (%)	83±3	44±2*	43±2†
ATIVIDADES (%)	86±2	42±1*	42±2†
IMPACTO (%)	81±4	42±1*	43±1†
Mobilidade diafragmática			
MD (mm)	31±1	42±2*	41±2†

Os dados estão expressos em médias e desvios padrão; G1: grupo DPOC com TMI de alta intensidade; ASP: níveis de albumina sérica plasmática; PSPT: proteínas séricas plasmáticas totais; CVF: capacidade vital forçada; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF₁/CVF: relação volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada; VVM: ventilação voluntária máxima; MRCm: *Medical Research Council* modificada; PI_{máx}: Pressão inspiratória máxima; cmH₂O: centímetro de água; TC6: teste de caminhada de seis minutos; DP: distância percorrida no TC6; SGRQ: questionário de qualidade de vida *Saint George Respiratory Questionnaire*; %: porcentagem; MD: mobilidade diafragmática; mm: milímetros; %prev: porcentagem do previsto; Teste de análise de variância (ANOVA) de duas vias para medidas repetidas; * p≤0,05 (0-12 semanas); † p≤0,05 (0-24 semanas).

Efeitos do TMI de baixa intensidade (0-12 semanas) – G2

Observou-se que houve aumento significativo da VVM (p=0,04), PI_{máx} (p=0,03), DP (p=0,03) e MD (p=0,03), e diminuição significativa na MRCm (p=0,03), nas porcentagens do SGRQ total (p=0,03), sintomas (p=0,04), atividades (p=0,01) e impacto (p=0,014), conforme Tabela 3.

Efeitos do TMI de baixa intensidade após 12 semanas (0-24 semanas) – G2

Não houve diferença significativa após TMI de baixa intensidade na VVM, MRCm, PI_{máx} e na MD.

A variável DP apresentou redução significativa em relação a avaliação inicial ($p=0,04$). E as porcentagens das variáveis do SGRQ total ($p=0,03$), sintomas ($p=0,04$), atividades ($p=0,01$) e impacto ($p=0,01$) apresentaram uma queda significativa (Tabela 3).

Efeitos do TMI de baixa intensidade após 12 semanas (12-24 semanas) – G2

Observou-se que houve diminuição significativa na VVM ($p=0,04$), PImáx ($p=0,035$), DP ($p=0,04$) e MD ($p=0,046$), e aumento significativo na MRCm ($p=0,047$) e nas porcentagens das variáveis do SGRQ total ($p=0,02$), sintomas ($p=0,04$), atividades ($p=0,03$) e impacto ($p=0,02$), quando se comparou os valores obtidos ao final do TMI de baixa intensidade com os valores obtidos após 12 semanas de treinamento (Tabela 3).

Tabela 3 – Comparações das variáveis iniciais (0), 12^a e 24^a semanas do G2.

Variáveis	0	12 ^a	24 ^a
Exames Séricos			
ASP (g/dL)	3±1	3±0,3	3±0,2
PSPT (g/dL)	5±0,3	5±0,3	5±0,3
Espirométricas			
CVF (% prev)	46±3	46±3	45±2
VEF ₁ (% prev)	46±4	47±4	48±3
VEF ₁ /CVF (%)	49±6	49±4	47±3
VVM (% prev)	40±4	55±7*	40±5†
Grau de dispneia e força muscular respiratória			
MRCm	4±0,25	1±0,3*	4±0,4†
PImáx (cmH ₂ O)	57±5	62± 4*	57±7†
TC6			
DP (metros)	328±26	400±44*	318±18‡†
Qualidade de Vida			
SGRQ Total (%)	80±4	53±2*	77±4‡†
SINTOMAS (%)	82±2	46±5*	60±3‡†
ATIVIDADES (%)	85±3	52±1*	61±5‡†
IMPACTO (%)	81±5	52±1*	62±1‡†
Mobilidade diafragmática			
MD (mm)	30±0,7	37±1*	30±0,6†

Os dados estão expressos em médias e desvios padrão; G2: grupo DPOC com TMI de baixa intensidade; ASP: níveis de albumina sérica plasmática; PSPT: proteínas séricas plasmáticas totais; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF₁/CVF: relação volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada; VVM: ventilação voluntária máxima; MRCm: Escala do Medical Research Council modificada; PImáx: Pressão inspiratória máxima; cmH₂O: centímetro de água; TC6: teste de caminhada de seis minutos; DP: distância percorrida no TC6; SGRQ: questionário de qualidade de vida Saint George Respiratory Questionnaire; %: porcentagem; MD: mobilidade diafragmática; mm: milímetros; %prev: porcentagem do previsto; Teste de análise de variância (ANOVA) de duas vias para medidas repetidas ; * $p \leq 0,05$ (0-12 semanas), ‡ $p \leq 0,05$ (0-24 semanas) e † $p \leq 0,05$ (12-24 semanas).

Comparações dos efeitos do TMI entre os G1 e G2 (12^a-12^a semanas)

Observou-se que o G1 após TMI de alta intensidade apresentou valores significativamente maiores nas variáveis VVM ($p=0,045$), PImáx ($p=0,03$), DP ($p=0,042$), MD ($p=0,046$) e valores significativamente menores nas variáveis do SGRQ total ($p=0,048$), atividades ($p=0,032$) e impacto ($p=0,046$) quando comparado com G2, conforme Tabela 4.

Comparações dos efeitos do TMI entre os G1 e G2 (24^a-24^a semanas)

Observou-se que o G2 apresentou valores significativamente menores na VVM ($p=0,03$), PImáx ($p=0,02$), DP ($p=0,021$) e MD ($p=0,03$), e aumentos significantes na MRCm ($p=0,01$) e nas porcentagens do SGRQ total ($p=0,03$), sintomas ($p=0,04$), atividades ($p=0,03$) e impacto ($p=0,034$) quando comparado com o G1, conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Comparações das variáveis após TMI de alta e baixa intensidade de 12^a e 24^a semanas entre os G1 e G2.

