

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

**RELAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR DE MEMBROS SUPERIORES E  
INFERIORES E ÍNDICES DE GRAVIDADE NA DOENÇA PULMONAR  
OBSTRUTIVA CRÔNICA**

São Carlos – SP

2009

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

**RELAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR DE MEMBROS SUPERIORES E  
INFERIORES E ÍNDICES DE GRAVIDADE NA DOENÇA PULMONAR  
OBSTRUTIVA CRÔNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Fisioterapia, área de concentração: Processos de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Valéria Amorim Pires Di Lorenzo

Orientando: Diego Marmorato Marino

São Carlos – SP

2009

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

M339rf

Marino, Diego Marmorato.

Relação da força muscular de membros superiores e inferiores e índices de gravidade na doença pulmonar obstrutiva crônica / Diego Marmorato Marino. -- São Carlos : UFSCar, 2009.  
60 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2009.

1. Força muscular. 2. Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC). 3. Índice BODE. 4. Preensão palmar. 5. Fisioterapia. I. Título.

CDD: 615.82 (20<sup>a</sup>)



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

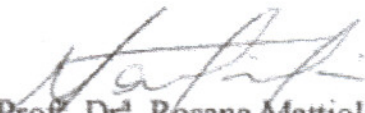
Área de Concentração: Processos de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia  
Via Washington Luís, Km 235 - C.P.676 - CEP. 13.565-905 - SÃO CARLOS - SP - BRASIL  
TEL: (016) 3351-8448 - FAX: (016) 3361-2081  
E-mail: [ppg-cr@power.ufscar.br](mailto:ppg-cr@power.ufscar.br)

## DECLARAÇÃO

**DECLARAMOS** para os devidos fins que, **Diego Marmorato Marino**, tendo cumprido todos os requisitos necessários à obtenção do título de **Mestre em Fisioterapia**, de acordo com o artigo 27 do Regimento Interno do PPGFt/UFSCar, concluiu e realizou Defesa Pública em 16/02/2009, sob o título: **“Relação da força muscular de membros superiores e inferiores e índices de gravidade na doença pulmonar obstrutiva crônica”**. O candidato foi considerado **aprovado** com conceito **“A”**. Ressaltamos que a homologação da defesa pública do candidato junto a Câmara de Pós-Graduação e Pesquisa (CaPG), será feita após a confecção do exemplar definitivo, nos padrões da Gráfica/UFSCar

São Carlos, 16 de fevereiro de 2009.



  
Prof. Dr.<sup>a</sup> Rosana Mattioli  
Vice-coordenadora do PPG-Ft

## **DEDICATÓRIA**

---

Dedico este trabalho a todos os pacientes, minha noiva Kamilla e minha família por disponibilizarem seu tempo e auxiliar-me em toda trajetória possibilitando a realização deste trabalho, pois sem eles nada seria possível.

## **AGRADECIMENTOS**

---

Agradeço primeiramente a Deus por me oferecer mais esta oportunidade e ter colocado pessoas tão iluminadas e amigas em meu caminho como meus familiares, minha noiva e  
minha orientadora.

À minha orientadora Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Valéria Amorim Pires Di Lorenzo, pela dedicação,  
ensinamentos, apoio, paciência e amizade.

À minha querida noiva e grande amiga Kamilla, por todo amor, apoio e  
companheirismo, estando sempre presente em todos os momentos, incentivando e  
colaborando para que eu obtenha o melhor.

À minha mãe, por todo o carinho e auxílio, mostrando sempre o melhor caminho a ser  
tomado, sem o qual não poderia ter chegado até aqui.

Agradeço aos meus avós, Sr. Walter (*in memoriam*) e Sra. Odila, aos quais considero  
também como meus pais, pois sempre participaram de minha vida tratando-me como  
um filho.

À minha tia Silvia e meu primo Aron que também contribuíram para a chegada até esta  
etapa de minha vida.

À Vera, Jamille, Fábio e Douglas, pela amizade, apoio e incentivo.

Ao Prof. Dr. Maurício Jamami, por sua colaboração como pesquisador, conhecimentos compartilhados e amizade.

A toda a equipe da Unidade Especial de Fisioterapia Respiratória da Universidade Federal de São Carlos.

Aos professores da banca examinadora, obrigado pela atenção e sugestões valiosas.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

---

Lista de Abreviaturas e Siglas .....	i
Lista de Tabelas .....	ii
Lista de Figuras .....	iii
Lista de Anexos .....	iv
Resumo .....	v
Abstract .....	vi
Contextualização .....	1
Estudo .....	7
Introdução .....	7
Material e Métodos .....	9
Resultados .....	15
Discussão .....	16
Referências Bibliográficas .....	20
Anexos .....	31
Estudo (em inglês).....	38



**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

---

<b>AVD</b>	Atividades da Vida Diária
<b>CVF</b>	Capacidade Vital Forçada
<b>DP</b>	Desvio-Padrão
<b>DPOC</b>	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
<b>FC</b>	Frequência Cardíaca
<b>FFP</b>	Força de Prensão Palmar
<b>H</b>	Homens
<b>IMC</b>	Índice de Massa Corpórea
<b>IMM</b>	Índice de Massa Magra
<b>M</b>	Mulheres
<b>MMII</b>	Membros Inferiores
<b>MMRC</b>	Escala <i>Modified Medical Research Council Dyspnea</i>
<b>MMSS</b>	Membros Superiores
<b>PA</b>	Pressão Arterial
<b>SpO<sub>2</sub></b>	Saturação Periférica de Oxigênio
<b>TC6</b>	Teste de Caminhada de Seis Minutos
<b>VEF<sub>1</sub></b>	Volume Expiratório Forçado no Primeiro Segundo
<b>VEF<sub>1</sub>/CVF</b>	Razão VEF <sub>1</sub> /CVF
<b>1RM</b>	1 Repetição Máxima

## **LISTA DE TABELAS**

---

**Tabela 1:** Características antropométricas, composição corporal, espirométricas, dispnéia, distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos, índice BODE, força de preensão palmar e força muscular dos MMSS e MMII.

**Tabela 2:** Correlação da força muscular periférica com composição corporal, volume expiratório forçado no primeiro segundo, dispnéia, distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos e índice BODE.

## LISTA DE FIGURAS

---

- Figura 1:** Relação da força dos músculos peitoral maior e tríceps com a massa magra, distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos e força de preensão palmar.
- Figura 2:** Relação da força dos músculos redondo maior e grande dorsal com a massa magra, distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos e força de preensão palmar.
- Figura 3:** Relação da força do quadríceps com a massa magra, distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos e força de preensão palmar.
- Figura 4:** Relação da força de preensão palmar com a massa muscular, índice de massa magra e distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos.

**LISTA DE ANEXOS**

---

**Anexo I:** Carta de submissão do artigo “Relação da força muscular de membros superiores e inferiores e índices de gravidade na doença pulmonar obstrutiva crônica” ao periódico *Respirology*.

**Anexo II:** Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

**Anexo III:** Ficha de Avaliação

**Anexo IV:** Ficha do Teste de Preensão Palmar

**Anexo V:** Ficha do Teste de 1 Repetição Máxima

## RESUMO

**Introdução:** Indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) apresentam redução da força muscular periférica, conduzindo à mobilidade prejudicada e aumento do risco de morte. No entanto, há uma escassez de estudos que verificam se a força muscular periférica tem relação com o índice BODE e a massa magra. **Objetivos:** Verificar se há relação entre a força muscular de membros superiores (MMSS) e membros inferiores (MMII) com índice BODE, suas variáveis isoladas e massa magra em indivíduos com DPOC apresentando obstrução moderada a muito grave. **Métodos:** Vinte e seis indivíduos com DPOC moderada a muito grave ( $VEF_1 < 80\%$  do previsto) foram avaliados quanto à composição corporal (índice de massa corpórea – IMC e massa magra), índice BODE, força de preensão palmar (FPP) e teste de uma repetição máxima (1RM) dos MMSS e MMII. **Resultados:** Observou-se correlação positiva moderada a forte (*Pearson*,  $p < 0,05$ ) entre a força muscular periférica com a massa magra e distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos (TC6). No entanto, o índice BODE não se correlacionou com parâmetros de força ou massa magra. **Conclusão:** Conclui-se que a avaliação da força muscular periférica não se relaciona com o índice BODE. Neste sentido, as medidas de força muscular periférica devem ser utilizadas auxiliando a avaliação da performance dos indivíduos com DPOC.

**Palavras-chave:** fisioterapia, força muscular, força da mão, índice BODE, doença pulmonar obstrutiva crônica.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** Individuals with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) present a decrease in peripheral muscle strength, leading to impaired mobility and increased death risk. However, there are a lack of studies that verify if the peripheral muscle strength have relationship with the BODE index scale and fat-free mass. **Objectives:** To verify the relationship between maximum upper-limb (UL) muscle strength and lower-limb (LL) muscle strength with a BODE index, isolated variables and fat-free mass in subjects with moderate to very severe COPD. **Methods:** Twenty-six individuals with moderate to very severe COPD ( $FEV_1 < 80\%$  of predict) were evaluated regarding body composition (body mass index-BMI and fat-free mass), BODE index, handgrip force (HGF) and one repetition maximum test (1RM) of the UL and LL. **Results:** Observed moderate to strong positive correlation (Pearson,  $p < 0.05$ ) between peripheral muscle strength with the fat-free mass and distance walked in the six-minute walk test (6MWD). However, the BODE index were not correlated with force measurement or fat-free mass. **Conclusion:** It can be concluded that the evaluation of peripheral muscle strength is not related to the BODE index. In such case, the peripheral muscle force measures need be used assisting the assessment of COPD subjects performance.