Variáveis	G1		G2	
	12 ^a	24 ^a	12 ^a	24 ^a
VVM (% prev)	83±8†	82±9	55±7	40±5*
MRCm	1±0,4	1±0,3	1±0,3	4±0,4*
PImáx (cmH ₂ O)	96±7†	93±7	62± 4	57±7*
DP (metros)	413±26†	409±28	400±44	318±18*
SGRQ Total (%)	43±2†	43±3	53±2	77±4*
SINTOMAS (%)	44±2†	43±2	46±5	60±3*
ATIVIDADES (%)	42±1†	42±2	52±1	61±5*
IMPACTO (%)	42±1†	43±1	52±1	62±1*
MD (mm)	42±2†	41±2	37±1	30±0,6*

Os dados estão expressos em médias e desvios padrão; G1: grupo DPOC com TMI de alta intensidade; G2: grupo DPOC com TMI de baixa intensidade; VVM: ventilação voluntária máxima; MRCm: *Medical Research Council* modificada; PImáx: Pressão inspiratória máxima; cmH₂O: centímetro de água; DP: distância percorrida no TC6; SGRQ: questionário de qualidade de vida *Saint George Respiratory Questionnaire*; %: porcentagem; MD: mobilidade diafragmática; mm: milímetros; %prev: porcentagem do previsto; Teste *t* não-pareado; † $p \leq 0,05$ (12^a G1 versus 12^a G2); * $p \leq 0,05$ (24^a G1 versus 24^a G2).

DISCUSSÃO

O principal resultado deste estudo foi a demonstração que o TMI de 12 semanas, com cargas de 80% e de 30% da P_{Imáx}, além de proporcionar incrementos importantes e significantes da VVM, P_{Imáx}, DP e MD, diminuiu significativamente a sensação de dispneia refletindo positivamente na melhora da QV dos indivíduos com DPOC grave e desnutridos. Além disso, após 12 semanas do TMI o G1 manteve o aumento significativo, enquanto que o G2 apresentou retorno das variáveis aos valores iniciais quanto a VVM, P_{Imáx}, MRC_m e MD, já a DP apresentou valores abaixo da avaliação inicial. As porcentagens das variáveis do SGRQ total, sintomas, atividades e impacto no G2 apresentaram aumentos significantes quando comparadas com a 12^a semana, mas a melhora da QV nos componentes do SGRQ se manteve em relação à avaliação inicial.

Ries et al.¹⁴ por meio de biópsias dos músculos inspiratórios de pneumopatas crônicos, mostraram acentuada redução da capacidade de geração de força por área de secção transversa, predispondo a fraqueza e fadiga muscular, com desenvolvimento de dispneia. De forma importante, a fraqueza e a fadiga da musculatura respiratória estão coligadas à menor função pulmonar, especialmente na capacidade vital forçada. Entretanto, diversos estudos foram feitos para avaliar os efeitos do TMI na função pulmonar em pacientes com DPOC^{15,16}, e notou-se que os valores espirométricos permaneceram inalterados após o treinamento, corroborando com nosso estudo, no qual não houve alterações nos volumes e nas capacidades após treinamento.

Segundo Arora e Rochester¹⁷ a fraqueza e a fadiga da musculatura respiratória associadas a desnutrição resultam em atrofia muscular generalizada, diminuição das fibras musculares diafragmáticas, das pressões respiratórias geradas pelos músculos e vasoconstricção da musculatura torácica¹⁷. No entanto, o TMI pode atenuar essas alterações, mas persistem as dúvidas e existem controvérsias a respeito do percentual a ser adotado na carga de treinamento. Acredita-se que está mais relacionada às condições do

indivíduo em realizar exercícios contra uma resistência¹⁸. Sendo assim, as cargas de 80% e 30% da P_{Imáx} adotadas neste estudo devem-se ao fato de que todos os indivíduos submetidos a um estudo piloto não relataram nenhum desconforto. Além disso, Weiner et al.¹⁹ constataram que o TMI, quando o estímulo é adequado para melhora da força e resistência da musculatura respiratória, promove uma redução da dispneia e melhora da tolerância ao esforço. No presente estudo as cargas de treinamento utilizadas foram suficientes para promover diminuição significativa da dispneia e aumento na DP no TC6.

Com relação ao ganho da força e da resistência muscular inspiratória, estudos de Lotters et al.²⁰ e Enright et al.²¹ comprovaram que o TMI de alta e baixa intensidade traz benefícios sobre a força muscular respiratória (P_{Imáx}), sobre a resistência (VVM) da musculatura respiratória e diminuição da sensação de dispneia no repouso e durante o exercício, porém em pacientes com DPOC com grau de obstrução moderado a grave, e sem depleção nutricional. No presente estudo observa-se que os voluntários dos G1 e G2, com DPOC grave e desnutridos, apresentaram um aumento significativo da VVM, e da P_{Imáx} e redução da dispneia.

A consequência funcional de tal melhora, pode ser observada pelo aumento na DP e melhora na QV.

Sabe-se que o indivíduo com DPOC normalmente apresenta intolerância ao esforço e pode ser justificada pelo desconforto respiratório e fadiga muscular. De acordo com o ACCP/AACVPR⁵, o TMI é suficiente para aumentar a DP, e segundo Redelmeier et al.²², um aumento de 54 metros na DP é clinicamente significativo e relevante. Neste estudo observou-se que em 12 semanas o G1 apresentou maior resposta com um aumento médio de 88 metros quando comparado com o G2 que foi de 72 metros.

O quadro de hiperinsuflação pulmonar presente na DPOC contribui também para uma desvantagem da mecânica dos músculos respiratórios, causando fraqueza e

recrutamento da musculatura acessória da inspiração^{23,24}. O diafragma é o mais comprometido, tornando-se retificado, o que diminui a zona de aposição e, conseqüentemente, restringe sua excursão.

Segundo Porszasz et al.²⁵ existe uma redução da ventilação e da frequência respiratória com um aumento da capacidade inspiratória após o TMI. Esses resultados sugerem uma diminuição da hiperinsuflação, fator responsável pela melhora da mecânica diafragmática e da força muscular inspiratória. Com o TMI há uma melhora funcional e mudanças adaptativas nas estruturas do diafragma, melhorando sua excursão. Nesse estudo foi possível observar aumento da MD contribuindo para a diminuição da dispneia e melhora na QV.

Quanto a QV, a conceituação está relacionada à saúde e aos aspectos envolvidos na definição genérica, com a questão da doença e das intervenções em saúde²⁶. Em geral, os portadores de DPOC sofrem modificações em seu padrão de vida normal, em virtude de sua incapacidade para executar determinadas tarefas cotidianas, decorrente dos sinais e sintomas²⁷. No presente estudo os voluntários dos G1 e G2 apresentaram porcentagens do SGRQ total, sintomas, atividades e impacto aumentados na avaliação inicial, porém com o TMI de alta e baixa intensidade, durante 12 semanas, essas porcentagens diminuíram significativamente, sugerindo que o aumento da força muscular inspiratória, da resistência e da MD, diminuíram a dispneia e aumentaram a DP nesses dois grupos, refletindo de forma positiva na QV.

Foram encontrados poucos relatos na literatura sobre os efeitos do TMI após um período sem treinamento²⁸. Segundo Weiner et al.¹⁹, o TMI durante 12 semanas com carga de 60% da PImáx resulta no aumento da força dos músculos respiratórios, o qual não se mantém após 6, 9 e 12 meses. No presente estudo, observou-se que no G2 após 12 semanas sem treinamento, a VVM, a PImáx e o MRCm voltaram para seus valores iniciais

e a DP ficou abaixo do valor inicial pré TMI, bem como as porcentagens do SGRQ aumentaram em todos os domínios. Esses resultados suportam a hipótese de que os benefícios do TMI de baixa intensidade reduzem rapidamente se houver cessação do treinamento, sugerindo que ele deve ser mantido por tempo prolongado.

Troosters et al.²⁹ mostraram que 6 meses de TMI com carga de 30% da PImáx estão associados com a melhora da capacidade funcional e da QV, a qual persistiu durante os 12 meses seguintes. No estudo de Strijbos et al.³⁰ observou-se que o TMI com 30% da PImáx traz efeitos positivos, porém eles são reduzidos ao longo de um ano.

Na análise intergrupos foram constatadas diferenças significantes. O G1 apresentou um aumento na VVM, PImáx, DP e MD, e diminuição nas variáveis do SGRQ quando comparado com o G2, após 12 e 24 semanas do TMI. Além de apresentar redução significativa da dispneia em relação ao G1 na 24ª semana pós TMI. Esses resultados ajudam a demonstrar que o TMI de alta intensidade proporcionou efeitos benéficos prolongados em relação ao TMI de baixa intensidade, considerando um período de treinamento de 12 semanas.

Porém, a eficiência do TMI de alta intensidade com o resistor de carga linear *Power Breather*[®] não está relatada na literatura em indivíduos com DPOC grave e desnutridos. Sendo assim, sugere-se que os protocolos de treinamento realizados neste estudo, com esse equipamento, têm efeitos positivos nesses indivíduos tanto em alta quanto em baixa intensidade, mas com efeitos mais prolongados no TMI de alta intensidade.

LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Inicialmente, em relação aos pacientes envolvidos no estudo, são necessárias mais pesquisas envolvendo o gênero feminino para ratificar ou não os resultados obtidos com os protocolos adotados. Além disso, não é possível extrapolar os resultados para todos os estadiamentos da DPOC, e a questão da desnutrição dos pacientes também deve ser considerada na classificação dos estadiamentos.

CONCLUSÃO

Concluindo, o TMI de alta e baixa intensidade com equipamento de carga pressórica linear proporcionou efeitos benéficos aos indivíduos com DPOC grave e desnutridos, com aumento significativo da resistência e força muscular respiratória, tolerância aos esforços físicos e MD, bem como uma diminuição na MRCm, nas sensação de dispneia e na qualidade de vida. No entanto, vale ressaltar que o TMI de alta intensidade proporcionou benefícios adicionais aos indivíduos com DPOC visto a manutenção destes efeitos após 12 semanas sem treinamento.

REFERÊNCIAS

1. GOLD - Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (Revised 2011) Washington: Global Initiative for Chronic Obstrutive Lung Disease; 2011. [acesso 28 Jan. 2013]. Disponível em: <http://www.goldcopd.com/download.asp?intId=554>.
2. II Consenso Brasileiro de Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. J Bras Pneumol. 2004;30(5):1-5.
3. Hugli O, Fitting JW. Alterations in metabolism and body composition in chronic respiratory diseases. In: Wouters EFM. Nutrition and metabolism in chronic respiratory diseases. London: Maney; 2003;11-22.
4. Waitzberg DL. Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica. 3ª Ed. São Paulo: Atheneu, 2001;100-2.
5. American College of Chest Physicians; American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation: joint ACCP/AACVPR evidence-based guidelines. Chest. 1997; (112):1363-96.
6. Pereira CAC. Espirometria. Diretrizes para testes de função pulmonar. J Bras Pneumol. 2002; 8(3):1-82.
7. American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. Am J Resp Crit Care Med. 2002;166:518-624.
8. Bestall JC, et al. Usefulness of the Medical Research Council(MRC) dyspnea scale as a measure of disability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Thorax. 1999;54(7):581-6.
9. American Thoracic Society Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. AT Statement: guidelines for six-minutes walk test. Am J Resp Crit Care Med. 2002;166(1):111-17.