**Keywords:** physiotherapy, muscle strength, handgrip force, BODE index, chronic obstructive pulmonary disease

## CONTEXTUALIZAÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é caracterizada por limitação crônica ao fluxo aéreo e presença de algumas manifestações sistêmicas significantes que podem contribuir para a severidade da doença<sup>1</sup> e conduzir a condições de comorbidade.<sup>2</sup>

Dentre as manifestações sistêmicas, pode-se observar redução do peso corporal, anormalidades nutricionais e disfunção muscular periférica,<sup>1</sup> sendo esta última comum em indivíduos com DPOC, caracterizando-se por diminuição do metabolismo oxidativo, da capilarização na fibra e da porcentagem de fibras oxidativas.<sup>3-5</sup>

Além disso, verifica-se também redução da área da fibra muscular, com alterações na massa magra e no índice de massa magra (IMM), acarretando em redução da massa muscular.<sup>6</sup> Segundo O'SHEA et al.,<sup>7</sup> a perda da massa muscular é o fator mais importante na geração da força do que o grau de obstrução desses indivíduos.

A alteração da massa muscular contribui para uma diminuição da força e *endurance* muscular,<sup>8-10</sup> estando associada a um declínio da capacidade ao exercício<sup>5,6,8,11</sup> e deterioração da qualidade de vida.<sup>12,13</sup>

Segundo Bernard et al.<sup>9</sup> e Castagna et al.<sup>14</sup>, a força dos músculos dos membros inferiores (MMII) apresenta maior redução que a dos músculos da cintura escapular devido ao fato da maioria das atividades da vida diária (AVD) envolver os músculos dos membros superiores (MMSS), o que proporciona atividade quase que constante desses músculos<sup>13</sup> e ainda, por estes participarem concomitantemente da respiração acessória.<sup>9,10</sup> Além disso, a área de secção transversa da coxa apresenta-se significativamente menor nesses indivíduos.<sup>9</sup>

A força muscular periférica máxima pode ser avaliada de diferentes formas, dentre elas, pela realização do teste de uma repetição máxima (1RM)<sup>13</sup> e pela medida

da força de preensão palmar (FPP), constituindo um indicador relevante do estado geral de força do indivíduo.<sup>15-17</sup>

Com o agravar da doença, há um aumento da limitação aos esforços físicos e da mortalidade dos indivíduos com DPOC, sendo de interesse a realização de estudos que verifiquem a relação entre os índices considerados preditores de mortalidade, os quais podem ser avaliados isoladamente ou em conjunto, como proposto por Celli et al.<sup>18</sup>

Dentre os preditores de mortalidade, tem-se a distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos (TC6)<sup>19</sup>, a qual reproduz as limitações pulmonares e sistêmicas resultantes da DPOC,<sup>20,21</sup> sendo considerada um bom marcador da capacidade funcional nas AVD.<sup>19,22</sup> Isso possivelmente deve-se ao fato da distância percorrida ser influenciada pela disfunção muscular periférica bem como pelo prejuízo pulmonar presente nos indivíduos com DPOC.<sup>21</sup>

De acordo com Pinto-Plata et al.,<sup>19</sup> a distância percorrida no TC6 é considerada melhor preditor de mortalidade que o VEF<sub>1</sub> e o IMC nesses indivíduos.

Segundo Lanbdo et al.<sup>23</sup> e Vestbo et al.,<sup>24</sup> o IMC também tem sido identificado como um preditor de mortalidade independente na DPOC, com uma clara relação entre a redução do IMC e o aumento do risco de morte. Além disso, o IMC é muito utilizado como um bom indicador da composição corporal, mesmo não retratando as diferenças individuais desta composição.<sup>25</sup>

Ainda, o risco de morte nos indivíduos com DPOC frequentemente é verificado pela avaliação do VEF<sub>1</sub>,<sup>18</sup> fornecendo uma descrição útil da gravidade das alterações pulmonares. Porém, esta variável não avalia o indivíduo de forma sistêmica, podendo subestimar a sua capacidade aos esforços físicos, sendo assim, alguns marcadores de mortalidade considerados melhores que o VEF<sub>1</sub>.<sup>26,27</sup>



Com o intuito de se realizar uma avaliação multidimensional dos indivíduos com DPOC, Celli et al.<sup>18</sup> desenvolveram o índice BODE, composto por quatro variáveis relevantes na avaliação da mortalidade (IMC, obstrução da via aérea, percepção da dispnéia e capacidade ao exercício). Este índice é considerado melhor preditor de mortalidade que o VEF<sub>1</sub> isolado, sendo que abrange as principais alterações encontradas nestes.<sup>18</sup>

Considerando a importância de verificar a utilização desses índices nas avaliações de indivíduos com DPOC, este estudo traz como contribuição original verificar se a medida de força muscular de MMSS e MMII relaciona-se com o índice BODE e a massa magra, já que há uma escassez de estudos que avaliam esta relação. Com isso, o objetivo deste estudo foi verificar se há relação entre a força muscular de MMSS e MMII com índice BODE, suas variáveis isoladas e massa magra em indivíduos com DPOC apresentando obstrução moderada a muito grave.

Este estudo, intitulado “Relação da Força Muscular de Membros Superiores e Inferiores e Índices de Gravidade na Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica” está apresentado a seguir.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GOLD - Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Updated 2008.
2. Agusti AG. Systemic effects of chronic obstructive pulmonary disease. *Proc. Am. Thorac. Soc.* 2005; 2(4): 367-70.
3. Casaburi R. Skeletal muscle function in COPD. *Chest* 2000; 117(5): 267S-71S.
4. Gea JG, Pasto M, Carmona MA, Orozco-Levi M, Palomeque J, et al. Metabolic characteristics of the deltoid muscle in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur. Respir. J.* 2001; 17: 939-45.
5. Mador MJ, Bozkanat E. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir. Res.* 2001; 2: 216-24.
6. Eliason G, Abdel-Halim S, Arvidsson B, Kadi F, Piehl-Aulin K. Physical performance and muscular characteristics in different stages of COPD. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 2008; 1-6.
7. O'Shea SD, Taylor NF, Paratz J. Peripheral muscle strength training in COPD: A systematic review. *Chest* 2004; 126(3): 903-14.
8. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Peripheral muscle weakness contributes to exercise limitation in COPD. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1996; 153: 976-80.
9. Bernard S, Leblanc P, Whitton F, Carrier G, Maltais F. Peripheral muscle weakness in patients with chronic obstructive pulmonary rehabilitation. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1998; 158: 29-39.
10. American Thoracic Society – European Respiratory Society. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1999; 159: 1-28.

11. Decramer M, Benedetto FD, Del Ponte A. Systemic effects of COPD. *Respir. Med.* 2005; 99: 3S-10S.
12. Lisboa CB, Villafranca C, Caiozzi G, Berrocal C, Leiva A, et al. Quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease and the impact of physical training. *Rev. Med. Chil.* 2001; 129(4): 359-66.
13. Dourado VZ, Tanni SE, Vale AS, Faganello MM, Sanchez FF, et al. Manifestações sistêmicas na doença pulmonar obstrutiva crônica. *J. Bras. Pneumol.* 2006; 32(2): 161-71.
14. Castagna O, Boussuges A, Vallier JM, Prefaut C, Brisswalter J. Is impairment similar between arm and leg cranking exercise in COPD patients? *Respir. Med.* 2007; 101: 547-53.
15. Moreira D, Godoy JR, Junior WS. Estudo sobre a realização da preensão palmar com a utilização do dinamômetro: considerações anatômicas e cinesiológicas. *Fisiot. Brasil* 2001; 2(5): 295-300.
16. Boadella JM, Kuijer PP, Sluiter JK, Frings-Dresen MH. Effect of self-selected handgrip position on maximal handgrip strength. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2005; 86: 328-31.
17. Figueiredo IM, Sampaio RF, Mancini MC, Silva FCM, Souza MAP. Teste de força de preensão utilizando dinamômetro Jamar. *Acta. Fisiatr.* 2007; 14(2): 104-10.
18. Celli BR, Cote CG, Marín JM, Casanova C, Oca MM, et al. The body-mass index, airflow obstruction, dyspnea and exercise capacity index in chronic obstructive pulmonary disease. *N. Engl. J. Med.* 2004; 350: 1005-12.

19. Pinto-Plata VM, Cote C, Cabral H, Taylor J, Celli BR. The 6-min walk distance: change over time and value as a predictor of survival in severe COPD. *Eur. Respir. J.* 2004; 23: 28-33.
20. Wegner RE, Jorres RA, Kirsten DK, Magnussen H. Factor analysis of exercise capacity, dyspnea ratings and lung function in patients with severe COPD. *Eur. Respir. J.* 1994; 7: 725-9.
21. Jenkins SC. 6-Minute walk test in patients with COPD: clinical applications in pulmonary rehabilitation. *Physiotherapy* 2007; 93: 175-82.
22. Pitta F, Troosters T, Spruit MA, Decramer PM, Gosselink R. Characteristics of physical Activities in Daily Life in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.* 2005; 171: 972-7.
23. Landbo C, Prescott E, Lange P, Vestbo J, Almdal T. Prognostic value of nutritional status in chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.* 1999; 160: 1856-61.
24. Vestbo J, Prescott E, Almdal T, Dahl M, Nordestgaard BG, et al. Body mass, fat-free body mass, and prognosis in patients with chronic obstructive pulmonary disease from a random population sample. *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.* 2006; 173: 79-83.
25. Fernandes AC, Bezerra OMP. Terapia nutricional na doença pulmonar obstrutiva crônica e suas complicações nutricionais. *J. Bras. Pneumol.* 2006; 32(5): 461-71.
26. Jones PW, Agustí AG. Outcomes and markers in assessment of chronic obstructive pulmonary disease. *Eur. Respir. J.* 2006; 27(4): 822-32.
27. Martinez FJ, Foster G, Curtis JL, Criner G, Weinmann G, et al. Predictors of mortality in patients with emphysema and severe airflow obstruction. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2006; 173(12): 1326-34.