10. Sousa TC, Jardim JR, Jones P. Validação do questionário do Hospital de St. George na doença respiratória (SGRQ) em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica no Brasil. *J Bras Pneumol*.2000;26:119-25.
11. Mendes CCT, Rael R. Avaliação corporal por bioimpedância. *Rev Nutr Pauta*.1997;24:12-4.
12. Vermeeren MAP, Creutzberg EC, Schols AMWJ, et al. Prevalence of nutritional depletion in a large out-patient population of patients with COPD. *Respiratory Medicine*. 2006;100(8):1349-55.
13. Yamaguti WPS, et al. Diaphragmatic dysfunction and mortality in patients with COPD. *J Bras Pneumol*. 2009;35:1174-85.
14. Ries AL, et al. Pulmonary rehabilitation: joint ACCP/AACVPR evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*. 2007;131(5):4S-42S.
15. Lisboa C. Inspiratory muscle training in chronic airflow limitation: effect on exercise performance. *Eur Respir J*.1997;10:537-42.
16. VillaFranca, et al. Effects of inspiratory muscle training with an intermediate load on inspiratory power output in COPD. *Eur Respir J*. 1998;11:28-33.
17. Arora NS, Rochester DF. Respiratory muscle strength and maximal voluntary ventilation in undernourished patients. *Am Rev Respir Dis*. 1982;126(1):5-817.
18. Witt JD, et al. Inspiratory muscle training attenuates the human respiratory muscle metaboreflex. *J Physiol*. 2007;11(3):1019-28.
19. Weiner P, et al. Maintenance of inspiratory muscle training in COPD patients: one year follow-up. *Eur Respir J*. 2004;23:61–5.
20. Lotters F, et al. Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. *Eur Respir J*. 2002;20:570–8.

21. Enright SJ, et al. Effect of highintensity inspiratory muscle training on lung volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subjects who are healthy. *Phys Ther.* 2006;86:345–54.
22. Redelmeier DA, et al. Interpreting small differences in functional status: the six minute walk test in chronic lung disease patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997;155:1278-82.
23. Paulin E, et al. Influence of diaphragmatic mobility on exercise tolerance and dyspnea in patients with COPD. *Respir Med.* 2007;101:2113-18.
24. Nici L, et al. American Thoracic Society/European Respiratory Society: Statement on pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006;12:1390-13.
25. Porszasz J, et al. Exercise training decreases ventilatory requirements and exercise-induced hyperinflation at submaximal intensities in patients with COPD. *Chest.*2005;128(4): 2025-34.
26. Measuring Healthy Days. Population Assessment of Health-Related Quality of Life. Centers for Disease Control and Prevention. National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion. Division of Adult and Community Health [internet]. Available: form: <http://www.cdc.gov/hrqol/pdfs/mhd.pdf>.
27. Shahin B, et al. Benefits of shorts inspiratory muscle training on exercise capacity, dypnea, and inspiratory fraction in COPD patients. *International J of Chronic Obstructive Pulmonary Disease.* 2008;3(3):423-27.
28. Jonathan DW, et al. Inspiratory muscle training attenuates the human respiratory muscle metaboreflex. *J Physiol.* 2007; 584(3):1019–28.
29. Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Short- and longterm effects of outpatient rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized trial. *Am J Med.* 2000; 109:207–12.

30. Strijbos JH, Potsma DS, Van Altena R, Gimeno F, Koeter GH. A comparison between outpatient hospital-based pulmonary rehabilitation program in patients with COPD. *Chest*. 1996;109:366–72.

ANEXO I - CARTA DE ACEITE DO ESTUDO 1

FISIOTERAPIA EM
Movimento
 (Physical Therapy in Movement)

ISSN 0103-5150
 e-ISSN 1980-5913
 PEER REVIEW

CHAMPAGNAT FLOPP

Curitiba, 29 de janeiro de 2013

Prezados (a) Senhores (a):

GUALBERTO RUAS,
 JULIANE MORREIRA NAVES,
 GABRIEL GOMES RIBEIRO,
 MAURICIO JAMAMI,

Informamos que seu artigo intitulado **THE INFLUENCE OF BODY COMPOSITION ASSESSED BY DUAL-ENERGY X-RAY ABSORPTIOMETRY ON FUNCTIONAL CAPACITY IN PATIENTS WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE.**

Foi aceite para publicação, com previsão no exemplar volume 26 número 1 janeiro/março de 2013.

O Conselho Editorial vem mais uma vez agradecer a sua participação no engrandecimento desta edição.

Queremos reafirmar que este veículo científico continua aberto aos novos trabalhos desenvolvidos por V.S.

Sem mais apresentamos nossos protestos de estima e consideração.

Elis Silveira

Secretária Revista

"Fisioterapia em Movimento"



Rua Imaculada Conceição, 1155 Prado velho CEP 80215 901 Curitiba Paraná Brasil.

Caixa Postal 17315 CEP 80242 980 Fone/Fax: (41) 3271 1608 www.pucpr.br revista.fisioterapia@pucpr.br

ANEXO II – ARTIGO DO ESTUDO I

THE INFLUENCE OF BODY COMPOSITION ASSESSED BY DUAL-ENERGY X-RAY ABSORPTIOMETRY ON FUNCTIONAL CAPACITY IN PATIENTS WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE

ABSTRACT

Introduction: The individual with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) can experience a significant reduction of body composition, peripheral muscle dysfunction resulting in a negative influence on functional capacity. **Objectives:** To analyze the influence of body composition assessed by dual-energy x-ray absorptiometry on functional capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease(COPD). **Methods:** We eleven male patients with COPD (COPDG), 7 presenting moderate obstruction and 4 severe, and 11 sedentary male subjects (CG) were evaluated by dual-energy x-ray absorptiometry to assess their body composition, all subjects have also performed the 6 minute walk test (6MWT) and step test (6MST) to assess their functional capacity. **Results:** No significant differences were found between groups for anthropometric data such as age, weight, height and body mass index (BMI). However, the COPDG presented forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in one second (FEV₁), FEV₁/FVC ratio, maximal voluntary ventilation (MVV), walked distance (WD) and number of steps (NS) significantly lower than the CG ($p < 0,05$; Student's *t* test). The body bone mass (BBM), BBM%, Lean Mass (LM), LM%, and right lower limb (RLL) and left lower limb (LLL) were significantly lower in the COPDG when compared with the CG, presenting statistically significant positive correlations with 6MWT on WD and 6MST on NS ($p < 0,05$, *Pearson's* test). **Conclusion:** We conclude that body composition is an important prognostic factor for patients with COPD, which reinforces the importance of assessing

body composition by dual-energy absorptiometry since it has demonstrated with satisfactory accuracy in clinical practice. Moreover, it is a parameter useful evaluation and reassessment in pulmonary rehabilitation programs.

Keywords: body composition; dual-energy absorptiometry; functional capacity.

ESTUDO I

Introduction

The chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is a respiratory disorder characterized by an existing airflow chronic obstruction that is not fully reversible (1). The airflow obstruction is usually progressive and is associated with a lung inflammatory response to toxic or noxious particle and/or gases, primarily cigarette smoking (1). It is actually a disease associated with clinically significant systemic changes (1).

In addition, just as it happens in other inflammatory diseases, the COPD patient may present an important body composition reduction (bone mineral density, muscle mass and tissue depletion) (2). Unfortunately it is a negative prognostic factor, independent from the obstruction degree, being associated with morbidity and mortality increase (3); probably due to the systemic inflammation characterized by high levels of tumour necrosis factor- α and interleukin 6, hypoxia and dyspnea (4).

Another condition that may contribute to body composition reduction is the malnutrition itself that leads to protein metabolism to generate substrate (5), resulting in peripheral muscle dysfunction, which negatively influence on the ability to perform exercises, the activities of daily life and quality of life, regardless of the respiratory functional deficit (5).

This muscle dysfunction involves functional, structural and bioenergetics changes resulting in functional capacity decrease (6).

Different submaximal tests have been described for functional capacity evaluation of patients with respiratory diseases (7), the present study focus on two, the 6-minute walk test (6MWT) and the 6-minute step test (6MST), once no studies, applying these tests,

were found comparing them with a COPD patient's whole body composition assessment by dual-energy x-ray absorptiometry (DEXA).

According to Lukaski et al (8), DEXA is considered the "golden standard" technique to assess body compartments, considering that it directly measures muscle mass, adipose tissue and bone density accurately and precisely.

Therefore, it becomes necessary to assess the influence of body composition on the functional capacity during physical exercise, considering that weight and high isolated do not differentiate fat from muscle mass or lean mass, thus demonstrating the importance of assessing the body composition by DEXA (9).

The present study objective was to analyze the influence of body composition assessed by dual-energy x-ray absorptiometry on functional capacity in patients with COPD.

Materials and methods

The present study was undertaken in patients with COPD diagnosis who were forwarded to the facility's Respiratory Functional Reeducation Program. All participants (COPD Group and Control Group) have signed a free informed consent, as determined by the Brazilian National Health Council Resolution 196/96. Assessments occurred at the Federal University of São Carlos, São Carlos/SP, Brazil.

The patients included were male, with COPD clinical diagnosis, presenting $FEV_1/FVC < 70\%$ and $30\% \leq FEV_1 < 80\%$ predicted measured by spirometry, ex-smokers, without clinical history of respiratory symptoms or infections exacerbations, clinically stable, with no orthopedic, cardiovascular, neurological impairments and/or cognitive problems that could compromise the evaluation.

COPD Group (COPDG)

Thirty-one subjects with COPD diagnosis presenting moderate to severe obstruction (10) were initially evaluated. Four subjects with moderate obstruction were excluded because they were absent from more than three scheduled evaluation dates, and three for presenting bone deformities and rheumatic diseases that could interfere with the functional tests. Five subjects with severe obstruction dropped out claiming personal problems and domiciliary oxygen long-term continuous therapy. Five subjects did not undertake the tests because they were hemodynamically unstable, and three refused to take part in the study. Eleven subjects have completed the evaluations (7 moderate and 4 severe).

Control Group (CG)

Fifteen male, sedentary, nonsmoker, clinically stable, with no orthopedic, cardiovascular, neurological impairments and/or cognitive problems that could compromise the evaluation were evaluated. Four subjects were excluded because they did not complete the evaluation. Eleven subjects completed the evaluations.

Both groups underwent an anamnesis and a physical exam when data, such as weight, height and age, were collected.

Procedures

The complete evaluation took place on different non consecutive days, and comprehended:

Spirometry

All patients and healthy subjects performed a spirometry test following the Brazilian Society of Pulmonology and Pulmonary Diseases Guidelines (11), thereby

measuring the slow vital capacity (SVC), forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in one second (FEV_1), FEV_1/FVC ratio, peak expiratory flow (PEF), forced expiratory flow between 25-75%, ($FEF_{25-75\%}$) and maximal voluntary ventilation (MVV) values.

Body Composition Assessment

The body composition was assessed by DEXA (Dual-Energy X-ray Absorptiometry), on a DPX-L (Lunar® Excellent in Imaging version 4.7e, Madison, Wisconsin, EUA) equipment, duly calibrated and under daily quality control according to the manufacture's specifications. All measurements were performed by a capacitated medical radiologic technician. A whole body scan was made, each measurement lasted about 20 minutes. The subjects were wearing only shorts and t-shirts, were barefoot and bearing no portable metallic object or any other accessory close to the body. All subjects remained lying and still in the supine position, feet together and arms slightly away from the side of the body on the equipment's table until the measurement were finished. After the whole body scan the program provided estimates of body bone mass (BBM), fat mass (FM) and lean mass (LM). In this system the limbs were delimited and separated from the trunk and the head by standard lines generated by the equipment itself. The lines were adjusted, by the same technician, following specific anatomical references determined by the manufacturer (8).

Functional evaluation tests

The functional evaluation tests conducted were the 6-minute walk test (6MWT) and the 6-minute step test (6MST).

The 6MWT general principle was based on the recommendations established by the *American Thoracic Society* (12). During the tests the subjects were encouraged with

pre-standardized phrases, every 30 seconds, and were also informed about the tests' remaining time.