## ESTUDO

---

# RELAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR DE MEMBROS SUPERIORES E INFERIORES E ÍNDICES DE GRAVIDADE NA DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA

## INTRODUÇÃO

Os indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) apresentam limitação ao fluxo aéreo, sintomas respiratórios e fraqueza muscular periférica com subsequente deterioração do estado funcional.<sup>1</sup> Nesses indivíduos, o grau de obstrução da via aérea ou a interferência de outros fatores, tais como alterações de massa e força muscular, atrofia das fibras musculares tipo I e IIa, redução da capilarização das fibras e na capacidade das enzimas oxidativas,<sup>2-4</sup> acarretam diminuição no desempenho ao exercício físico, independentemente da severidade de limitação da via aérea.<sup>5</sup>

Há evidências de que os indivíduos com DPOC apresentam redução significativa de força de membros superiores (MMSS) e inferiores (MMII), sendo predominante nos inferiores<sup>2,6-8</sup> decorrente da inatividade física, da redistribuição dos tipos de fibras musculares e diminuição da área de secção transversa da coxa, o que conduz à mobilidade prejudicada e aumento do risco de mortalidade.<sup>4,6,9,10</sup>

Alguns autores descrevem que a musculatura de MMSS e da caixa torácica pode influenciar a distância percorrida no teste de caminhada devido à participação da musculatura da caixa torácica e membros superiores.<sup>7</sup>

Desta forma é possível que a redução dos parâmetros de força muscular periférica máxima possa ser mais um indicador de mortalidade representando um sinal

precoce da limitação muscular periférica e diminuição da performance ao exercício físico.

A avaliação da força muscular periférica máxima tem sido realizada por meio da medida da força de preensão palmar (FPP) e do teste de uma repetição máxima (1RM), sendo indicadores da limitação muscular periférica e mortalidade, mas que ainda precisam ser melhor estudados.

Além da medida de força muscular máxima, a avaliação da distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos (TC6) tem sido considerada um preditor de mortalidade, bem como a composição corporal pelo índice de massa corpórea (IMC) fazendo estes, parte do índice BODE que consiste em um sistema multidimensional, juntamente com obstrução da via aérea e percepção da dispnéia, avaliada pela escala *Modified Medical Research Council Dyspnea (MMRC)*, o qual abrange as principais alterações encontradas nos indivíduos com DPOC e tem sido considerado o melhor preditor de sobrevida destes.<sup>11-14</sup>

A avaliação do risco de mortalidade nesses indivíduos tem sido enfoque em alguns estudos,<sup>11,14,15</sup> os quais utilizam tanto as variáveis isoladas quanto em conjunto.

No entanto, há uma escassez de estudos que verificam se a força muscular periférica tem relação com o índice BODE e a massa magra. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi verificar se há relação entre a força muscular de MMSS e MMII com índice BODE, suas variáveis isoladas e massa magra em indivíduos com DPOC apresentando obstrução moderada a muito grave.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Sujeitos**

Foram avaliados 31 indivíduos de ambos os sexos apresentando diagnóstico clínico de DPOC com obstrução moderada a muito grave constatado por meio do teste espirométrico pré e pós-broncodilatador, realizado pelo pneumologista responsável. Destes indivíduos, cinco foram excluídos por instabilidade clínica ou abandono, permanecendo 26 indivíduos (16 homens).

### **Crítérios de Inclusão**

Foram incluídos no estudo indivíduos com diagnóstico clínico de DPOC, apresentando razão volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ )/capacidade vital forçada (CVF) $<70\%$  com obstrução moderada a muito grave;<sup>16</sup> de ambos os sexos, idade acima de 50 anos, ex-tabagistas ou não tabagistas e clinicamente estáveis por um período de pelo menos dois meses antecedentes ao estudo.

### **Crítérios de exclusão**

Consideraram-se como critérios de exclusão indivíduos com infecções pulmonares ou outras doenças associadas como cardiopatias, doenças reumáticas e ortopédicas que os impossibilitassem de realizar os testes por limitação ao exercício, que estivessem fazendo uso de oxigênio domiciliar; saturação periférica de oxigênio ( $SpO_2$ ) $<80\%$  aos esforços físicos e que participavam ou tivessem participado de algum protocolo de treinamento físico.

### **Aspectos éticos**

Somente participaram do estudo os indivíduos que deram seu consentimento formal, em atendimento à Resolução 196/96 do CNS (Anexo I), sendo este estudo aprovado pelo Comitê de Ética da Instituição (nº do protocolo 432/2008).

### **Procedimento Experimental**

Os indivíduos foram encaminhados ao Serviço de Fisioterapia Respiratória da instituição onde foram avaliados em cinco dias diferentes, consistindo da avaliação inicial (anamnese e exame físico) (Anexo II), verificação da composição corporal e do índice BODE (IMC, dispnéia pela escala *MMRC* e *TC6*), avaliação da força de preensão palmar (Anexo III) e realização do teste de 1RM para avaliação da força dos MMSS e MMII (Anexo IV). Os indivíduos foram orientados a manter a terapêutica medicamentosa prescrita.

### **Avaliação Antropométrica**

As medidas de peso e estatura foram verificadas por meio de uma balança biométrica (*Welmy*<sup>®</sup>) com o indivíduo descalço, semi-desnudo, na posição ereta e cabeça alinhada.

### **Avaliação da Composição Corporal**

A avaliação da composição corporal foi realizada por meio do cálculo do IMC segundo Willett,<sup>17</sup> classificando-os de acordo com Prescott et al.<sup>18</sup>

Além disso, verificou-se também a composição corporal, realizada por meio da análise de impedância bioelétrica (BIA) a 50 kHz em uma balança digital (*Ironman*,



*Tanita*<sup>®</sup>) seguindo recomendações do fabricante. O indivíduo era orientado a permanecer em jejum de três horas e semi-desnudo. Para análise do índice de massa magra (IMM) utilizou-se a seguinte fórmula:  $IMM = \text{massa magra}/\text{altura}^2$ , descrita por Steiner et al.,<sup>19</sup> considerando como depleção muscular valores  $\leq 16\text{kg}/\text{m}^2$  para homens e  $\leq 15\text{kg}/\text{m}^2$  para mulheres.<sup>20</sup>

### **Teste de função pulmonar**

A espirometria foi realizada pré e pós-broncodilatador pelo pneumologista, com intuito de verificar o grau de obstrução, considerando a razão  $VEF_1/CVF < 70\%$  e  $VEF_1$ , classificando os indivíduos em obstrução moderada ( $50\% \leq VEF_1 < 80\%$  do previsto), grave ( $30\% \leq VEF_1 < 50\%$  do previsto) e muito grave ( $VEF_1 < 30\%$  do previsto).<sup>16</sup>

### **Avaliação da dispnéia**

A avaliação do grau de dispnéia foi realizada por meio da escala *MMRC*,<sup>21</sup> a qual se baseia nos graus das diferentes atividades que levam à dispnéia, variando entre "0" (indivíduo não é incomodado com falta de ar a não ser quando submetido a exercício vigoroso) a "4" (indivíduo apresenta muita falta de ar ao sair de casa ou até mesmo quando troca de roupa). Os indivíduos determinavam o número da escala que se relacionava melhor a sua dispnéia, sendo que números altos referiam-se a maior incapacidade. A escala *MMRC* foi aplicada sob a forma de entrevista pelo examinador.

### **Teste de Caminhada de Seis Minutos**

O TC6 foi realizado em um corredor plano com 30 metros de comprimento, segundo a padronização da ATS.<sup>22</sup> O indivíduo foi monitorizado durante todo o teste

por um oxímetro de pulso portátil (Nonin<sup>®</sup> 8500A) para verificação da SpO<sub>2</sub>, freqüencímetro (Polar<sup>®</sup>) para obtenção da freqüência cardíaca (FC) e questionado quanto à dispnéia e cansaço ou dor em MMII pela escala de Borg modificada CR10, no início e final do teste, sendo que ao final deste anotava-se a distância percorrida em metros.

Foram realizados dois testes com 30 minutos de intervalo entre eles para eliminar o efeito do aprendizado, sendo utilizado para análise o maior valor obtido.

### **Índice BODE**

O índice BODE foi calculado segundo Celli et al.<sup>14</sup> utilizando as seguintes variáveis: IMC, grau de obstrução da via aérea com VEF<sub>1</sub> em % dos valores previstos, dispnéia pela escala *MMRC* e capacidade ao exercício pela distância percorrida no TC6. Os indivíduos receberam pontos de acordo com os resultados obtidos nas quatro variáveis (0-3 para VEF<sub>1</sub>, dispnéia e distância percorrida no TC6; 0-1 para IMC) e estes resultados foram somados, variando numa pontuação total de 0 a 10. A classificação dos indivíduos foi dividida em quartis, onde: quartil 1 é a pontuação de 0 a 2; quartil 2 de 3 a 4; quartil 3 de 5 à 6 e quartil 4 de 7 a 10. Quanto maior a pontuação maior a probabilidade de mortalidade dos indivíduos com DPOC.

### **Testes de Força Muscular**

#### *Avaliação da Força de Preensão Palmar*

A avaliação da FPP foi realizada pelo membro superior dominante, por meio do dinamômetro *Jamar*<sup>®</sup> (*Jackson, MI 49203 USA*), em quilograma-força (kgf),<sup>23</sup> ajustado na segunda posição, sendo utilizada para a avaliação dos indivíduos a posição

ortostática com o membro superior posicionado por um goniômetro na angulação de 0° de flexão de ombro.

Foram solicitadas três contrações voluntárias máximas com repouso de 30 segundos entre elas, considerando para a análise estatística a média dos valores obtidos, sendo que as medidas não podiam variar mais de 5% entre elas.

#### *Teste de 1 Repetição Máxima de MMSS e MMII*

A força muscular máxima de MMSS e MMII foi determinada pelo teste de 1RM na estação de musculação (*Kenkorp EMK 2710*) realizando-se os exercícios descritos abaixo:

- Supino articulado sentado: iniciando o movimento com abdução dos ombros a 90° e cotovelos semi-fletidos, sendo orientado a realizar a adução horizontal dos ombros e extensão dos cotovelos, retornando a posição inicial, envolvendo principalmente a musculatura peitoral maior e tríceps;
- Pulley superior frontal: indivíduo sentado com os pés apoiados no aparelho, partindo da posição de flexão dos ombros associado à extensão dos cotovelos, sendo orientado a realizar a adução dos ombros e flexão dos cotovelos, retornando à posição inicial, envolvendo, sobretudo os músculos redondo maior e grande dorsal;
- Mesa extensora dos joelhos: na posição sentada, sendo o indivíduo orientado a estender os joelhos ao mesmo tempo, partindo da posição de 90° de flexão de joelho até 180° de extensão, envolvendo a musculatura da coxa, especificamente o quadríceps.