Six-minute walk test (6MWT)

The 6MWT was performed in a flat corridor with 30 meters length and 1.5 meter wide. The measured parameters recorded to monitor the subject were pulse oxygen saturation (SpO₂) and heart rate (HR), by Nonin® model 8500A (Minnesota, USA) portable pulse oximeter, and dyspnea sensation and lower limbs (LL) fatigue/pain, by the modified Borg CR10 scale. The walked distance (WD) was recorded at the end of the test.

Blood pressure was also measured, before and after the test, by using a mercury sphygmomanometer (Oxigel®, São Paulo, SP, Brazil) with the patient seated.

Six-minute step test (6MST)

The 6MST was performed on a 20 cm-high step, with anti-sliding rubber surface (13), with no support for upper limbs. The subjects were instructed to step up and down the step as fast as possible for six minutes, alternating the LL so that the pain wouldn't cause the test interruption. The number of steps up and down (NS) was recorded. During the test SpO₂ and HR were continually monitored by using a portable pulse oximeter (Nonin®, modelo 8500A, Minnesota, USA).

Statistical analysis

The InStat statistical program, version 3.05 (GraphPad Software, Inc., San Diego, CA, USA) was used to analyze the results of the present study. The analyzed variables are expressed as mean values \pm standard deviation (SD). Considering the normal distribution of the variables, determined by the *Shapiro-Wilk* test, the unrelated Student's *t*-test was used for comparisons between groups, and the related Student's *t*-test for comparisons

intragroup. For the correlation analysis between variables the Pearson correlation coefficient was used. The significance level was set at $p \leq 0.05$.

Results

The CG and COPDG subject's anthropometric characteristics and spirometric measurements are presented on Table 1. The analysis between groups showed no significant differences for anthropometric characteristics such as age, weight, height and BMI between groups. However, the COPDG presented FVC, FEV₁, FEV₁/FVC and MVV significantly lower than the CG (Student's *t*-test; $p \leq 0.05$).

Body Composition

The COPDG's BBM, BBM%, LM, LM%, and RLL's LM and LLL's LM were significantly lower than the CG (Table 1).

Functional Capacity (6MWT and 6MST)

The COPDG presented WD and NS significantly lower than the CG as shown on Table 1.

Table 1 – CG and COPDG anthropometric characteristics, spirometric measurements, body composition, functional capacity assessed by 6MWT and 6MST.

	CG	COPDG
N	11 men	11 men
Age (years)	68±3	69±8
Weight (kg)	72±6	66±7
Height (cm)	174±5	174±6
BMI (kg/m²)	24±2	21±2
FVC (%pred)	100±10	80±16*
FEV₁ (%pred)	85±14	60±14*
FEV₁/FVC (%)	92±6	57±6*
MVV (%pred)	86±14	57±14*
BBM (kg)	2,2±0,3	1,3±0,5*
BBM%	8±0,3	3,5±0,5*
LM (kg)	61±4	45±4*
LM%	79,2±4	71±16*
FM (kg)	18±4	16±4
FM%	25,5±6	24±5
RLL's LM (kg)	8,8±1	6,4±1*
LLL's LM (kg)	8,5±2	6,1±1*
WD (m)	591±91	434±23*
NS	100±2	77±4*

Data are expressed as mean ± standard deviation; CG: control group; COPDG: COPD group; 6MWT: six-minute walking test; 6MST: six-minute step test; kg: kilograms; cm: centimeter; kg/m²: kilogram per square meter; FVC: forced vital capacity; FEV₁: forced expiratory volume in one second; FEV₁/FVC: forced expiratory volume in one second and forced vital capacity ratio; MVV: maximal voluntary ventilation; % pred: percentage from predicted; BBM: body bone mass; LM: lean mass; FM%: fat mass percentage; RLL: right lower limb; LLL: left lower limb; kg: kilogram; %: percentage; WD: walked distance; NS: number of steps climbed; m: meter; *: significant; p≤0.05.

Correlation between 6MWT's WD and body composition in CG and COPDG

Statistically significant positive correlations were observed between 6MWT's WD and BBM, BBM%, LM, LM% and RLL's LM and LLL's LM (Table 2).

Table 2 – Correlation between 6MWT's WD and body composition in CG and COPDG

	CG (r)	COPDG (r)
WD vs BBM (kg)	-0,293	0,682*
WD vs BBM%	-0,117	0,632*
WD vs LM (kg)	-0,033	0,642*
WD vs LM%	-0,133	0,639*
WD vs FM (kg)	-0,034	0,012
WD vs FM%	0,182	0,015
WD vs RLL's LM	-0,012	0,721*
WD vs LLL's LM	-0,014	0,711*

CG: control group; COPDG: COPD group; WD: walked distance; BBM: body bone mass; LM: lean mass; FM: fat mass; RLL: right lower limb; LLL: left lower limb; vs: versus; kg: kilogram; %: percentage; r: correlation coefficient; *: significant ($p \leq 0.05$).

Correlation between 6MST's NS and body composition in CG and COPDG

Statistically significant positive correlations were observed between 6MST's NS and BBM, BBM%, LM, LM% and RLL's LM and LLL's LM (Table 3).

Table 3 – Correlation between 6MST's NS and body composition in CG and COPDG

	CG (r)	COPDG (r)
NS vs BBM (kg)	0,176	0,691*
NS vs BBM%	0,045	0,712*
NS vs LM (kg)	0,163	0,651*
NS vs LM%	0,130	0,662*
NS vs FM (kg)	0,010	0,015
NS vs FM%	0,1639	0,019
NS vs RLL's LM	0,150	0,642*
NS vs LLL's LM	0,052	0,614*

CG: control group; COPDG: COPD group; NS: number of steps climbed; BBM: body bone mass; LM: lean mass; FM: fat mass; RLL: right lower limb; LLL: left lower limb; vs: versus; kg: kilogram; %: percentage; r: correlation coefficient; *: significant ($p \leq 0.05$).

Discussion

The present study made it possible to identify that BBM, BBM%, LM, LM%, RLL's and LLL's LM, WD, NS, FVC, FEV₁, FEV₁/FVC and MVV are lower in patients with COPD when compared with subjects exhibiting similar anthropometric characteristics.