Esses exercícios consistiram em determinar a maior quantidade de peso que o indivíduo conseguia mover em uma única repetição, sendo a carga inicial aleatória e aumentada ou reduzida conforme a capacidade dos indivíduos de conseguir ou não

completar uma repetição, podendo esta tentativa ser realizada novamente, com um intervalo de três minutos entre cada carga empregada<sup>24</sup> e 30 min entre cada exercício. Foram realizadas no máximo seis tentativas até a obtenção daquela que foi o valor de 1RM para cada um dos exercícios.<sup>25</sup>

A ordem para realização dos exercícios dos MMSS foi determinada por meio de sorteio realizado anteriormente ao início do teste para cada um dos indivíduos avaliados.

Os indivíduos foram monitorados durante os testes de força muscular quanto a SpO<sub>2</sub>, FC, dispnéia e cansaço ou dor nos MMSS por meio dos instrumentos já citados anteriormente, sendo estas anotadas apenas no início e final de cada posição, bem como a pressão arterial (PA).

### **Análise Estatística**

Os resultados do estudo foram organizados em tabelas e figuras, sendo apresentados por meio de média e desvio-padrão. A análise estatística foi realizada através do pacote estatístico SPSS 13.0. A distribuição dos dados foi avaliada usando o teste Shapiro-Wilk. Como os dados obtidos apresentaram distribuição normal, foi utilizado o teste de correlação de Pearson e a análise de regressão linear foi aplicada. O nível de significância adotado foi de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

A tabela 1 demonstra as características antropométricas, composição corporal, espirométricas, escala de dispnéia *MMRC*, distância percorrida no TC6, índice BODE, FPP e força muscular periférica avaliada por 1RM.

Com relação à composição corporal, ao avaliar o IMC observou-se que um indivíduo apresentou baixo peso, 12 indivíduos estavam dentro dos valores de normalidade, 12 foram classificados como sobrepeso e um como obeso. Quanto ao IMM verificou-se que 5 homens apresentaram valores abaixo de  $16\text{kg}/\text{m}^2$  e 3 mulheres abaixo de  $15\text{kg}/\text{m}^2$ .

No que se refere ao grau de obstrução, 34,6% indivíduos apresentaram obstrução moderada, 50% obstrução grave e 15,4% obstrução muito grave. Quanto a avaliação do grau de dispnéia, verificado pela escala *MMRC* observou-se que 69,2% dos indivíduos apresentaram pontuação 1.

No TC6, ao verificar os valores de distância percorrida observou-se que 46,2% indivíduos apresentaram distância percorrida inferior a 400 metros. Quanto a classificação do índice BODE, observou-se que 50% indivíduos foram classificados em quartil 1.

Ao correlacionar a força muscular periférica máxima dos diferentes grupos musculares avaliados pode-se observar correlação positiva com a massa magra e distância percorrida, bem como ao correlacionar a força muscular obtida pelo teste de 1RM com a FPP, não havendo correlação com índice BODE (Tabela 2). Esses achados foram confirmados por regressão linear (Figuras 1-4).

## DISCUSSÃO

No presente estudo verificou-se que a força muscular de MMSS e MMII em indivíduos com DPOC de obstrução moderada a muito grave relacionou-se com a massa magra e distância percorrida no TC6.

Ao correlacionar a força muscular periférica máxima com o IMC não verificou-se correlação, contradizendo os resultados obtidos por Luna-Heredia et al.<sup>26</sup> ao avaliarem indivíduos saudáveis. Entretanto, cabe ressaltar que o IMC não retrata as diferenças individuais da composição corporal.<sup>27</sup>

De acordo com Lanbdo et al.<sup>28</sup> e Schols et al.,<sup>29</sup> baixos valores de peso corporal e de IMC estão associados a um aumento do risco de morte nos indivíduos com DPOC, sendo ambos fatores de risco para a hospitalização devido à exacerbação da doença, indicando pior prognóstico na evolução da desta.

Segundo Mador e Bozkanat,<sup>3</sup> a redução da força muscular é proporcional à redução da massa muscular, com redução da performance ao exercício nos indivíduos com DPOC.<sup>30</sup> Esta relação foi observada no presente estudo, em que a força máxima dos MMSS e dos MMII mostraram correlação positiva com a massa magra nos indivíduos com DPOC apresentando obstrução moderada a muito grave. Os resultados do presente estudo corroboram aos obtidos por Heijdra et al.,<sup>31</sup> que verificaram moderada relação ( $r= 0,53$ ) com a massa magra, destacando que no presente estudo, foi observada forte relação ( $r= 0,74$ ).

Conforme a classificação de Baarends et al.,<sup>20</sup> observou-se no presente estudo que oito indivíduos (30,8%) apresentavam depleção muscular. Segundo alguns autores,<sup>32-35</sup> a diminuição da massa magra é frequente em indivíduos com DPOC e contribui para a fraqueza muscular, interferindo na tolerância aos esforços físicos, além

de estar associada a maior risco de morte, mesmo entre aqueles com valores normais de IMC.

Franssen et al.,<sup>36</sup> realizou a avaliação da força e *endurance* muscular em indivíduos com DPOC, separados de acordo com a presença ou ausência de depleção muscular, mostrando que a disfunção muscular esquelética de MMSS e MMII está presente com ou sem depleção muscular e a força do quadríceps é menor nos indivíduos que apresentam depleção.

De acordo com Marquis et al.<sup>15</sup>, a massa muscular é considerada melhor preditor de mortalidade que o peso corporal nesses indivíduos e aqueles com menor área de secção transversa da coxa têm apresentado maior risco de morte, independentemente de outras variáveis.

Vale lembrar que a musculatura esquelética nesses indivíduos pode ser afetada pelo uso prolongado de corticosteróides, tanto inalatórios como sistêmicos, acarretando uma diminuição e perda de força muscular,<sup>9</sup> contribuindo para a disfunção muscular esquelética.<sup>37</sup> No presente estudo, 15 indivíduos faziam uso de corticosteróides inalatórios.

A ausência de correlação da força muscular periférica com o VEF<sub>1</sub> justifica-se, pois enquanto a avaliação da musculatura pode ser utilizada para mensuração da limitação sistêmica, a obstrução da via aérea é utilizada para quantificar a limitação da função pulmonar. Verifica-se assim que o grau de comprometimento da função pulmonar não expressa a limitação muscular periférica, embora Bernard et al.<sup>6</sup> tenham observado que a força do quadríceps foi significativamente correlacionada com VEF<sub>1</sub>.

Sabe-se que a fraqueza muscular esquelética de MMSS e MMII é um achado comum na DPOC e está associada à redução da capacidade de exercício, condizendo

com o presente estudo que observou correlação positiva moderada da força muscular dos MMSS e MMII com a distância percorrida no TC6. A correlação encontrada ao avaliar os MMII citada anteriormente corroborou os resultados encontrados por Gosselink et al.<sup>7</sup> e Hamilton et al.,<sup>38</sup> os quais observaram correlação significativa entre a análise da força do quadríceps com a distância percorrida no TC6, sendo esta considerada um fator importante na determinação da distância percorrida no TC6,<sup>7,39</sup> entre outros fatores.

Os resultados obtidos por Dourado et al.,<sup>40</sup> os quais corroboram aos do presente estudo, confirmam que a força dos músculos dos MMSS influencia a distância percorrida, de modo que quanto maior a força dos músculos dos MMSS melhor é a mobilidade funcional do indivíduo.

Segundo Oga et al.,<sup>41</sup> a capacidade de exercício é considerada um fator importante na estratificação do risco de morte na DPOC, a qual possivelmente é acompanhada de fraqueza muscular, também predizendo a mortalidade. No presente estudo pode-se observar que os indivíduos com maior risco de mortalidade (quartil 3) apresentaram menor tolerância ao exercício, avaliada pela distância percorrida no TC6 ( $370 \pm 123,1$ m), enquanto que os indivíduos com menor risco (quartil 1) percorreram uma maior distância no TC6 ( $445,1 \pm 70$ m). Segundo Pinto-Plata et al.,<sup>11</sup> indivíduos que percorrem uma distância menor que 332m apresentam menor sobrevida comparados aos que apresentam maior tolerância aos esforços físicos.

Em nosso estudo não foi identificada correlação entre a força muscular máxima de MMSS e MMII com o índice BODE. Assim, verifica-se que este índice não aborda especificamente a limitação de força muscular, no entanto por constarmos relação com a tolerância ao exercício, constitui-se um avaliador indireto da fraqueza muscular



periférica. Dessa forma, o índice BODE provavelmente acaba não refletindo o nível de limitação muscular periférica desses indivíduos.

Sendo assim, conclui-se de acordo com os resultados obtidos no presente estudo que a avaliação da força muscular periférica na população estudada não se correlacionou com o índice BODE. Neste sentido, as medidas de força muscular periférica máxima de MMSS e MMII devem ser utilizadas auxiliando a avaliação da força dos indivíduos com DPOC.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GOLD – Global initiative for chronic obstructive pulmonary disease. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. Workshop Report. US National Institutes of Health. National Heart, Lung and Blood Institute; 2001.
2. Nici L, Donner C, Wouters E, Zuwallack R, Ambrosino N, et al. American Thoracic Society / European Respiratory Society Statement on Pulmonary Rehabilitation. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2006; 173: 1390-413.
3. Mador MJ, Bozkanat E. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir. Res.* 2001; 2: 216-24.
4. Eliason G, Abdel-Halim S, Arvidsson B, Kadi F, Piehl-Aulin K. Physical performance and muscular characteristics in different stages of COPD. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 2008; 1-6.
5. Pitta F, Takaki MY, Oliveira NH, Sant'Anna TJP, Fontana AD, et al. Relationship between pulmonary function and physical activity in daily life in patients with COPD. *Respiratory Medicine* 2008; 102: 1203-7.
6. Bernard S, Leblanc P, Whitton F, Carrier G, Maltais F. Peripheral muscle weakness in patients with chronic obstructive pulmonary rehabilitation. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1998; 158: 29-39.
7. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Peripheral muscle weakness contributes to exercise limitation in COPD. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1996; 153: 976-80.
8. Castagna O, Boussuges A, Vallier JM, Prefaut C, Brisswalter J. Is impairment similar between arm and leg cranking exercise in COPD patients? *Respiratory Medicine* 2007; 101: 547-553.

9. Dourado VZ, Tanni SE, Vale AA, Faganello MM, Sanchez FF, et al. Manifestações sistêmicas na doença pulmonar obstrutiva crônica. *J. Bras. Pneumol.* 2006; 32(2): 161-71.
10. Swallow EB, Reyes D, Hopkinson NS, Man WD, Porcher R, et al. Quadriceps strength predicts mortality in patients with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2007; 62(2): 115-20.
11. Pinto-Plata VM, Cote C, Cabral H, Taylor J, Celli BR. The 6-min walk distance: change over time and value as a predictor of survival in severe COPD. *Eur. Respir. J.* 2004; 23: 28-33.
12. Cardoso F, Tufanin AT, Colucci M, Nascimento O, Jardim JR. Replacement of the 6-min walk test with maximal oxygen consumption in the BODE index applied to patients with COPD. An equivalency study. *Chest* 2007; 132: 477-82.
13. Cote CG, Dordelly LJ, Celli BR. Impact of COPD exacerbations on patient-centered outcomes. *Chest* 2007; 131: 696-704.
14. Celli BR, Cote CG, Marín JM, Casanova C, Oca MM, et al. The body-mass index, airflow obstruction, dyspnea and exercise capacity index in chronic obstructive pulmonary disease. *N. Engl. J. Med.* 2004; 350: 1005-12.
15. Marquis K, Debigaré R, Lacasse Y, Leblanc P, Jobin J, et al. Midthigh muscle cross-sectional area is a better predictor of mortality than body mass index in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2002; 166: 809-13.
16. GOLD - 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.

17. Willett W. *Nutritional epidemiology*. 2th edition. Oxford: Oxford University Press, 1998.
18. Prescott E, Almdal T, Mikkelsen KL, Tofteng CL, Vestbo J, et al. Prognostic value of weight change in chronic obstructive pulmonary disease: results from the Copenhagen City Heart Study. *Eur. Respir. J.* 2002; 20: 539-44.
19. Steiner MC, Barton RL, Singh SJ, Morgan MDL. Bedside methods versus dual energy X-ray absorptiometry for body composition measurement in COPD. *Eur. Respir. J.* 2002; 19: 626-31.
20. Baarends EM, Schols AMWJ, Mostert R, Wouters EF. Peak exercise response in relation to tissue depletion in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur. Respir. J.* 1997; 10: 2807-13.
21. Mahler D, Wells C. Evaluation of clinical methods for rating dyspnea. *Chest* 1988; 93: 580-6.
22. ATS Statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.* 2002; 166(1): 111-7.
23. Figueiredo IM, Sampaio RF, Mancini MC, Silva FCM, Souza MAP. Teste de força de preensão utilizando dinamômetro Jamar. *Acta. Fisiatr.* 2007; 14(2): 104-10.
24. Neder J, Nery LE. *Fisiologia Clínica do Exercício*. 1ª ed. São Paulo: Artes Médicas, 2003, 178.
25. Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Dooly C, et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2002; 34(2): 364-80.
26. Luna-Heredia, E; Martín-Peña, G; Ruiz-Galiana, J. Handgrip dynamometry in healthy adults. *Clinical Nutrition.* 2005; 24: 250–258.

27. Fernandes AC, Bezerra OMP. Terapia nutricional na doença pulmonar obstrutiva crônica e suas complicações nutricionais. *J. Bras. Pneumol.* 2006; 32(5): 461-71.
- 31.
28. Landbo C, Prescott E, Lange P, Vestbo J, Almdal T. Prognostic value of nutritional status in chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.* 1999; 160: 1856-61.
29. Schols A, Soeters PB, Dingemans AMC, Mostert R, Frantzen PJ, et al. Prevalence and characteristics of nutritional depletion in patients with stable COPD eligible for pulmonary rehabilitation. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1993; 147(5): 1151-1156.
30. Schols AM, Mastert R, Soeters PB, Wouters EF. Body composition and exercise performance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 1991; 46: 695-9.
31. Heijdra YF, Pinto-Plata V, Frants R, Rassulo J, Kenney L, et al. Muscle strength and exercise kinetics in COPD patients with a normal fat-free mass index are comparable to control subjects. *Chest* 2003; 124: 75-82.
32. Engelen MPKJ, Schols AMWJ, Does JD, Wouters EFM. Skeletal muscle weakness is associated with wasting of extremity fat-free mass but not with airflow obstruction in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 2000; 71: 733-8.
33. Wouters EFM, Creulzberg EC, Schols AMWJ. Systemic effects in COPD. *Chest* 2002; 121: 127-30s.
34. Schols AMWJ, Broekhuizen R, Weling-Scheepers CA, Wouters EFM. Body composition and mortality in chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 2005; 82: 53-9.

35. Vestbo J, Prescott E, Almdal T, Dahl M, Nordestgaard BG, et al. Body mass, fat-free body mass, and prognosis in patients with chronic obstructive pulmonary disease from a random population sample. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2006; 173: 79-83.
36. Franssen FME, Broekhuizen R, Janssen PP, Wouters EFM, Schols AMWJ. Limb muscle dysfunction in COPD: Effects of muscle wasting and exercise training. *Med. Sci. in Sports and Exerc.* 2005; 37: 2-9.
37. Decramer M, Benedetto FD, Del Ponte A. Systemic effects of COPD. *Respiratory Medicine* 2005; 99: S3-10.
38. Hamilton AL, Killian KJ, Summers E, Jones NL. Muscle strength, symptom intensity and exercise capacity in patients with cardiorespiratory disorders. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1995; 152: 2021-31.
39. American Thoracic Society – European Respiratory Society. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1999; 159: 1-28.
40. Dourado VZ, Antunes LC, Tanni SE, De Paiva SA, Padovani CR, et al. Relationship of upper-limb and thoracic muscle strength to 6-min walk distance in COPD patients. *Chest* 2006; 129(3): 551-7.
41. Oga T, Nishimura K, Tsukino M, Sato S, Hajiro T. Analysis of the factors related to mortality in chronic obstructive pulmonary disease: role of exercise capacity and health status. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2003; 167: 544-9.

**Tabela 1:** Características antropométricas, composição corporal, espirométricas, dispnéia, distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos, índice BODE, força de preensão palmar e força muscular dos MMSS e MMII.

		<i>Variáveis</i>	<i>Média ± DP</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
		<i>(16H e 10M)</i>			
		<i>Idade (anos)</i>	70,3 ± 6,7	57	78
		<i>Peso (kg)</i>	66,5 ± 8,2	45,5	78
		<i>Altura (m)</i>	1,63 ± 0,1	1,48	1,76
		<i>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</i>	25,1 ± 3,2	18,5	30,2
		<i>Massa magra (kg)</i>	44,2 ± 7,7	30,9	68,1
		<i>Índice de massa magra (kg/m<sup>2</sup>)</i>	16,6 ± 2,3	14,1	25,9
		<i>VEF<sub>1</sub>/CVF (%)</i>	39,5 ± 13,8	19,3	69,7
		<i>VEF<sub>1</sub> (%)</i>	46,5 ± 16,3	19,1	64,3
		<i>Dispnéia (MMRC)</i>	1,6 ± 1,1	0	4
		<i>Distância percorrida no TC6 (m)</i>	415,7 ± 94,9	262	610
		<i>Índice BODE (pontuação total)</i>	2,7 ± 1,6	0	6
		<i>Força de preensão palmar (kgf)</i>	30,5 ± 8,0	17,3	43,7
<i>1 Repetição</i>	<i>Máxima (kg)</i>	<i>Peitoral maior e tríceps</i>	42,4 ± 15,1	20	80
		<i>Redondo maior e grande dorsal</i>	25,7 ± 8,2	12	45
		<i>Quadríceps</i>	16,1 ± 7,5	5	40

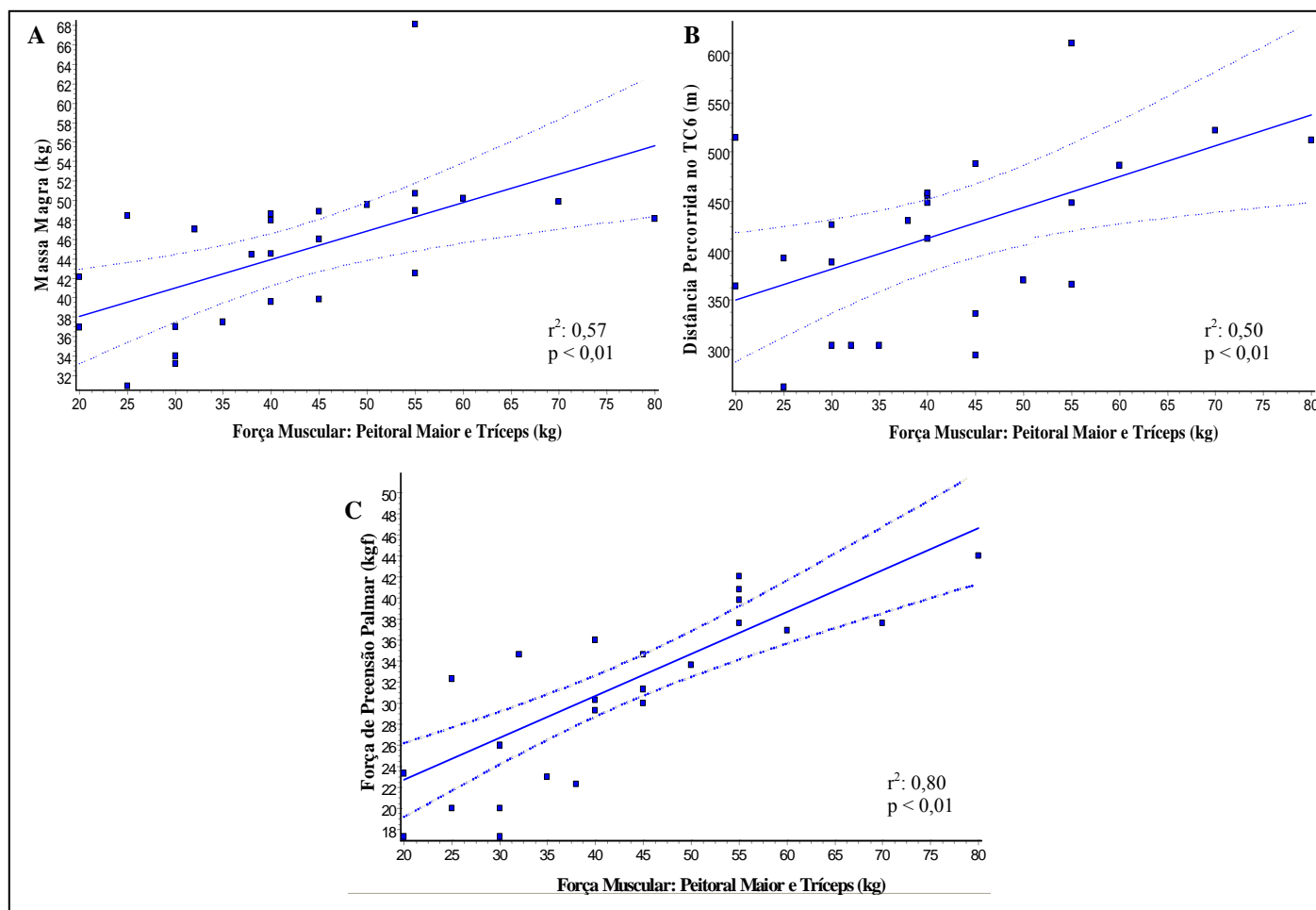
H: homens; M: mulheres; DP: desvio-padrão; IMC: índice de massa corpórea; VEF<sub>1</sub>/CVF: razão VEF<sub>1</sub>/CVF; VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo; MMRC: escala *Modified Medical Research Council Dyspnea*; TC6: teste de caminhada de seis minutos; kgf: Kilograma-força.