Body composition is a determinant factor associated with exercise intolerance (14), and its reduction affects the peripheral muscles functions because of two different phenomena: progressive muscle mass loss and dysfunction of the remaining muscles. Some studies (14, 15) have demonstrated that this muscle dysfunction results from multiple factors, such as sedentarism, cachexia, skeletal muscle apoptosis, altered regulation of nitric oxide, individual susceptibility, electrolytes and hormones alterations, or may be, as well as, the consequence of the cigarette smoking itself and corticosteroids extended use.

Moreover, the muscle supplies are mobilized to meet the protein synthesis demand contributing to muscle depletion, limiting the subject's functional and respiratory capacity, increasing the risk for mortality (16, 17), what represents a serious problem.

On the present study, significant positive correlation was found comparing WD and NS with BBM, BBM%, LM and LM%, suggesting that as lower the BBM, BBM%, LM and LM%, the lower is the functional capacity.

According to Casaburi et al. (18) the body composition reduction may contribute to the peripheral gait muscle biomechanics and structure losses, resulting in decrease of the quadricep's muscle strength and endurance when compared with healthy control subjects.

The significant positive correlation between RLL's LM and LLL's LM with WD and NS is another finding arising from the present study. In the attempt to explain this fact

we cite, according to Dourado et al. (2), the decrease in activities that make use of the gait, while trying to avoid the dyspnea sensation, and the predominance of upper limbs daily activities.

Killian et al. (19) have suggested that peripheral muscle dysfunction compromises the exercising capacity, and have also observed in their studies that the fatigue sensation on LL is a limitation on functional capacity in COPD patient's.

The fact that 6MST demands more from the LL muscles than the 6MWT caused this study to find higher Borg scale values for LL in both groups, being higher in the COPDG. The limitation on physical performance observed on 6MST may have occurred as a consequence of respiratory factors and muscle mass decrease (6).

The exercise limitation due to respiratory factors is presented by other authors (20, 21), and in the present study can be also justified as a consequence of the lower COPDG's VVM values when compared with the CG's values, once the ventilatory demand increases as the exercise intensity gets higher, reducing the ventilatory efficiency in the first group, and therefore reducing the exercise tolerance (22).

The body composition reduction reduces the diaphragmatic mass and contributes to respiratory muscle decrease in strength and endurance (23). As a consequence, patients who lose weight exhibit more dyspnea, higher rate of retained air and higher exercise limitation than those with stable weight presenting the same degree of obstruction (24). In addition, the diffusion capacity is, in general, more compromised (21). As the muscle mass and muscle function decrease, the respiratory muscles demands increase to maintain the ventilatory work. As time passes, muscles get less efficient due to fatigue. As the body composition progresses the respiratory failure becomes, then, common (22).

Another finding of the present study was the significant reduction of the COPDG's body bone mass, that can be explained by the physical inactivity (chronic sedentarism) due to dyspnea, which contributes to the skeletal muscle mass reduction (22).

The COPD patient's physical inactivity is a negative influence on the bone mineral density, and may reduce its development⁽²²⁾. According to Dalsky et al. (23) the body weight reduction and bedrest effects, on the spine and calcaneus mineral bone content, is negative, once they reduce around 1% per week, contributing to functional capacity decrease.

LeBlanc et al. (24) studies have presented the effect of 17 weeks of bedrest on the skeleton. The loss percentage was different for each part. Calcaneus has lost approximately 10%, femoral trochanter 5%, vertebral spine 4%, femoral neck 4%, tibia 2% and 1,4% in a whole body measure.

In conclusion, the present study's results show that the body composition is an important prognostic factor for COPD patient's. We have also observed the influence of BBM, BBM%, LM, LM%, RLL's LM and LLL's LM depletion on the COPDG functional capacity, what reinforces the importance of the body composition assessment by dual-energy x-ray absorptiometry, once it demonstrates satisfactory clinical accuracy. Moreover, it is a useful evaluation and reevaluation parameter in pulmonary rehabilitation programs.

References

- 1 - Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease – GOLD. Publications reviewed for global strategy for the diagnosis, management and prevention of COPD. Workshop Report updated 2005. [cited 2012 Jan. 25]. Available from: <http://www.goldcopd.org/Guidelines/guidelines-global-strategy-for-diagnosis-management-2005-2.html>.
- 2 - Dourado VZ, Tanni SE, Vale AS, Faganello MM, Sanchez FF, Godoy I. Manifestações sistêmicas na doença pulmonar obstrutiva crônica. *J Bras Pneumol*. 2006;32(Suppl.2):161-71.
- 3 - Menezes AMB, Jardim JR, Perez-Padilla R, Camelier A, Rosa F, Nascimento O, et al. Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease and associated factors: the PLATINO Study in São Paulo, Brazil. *Cad Saúde Pública*. 2005;21(Suppl.5):1565-73.
- 4 - Takabatake N, Nakamura H, Abe S, Inoue S, Hino T, Saito H. The relationship between chronic hypoxemia and activation of the tumor necrosis factor-alpha system in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000;161(Suppl.4):1179-84.
- 5 - Ferreira I, et al. Nutrition intervention in COPD: a systematic overview. *Chest*. 2001;119(Suppl.2):353-63.
- 6 - Li YP, Schwartz RJ, Waddell ID, Holloway BR, Reid MB. Skeletal muscle myocytes undergo protein loss and reactive oxygen-mediated NFkappaB activation in response to tumor necrosis factor alpha. *FASEB J*. 1998;12:871-80.