**Tabela 2:** Correlação da força muscular periférica com composição corporal, volume expiratório forçado no primeiro segundo, dispnéia, distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos e índice BODE.

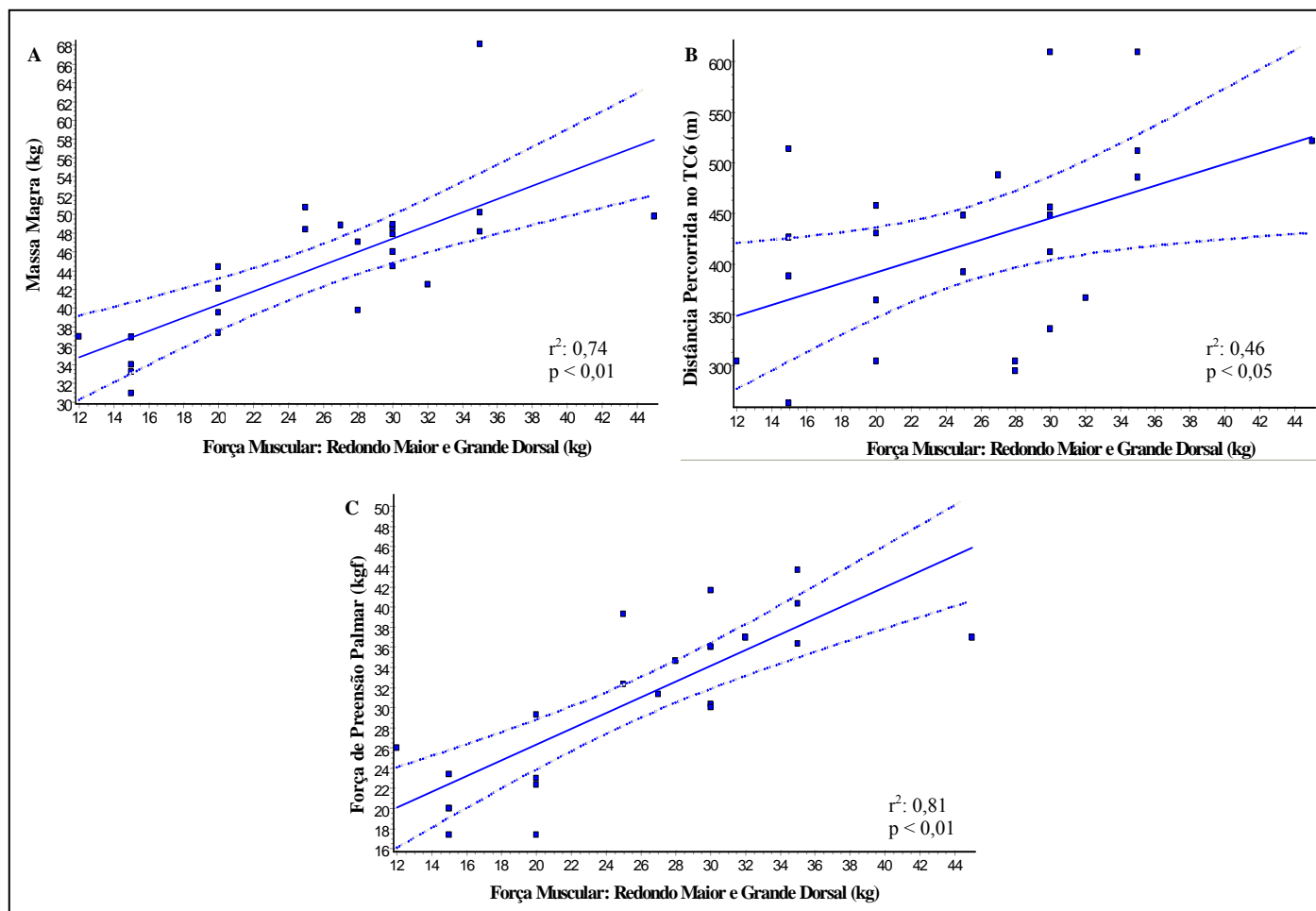
	<i>Peitoral maior e tríceps (kg)</i>	<i>Redondo maior e grande dorsal (kg)</i>	<i>Quadríceps (kg)</i>	<i>Força de preensão palmar (kgf)</i>
<i>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</i>	-0,18	-0,11	-0,12	-0,06
<i>Massa magra (kg)</i>	0,57 **	0,74 **	0,62 **	0,74 **
<i>VEF<sub>1</sub> (%)</i>	-0,23	-0,06	-0,13	-0,20
<i>Dispnéia (MMRC)</i>	0,32	0,18	0,15	0,14
<i>Distância percorrida no TC6 (m)</i>	0,50 **	0,46 *	0,58 **	0,52 **
<i>Índice BODE (pontuação total)</i>	0,29	-0,02	0,03	0,07
<i>Força de preensão palmar (kgf)</i>	0,80 **	0,81 **	0,76 **	---

Correlação de Pearson, \*p<0,05; \*\*p<0,01. IMC: índice de massa corpórea; VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo; MMRC: escala *Modified Medical Research Council Dyspnea*; TC6: teste de caminhada de 6 minutos; m: metros; kgf: Kilograma-força.

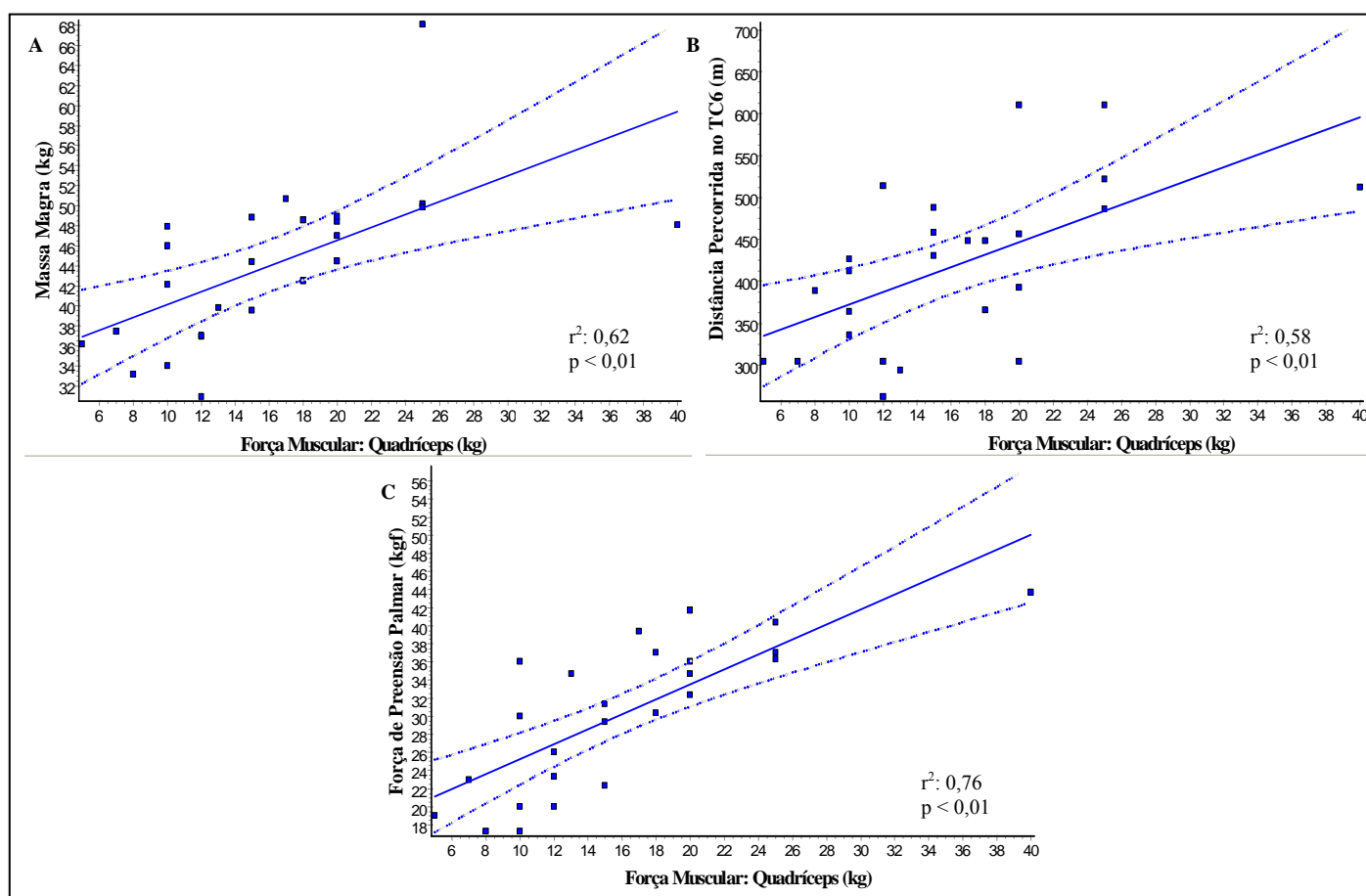




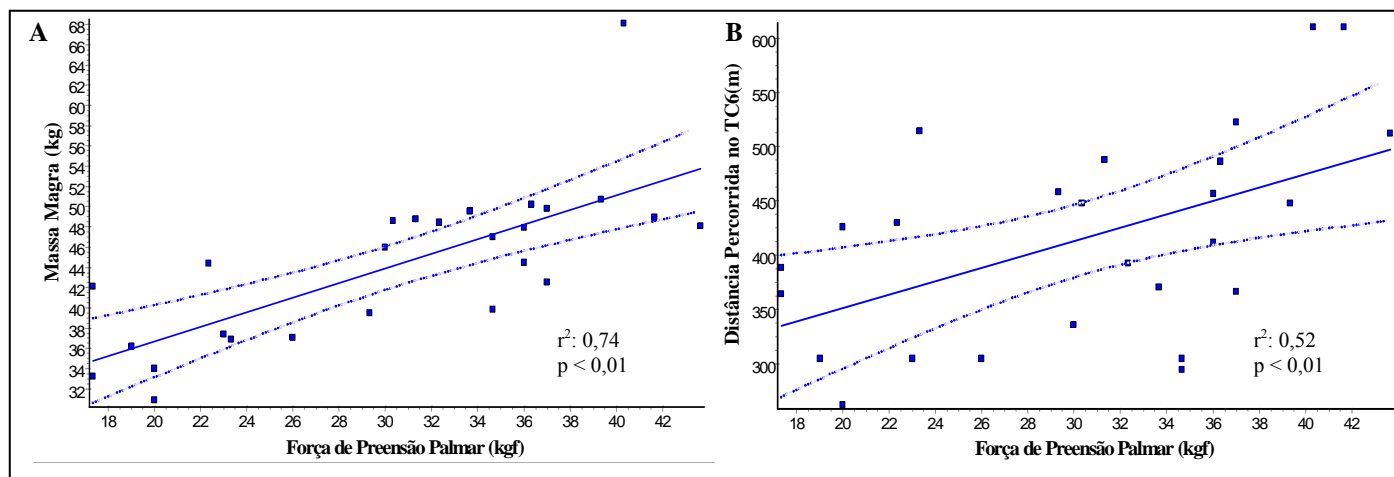
**Figura 1:** Relação da força dos músculos peitoral maior e tríceps com a massa magra (A), distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos (B) e força de preensão palmar (C).



**Figura 2:** Relação da força dos músculos redondo maior e grande dorsal com a massa magra (A), distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos (B) e força de preensão palmar (C).



**Figura 3:** Relação da força do quadríceps com a massa magra (A), distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos (B) e força de preensão palmar (C).



**Figura 4:** Relação da força de preensão palmar com a massa magra (A) e distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos (B).

## ANEXOS

### Anexo I

---

#### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “Relação da força muscular de membros superiores e inferiores e índices de gravidade na doença pulmonar obstrutiva crônica”.

Tendo em vista que os indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) apresentam importante comprometimento do nível funcional, limitando a realização das atividades cotidianas, torna-se interessante a realização de testes de avaliação funcional como forma de detectar as diversas alterações decorrentes desta doença, permitindo a elaboração de planos de tratamento direcionados às necessidades de cada indivíduo.

Você foi selecionado por apresentar diagnóstico clínico de DPOC, ter idade acima de 50 anos, ser ex-tabagista ou não tabagista, estar clinicamente estável por um período de pelo menos dois meses antecedentes ao estudo, sem infecções pulmonares ou outras doenças associadas como cardiopatias, doenças reumáticas e ortopédicas; entretanto, sua participação não é obrigatória.

Com isso, os objetivos deste estudo são relacionar a força máxima dos braços e pernas com índice BODE, massa magra corpórea, perimetria dos braços e pernas, número de repetições no teste de sentar/levantar e força de preensão palmar.

Sua participação nesta pesquisa consistirá em avaliação da história clínica, exame físico, avaliação do sistema respiratório, avaliação da massa corpórea por meio da bioimpedância e perimetria dos braços e pernas, verificação do índice BODE (índice de massa corpórea, espirometria, teste de caminhada de 6 minutos e questionário MRC avaliando sua falta de ar), realização do teste de sentar/levantar, avaliação da preensão palmar e teste de 1 repetição máxima (RM) dos braços e pernas.

Os procedimentos executados durante o estudo não evidenciam prejuízos que possam ser deletérios. Todos os procedimentos serão executados por profissionais devidamente capacitados e treinados, os quais estão orientados sobre os procedimentos a serem tomados em qualquer tipo de intercorrência. Os voluntários se beneficiarão com as avaliações realizadas, podendo solicitar cópias dos exames realizados.

A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

As informações obtidas durante as avaliações serão confidenciais e mantidas em total sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação.

Eu entendo que não existe nenhum tipo de seguro de saúde ou de vida, bem como qualquer outra compensação financeira que possa vir a me beneficiar em função da minha participação neste estudo, bem como não terei despesas pessoais relativas à avaliação realizada.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

---

Diego Marmorato Marino  
Rua Campos Sales, nº 2185; Estância Suiça – São Carlos – S.P.  
(16) 3371-0592 / (16) 9784-1730

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa em Seres Humanos da UFSCar, que funciona na Pró-Reitoria de pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luis, km.235 – Caixa Postal 676 – CEP 13.565-905 – São Carlos – S.P. – Brasil. Fone (16) 3351-8110. Endereço eletrônico: [cephumanos@power.ufscar.br](mailto:cephumanos@power.ufscar.br)

São Carlos, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 \_\_\_\_

---

Assinatura do sujeito da pesquisa

**Anexo II**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

**DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA****Ficha de Avaliação**

Nome:..... Idade:.....

Endereço:..... Telefone: .....

Profissão:..... Estado Civil:.....

Diagnóstico:..... Médico:.....

Convênio: ..... Data:.....

**ANAMNESE**

Q.P.:.....

H.M.P.:.....

H.M.A.:.....

Medicamentos Atuais: .....

Doenças Associadas: Diabetes Hipertensão Coronariopatia Outras .....

Antecedentes Familiares: Bronquite Asma Rinite Outros .....

Vícios: Fumante ( ) Sim ( ) Não

Se Sim Quanto tempo:..... Se Não: Já fumou antes:.....Período.....

Quantos cig/dia:..... Quanto tempo parou:.....Quantos cig/dia.....

Por que parou.....

**EXAME FÍSICO**

Altura: .....cm Peso: .....kg PA: .....mmHg FC:.....bpm FR:.....rpm

SpO<sub>2</sub>:.....% Ângulo de Sharpy: .....

Padrão Respiratório: ( ) Costal ( ) Diafragmático ( ) Misto ( ) Apical ( ) Paradoxal

Tipo de Tórax: ( ) Normal ( ) Barril ( ) Quilha ( ) Escavado Outro.....

Deformidades Posturais:.....

Tosse: ( ) Presente ( ) Ausente Dispnéia: ( ) Presente ( ) Ausente

Secreção: ( ) Presente ( ) Ausente ( ) Em repouso ( ) Em esforço

Tipo de Secreção:.....

Ausculta Pulmonar:.....

Avaliação Muscular:

Diafragma:..... Intercostais:.....

Abdominais:..... Acessórios:.....

Tratamento Fisioterápico Proposto:.....

.....  
.....  
.....

Evolução Clínica do Paciente:



## Anexo III



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**UNIDADE ESPECIAL DE FISIOTERAPIA RESPIRATÓRIA**



**TESTE DE PREENSÃO PALMAR**

Nome:.....

Idade:..... FC máx:..... FC submáxima:..... Data:...../...../.....

<i>dominante:.....</i>	<i>Força</i>	<i>PA (mmHg)</i>	<i>SpO<sub>2</sub> (%)</i>	<i>FC Polar (bpm)</i>	<i>EB dispnéia</i>	<i>EB cansaço ou dor</i>
<b>repouso</b>	-----					
<b>Posição neutra (0°) (em pé)</b>	/ /					

EB: Escala de Borg Modificada CR10; PA: pressão arterial; SpO<sub>2</sub>: saturação periférica de oxigênio

## Anexo IV

**TESTE DE 1 REPETIÇÃO MÁXIMA**

Nome:.....

Idade:..... FC máx:..... FC submáxima:..... Data:...../...../.....