- 7 - Ozalevli S, Ozden A, Itil O, Akkoçlu A. Comparison of the set-to-stand test with 6 min walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med.* 2007;101:286-93.
- 8 - Lukaski HC. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *Am J Clin Nutr.* 1987;46 (Suppl.4):537-56.
- 9 - Bolanowski M, Nilsson BE. Assessment of human body composition using dual-energy X-ray absorptiometry and bioelectrical impedance analysis. *Med Sci Monit.* 2001;7(Suppl.5):1029-33.
- 10 – Rabe KF, Hurd S, Anzueto A, Barnes PJ, Buist SA, Calverley P. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: Gold Executive Summary. *Am J Respir Crit Care Med.* 2007;176(6):532-55.
- 11 - Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Bras Pneumol.* 2002;28(Suppl.3):S1-238.
- 12 - American Thoracic Society. ATS Statement: Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(1):111-7.
- 13 - Dal Corso S, Duarte SR, Neder JA, Malaguti C, Fuccio MB, Castro Pereira CA, et al. A step test to assess exercise-related oxygen desaturation in interstitial lung disease. *Eur Respir J.* 2007;29(2):330-6.
- 14 - Agusti AGN, Sauleda J, Miralles C, Gomez C, Togores B, Sala E, et al. Skeletal muscle apoptosis and weight loss in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(4):485-9.


- 15 - Reid MB, et al. Reactive oxygen in skeletal muscle. II. Extracellular release of free radicals. *J Appl Physiol.* 1992;73(5):1805-9.
- 16 - Rennie MJ, Edwards RH, Emery PW, Halliday D, Lundholm K, Millward DJ. Depressed protein synthesis is the dominant characteristic of muscle wasting and cachexia. *Clin Physiol.* 1983;3(5):387-98.
- 17 - Berry JK, Baum CL. Malnutrition in chronic obstructive pulmonary disease: adding insult to injury. *AACN Clin Issues.* 2001;12(2):210-9.
- 18 - Casaburi R, Porszasz J, Burns MR, Cariters ER, Chang RS, Cooper CB. Physiologic benefits of exercise training in rehabilitation of patients with COPD. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997;155(5):1541-51.
- 19 - Killian KJ, Leblanc P, Martin DH, Summers E, Jones NL, Campbell EJM. Exercise capacity and ventilatory, circulatory, and symptom limitation in patients with chronic airflow limitation. *Am Rev Respir Dis.* 1992;146(4):935-40.
- 20 - Santuz P, et al. Exercise performance in children with asthma: is it different from that of healthy controls? *Eur Respir J.* 1997;10(6):1254-60.
- 21 - Hallstrand TS, Bates PW, Schoene RB. Aerobic conditioning in mild asthma decreases the hyperpnea of exercise and improves exercise and ventilatory capacity. **Chest.** 2000;118(5):1460-9.
- 22 – Steinberg FV. El ejercicio en la prevencion y tratamiento de la osteoporosis. Madrid: Ediciones CRA; 1989. p.87-94.
- 23 - Dalsky GP. Exercise: its effect on bone mineral content. *Clin Obstet Gynecol.* 1987;30(4):820-32.

24 - LeBlanc AD, Driscoll TB, Shackelford LC, Evans HJ, Rianon NJ, Smith SM, et al. Alendronate as an effective countermeasure to disuse induced bone loss. *J Musculoskeletal Neuronal Interact.* 2002;2(4):335-43.

ANEXO III – CARTA DE SUBMISSÃO DO ESTUDO II

ScholarOne Manuscripts Página 1 de 1

 **Brazilian Journal of Physical Therapy** [Edit Account](#) | [Instructions & Forms](#) | [Log Out](#) | [Get Help Now](#)



[Main Menu](#) → [Author Dashboard](#) → [Submission Confirmation](#) You are logged in as Gualberto Ruas

Submission Confirmation



Thank you for submitting your manuscript to *Revista Brasileira de Fisioterapia*.

Manuscript ID: RBFIS-2013-0039


Title: EFFECTS OF TRAINING OF HIGH AND LOW INTENSITY IN MUSCULATURE INSPIRATORY IN INDIVIDUALS WITH SEVERE COPD AND MALNOURISHED

Authors: Ruas, Gualberto
Jamami, Mauricio

Date Submitted: 21-Feb-2013

 [Print](#)  [Return to Dashboard](#)

ScholarOne Manuscripts™ v4.11.0 (patent #7,257,767 and #7,263,655). © ScholarOne, Inc., 2013. All Rights Reserved.
ScholarOne Manuscripts is a trademark of ScholarOne, Inc. ScholarOne is a registered trademark of ScholarOne, Inc.

 [Follow ScholarOne on Twitter](#)

[Terms and Conditions of Use](#) - [ScholarOne Privacy Policy](#) - [Get Help Now](#)

<http://mc04.manuscriptcentral.com/rbfis-scielo> 21/02/2013

ANEXO IV – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
 PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
 Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos
 Via Washington Luis, km. 235 - Caixa Postal 676
 Fones: (016) 3351.8109 / 3351.8110
 Fax: (016) 3361.3176
 CEP 13560-970 São Carlos - SP - Brasil
 propp@power.ufscar.br - <http://www.propp.ufscar.br/>

CAAE 0011.0.135.000-09

Título do Projeto: Análise da Capacidade Funcional, Qualidade de Vida e Absorciometria de Duo-Energética em Portadores de Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica.
 Classificação: Grupo III
 Procedência: Programa de Pós-Graduação em Física
 Pesquisadores (as): Gualberto Ruas, Maurício Jamami (orientador)
 Processo nº.: 23112.000736/2009-57

Parecer Nº. 151/2009

1. Normas a serem seguidas

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III 3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item III.2.e).
- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente em ___/___/___ e ao término do estudo.

2. Avaliação do projeto

O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (CEP/UFSCar) analisou o projeto de pesquisa acima identificado e considerando os pareceres do relator e do revisor DELIBEROU:

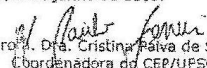
As pendências apontadas no Parecer nº. 089/2009, de 17 de abril, foram satisfatoriamente resolvidas.

O projeto atende as exigências contidas na Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde.

3. Conclusão:

Projeto aprovado

São Carlos, 1 de junho de 2009.


 Prof.ª Dra. Cristina Rêva de Sousa
 Coordenadora do CEP/UFSCar