**Supino articulado sentado**

Carga	SpO <sub>2</sub>	FC	PA	EB - dispnéia	EB – dor em MMSS
Repouso					
1-					
2-					
3-					
4-					
5-					
6-					
7-					
8-					
9-					

**Pulley superior frontal**

Carga	SpO <sub>2</sub>	FC	PA	EB - dispnéia	EB – dor em MMSS
Repouso					
1-					
2-					
3-					
4-					
5-					
6-					
7-					
8-					
9-					

**Mesa extensora de joelho**

<b>Carga</b>	<b>SpO<sub>2</sub></b>	<b>FC</b>	<b>PA</b>	<b>EB - dispnéia</b>	<b>EB – dor em MMSS</b>
Repouso					
1-					
2-					
3-					
4-					
5-					
6-					
7-					
8-					
9-					

## **MUSCULAR FORCE RELATIONSHIP OF UPPER AND LOWER LIMBS AND SEVERITY INDEXES IN CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE**

### **INTRODUCTION**

Individuals with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) present limitation to the airflow, respiratory symptoms and peripheral muscle weakness with subsequent deterioration of the functional status.<sup>1</sup> In this individuals, the degree of airflow obstruction or the interference of other factors, like changes of mass and muscle strength, atrophy of the muscle fiber type I and IIa, reduced fiber capillarization and oxidative enzyme capacity,<sup>2-4</sup> to cause decreased in the physical exercise performance, independently to the severity of airway limitation.<sup>5</sup>

There are evidences that individuals with COPD have reduced muscle strength in the upper limbs muscles (UL) and lower limbs (LL), which occurs mainly in the LL<sup>2,6-8</sup> due to physical incapacity, of redistribution to the types of muscle fibers and decreased of cross-sectional area of thigh in this individuals, leading to impaired mobility and increased risk of mortality.<sup>4,6,9,10</sup>

The literature describe that the musculature of UL and chest could influence the distance walked in the walk test due to participation of musculature of chest and UL.<sup>7</sup>

Thus is possible that the reduction of peripheral maximum muscle strength measurement could be more one mortality indicative showing a precocious signal of peripheral muscle limitation and decreased physical exercise performance.

The evaluation of peripheral maximum muscle strength have been accomplished by measure of the handgrip strength (HGS) and one maximum repetition test (1MR),

being indicators of peripheral muscle limitation and mortality, but still need be better studied.

Besides the maximum muscle strength measure, the evaluating the distance walked in the six-minute walk test (6MWD) have been considerate a mortality predictor, as well as the body composition by body mass index (BMI) doing these, part of BODE index that consist of a multidimensional system, together with airway obstruction and dyspnea perception, assessed by the *Modified Medical Research Council Dyspnea (MMRC)* scale, that contain the main found in individuals with COPD and has been considered the best survival predictor for these individuals.<sup>11-14</sup>

The evaluate of mortality risk in this individuals have been focused in some studies,<sup>11,14,15</sup> which use both isolated variables and combined.

However, there are scarcity of studies that evaluate if the peripheral muscular strength have relationship with the BODE index and fat-free mass. In such case, the objective of this study was verify if there are relationship between the muscle strength of UL and LL with the BODE index, its isolated variables and fat-free mass in individuals with COPD that present moderate to very severe obstruction.

## **MATERIAL AND METHODS**

### **Subjects**

Thirty-one individuals of both genders diagnosed with moderate to very severe COPD were evaluated by pre and post-bronchodilator spirometry, conducted by the pulmonologist in charge. Of these individuals, five were excluded due to clinical instability or because they dropped out, leaving 26 subjects (16 men).

**Inclusion Criteria**

The study included individuals with a clinical diagnosis of COPD, presenting forced expiratory volume in 1 second (FEV<sub>1</sub>)/forced vital capacity (FVC) ratio <70% with moderate to very severe obstruction;<sup>16</sup> of both genders, over 50 years of age, former smokers or non-smokers, clinically stable for a period of at least two months prior to the study.

**Exclusion Criteria**

The criteria used to exclude individuals with pulmonary infections or other diseases such as heart disease, rheumatic and orthopaedic ailments that incapacitated them from performing tests due to exercise limitations, making use of home oxygen; peripheral oxygen saturation (SpO<sub>2</sub>)<80% for physical efforts and those who participated or were participating in any physical training activities.

**Ethical aspects**

Only individuals who gave their formal consent participated in the study, in accordance with Resolution 196/96 of CNS, and approved by the institution's Ethics Committee (Protocol 432/2008).

**Experimental Procedure**

The individuals were referred to the institution's Respiratory Therapy Department where they were evaluated in five different days, including the initial assessment (history and physical examination), verification of the body composition and BODE index (BMI, dyspnea by the MMRC scale and the 6MWD), evaluation of the

HGS and performance of the 1RM test to assess the UL and LL strength. The subjects were instructed to keep their doctor's prescription with regard to their medicine.

### **Anthropometric Assessment**

The weights and heights were verified by a biometric balance (*Welmy*<sup>®</sup>) with the individual barefoot, partially undressed, head aligned and in an upright position.

### **Body Composition Assessment**

The body composition assessment was performed by calculating the BMI, according to Willett,<sup>17</sup> and classifying them according to Prescott et al.<sup>18</sup>

Moreover, occur also the body composition, accomplished by the bioelectric impedance analysis (BIA) at 50 kHz in a digital scale (*Ironman, Tanita*<sup>®</sup>) following the manufacturer's recommendations. The individual was instructed to partially undress and remain in a three-hour fasting. For the fat-free mass index (FFMI) analysis the formula of  $FFMI = \text{fat-free mass}/\text{height}^2$ , described by Steiner et al.<sup>19</sup> was used, considering as depletion muscle values  $\leq 16\text{kg}/\text{m}^2$  for men and  $\leq 15\text{kg}/\text{m}^2$  for women.<sup>20</sup>

### **Pulmonary function test**

The pulmonologist performed the pre and post-bronchodilator spirometry, in order to verify the obstruction degree considering the ratio  $VEF_1/CVF < 70\%$  and  $VEF_1$  was considered, classifying individuals as moderate obstruction (predicted  $50\% \leq VEF_1 < 80\%$ ), severe (predicted  $30\% \leq VEF_1 < 50\%$ ) and very severe (predicted  $VEF_1 < 30\%$ ).<sup>16</sup>

### **Dyspnea Assessment**

The assessment of the degree of dyspnea was performed with the MMRC scale,<sup>21</sup> which is based on the rates of different activities that lead to dyspnea, ranging from "0" (individual is not troubled with shortness of breath, unless subjected to vigorous exercise) to "4" (individual shows substantial lack of air when leaving the house or even when changing clothes). The individuals determined the score of the scale that best related to their dyspnea, with higher scores referring to higher incapacity. The MMRC scale was applied in the form of an interview by the examiner.

### **Six-minute walk test**

The six-minute walk test (6MWT) was conducted in a 30-meter flat corridor, in agreement with the standardization of ATS.<sup>22</sup> The subject was monitored throughout the test with a portable pulse oximeter (Nonin<sup>®</sup> 8500A) to verify the SpO<sub>2</sub>, frequencymeter (Polar<sup>®</sup>) to record the heart rate (HR) and The subject was questioned about the dyspnea and fatigue or pain in the LL through the modified Borg scale CR10 and at the end of the test the distance in meters was recorded.

Two tests were conducted with a 30-minute interval between them to eliminate the learning effect, using for the analysis the highest value obtained.

### **BODE Index**

The BODE index was calculated according to Celli et al.<sup>14</sup> using the following variables: BMI, degree of airway obstruction with VEF<sub>1</sub>% in the values predicted, dyspnea through the MMRC scale and ability to exercise by 6MWD. The subjects received scores according to the results obtained in the four variables (0-3 for VEF<sub>1</sub>,



dyspnea and 6MWD; 0-1 for BMI) and these results were added up to a total score ranging from 0 to 10. The individuals' classification was divided into quartiles, where: quartile 1 is the score from 0 to 2, quartile 2 from 3 to 4; quartile 3 a score from 5 to 6 and quartile 4 from 7 to 10. The higher the score, the greater the likelihood of mortality for individuals with COPD.

## **Muscle Strength Tests**

### *Handgrip Strength Assessment*

The HGS assessed the dominant upper limb, using the *Jamar*<sup>®</sup> (*Jackson, MI 49203 USA*), dynamometer, in kilogram-strength (kgf),<sup>23</sup> set to the second position, being used to the assessed the individuals standing upright, with the upper limb positioned by a goniometer at a 0° shoulder flexion angle.

Three maximal voluntary contractions were requested, with a 30-second rest in between, considering the mean value of the repetitions for the statistical analysis, being that the measures could not to vary more than 5% between them.

### *1 Maximum Repetition Test of MULM and MLLM*

The maximum muscle strength of UL and LL was determined by the 1MR test on the muscle toning station (*Kenkorp EMK 2710*) with the following exercises:

- Articulated supino sitting: starting the movement with the abduction of the shoulders at 90° and semi-flexed elbows, instructed to perform the horizontal adduction of the shoulders and extension of the elbows, and then returning to the starting position. This incorporates mainly the pectoral muscles and triceps;

- Front upper pulley: where the individual sits with his feet on the device, starting from a flexed shoulder position associated with the extension of the elbows, instructed to perform the adduction of the shoulders and elbow flexions, then returning to the starting position, this works especially the large round muscles and dorsal section;
- Knee extension table: sitting position, where the individual is instructed to extend both knees at the same time, starting from a 90° knee flexion position to a 180° extension, which includes the thigh muscles, especially the quadriceps.

This test was to determine the greatest amount of weight that the individual could move in a single repetition, with a random initial load that was increased or reduced in accordance with the individuals' ability to perform or not a repetition, this could be repeated again or not, with a three-minute interval between each load<sup>24</sup> and 30 minutes between each exercise. Up to six attempts were carried out until obtaining that which was considered the IRM value for each of the exercises.<sup>25</sup>

The order to perform the UL exercises was determined by a drawing before the start of the test only for each of the subjects assessed.

The individual was monitored throughout the test on SpO<sub>2</sub>, HR, arterial pressure (AP) and questioned about dyspnea and fatigue or pain in UL and LL, using the same aforementioned equipment, which were recorded only at the beginning and end of each position, as well as the AP.

### **Statistical Analysis**

The study results were organized in tables and figures, The statistical analysis was performed by the SPSS 13.0 statistical package. The data distribution was assessed using the Shapiro-Wilks statistical test. Given that the obtained data presented a normal

distribution, the Pearson's correlation test was used and the linear regression analysis were applied. The significance level used was of  $p < 0.05$ . Using the GraphPad StatMate package, a power greater than 80% for the variables analyzed in the study.

## RESULTS

Table 1 shows the anthropometric characteristics, body composition, spirometric features, dyspnea scale MMRC, 6MWD, BODE index, HGS and peripheral muscle strength measured by 1MR.

With regard to body composition, when the BMI was assessed it was observed that there was one subject classified as underweight, 12 subjects were within the normal values, 12 were classified as overweight and one as obese. Concerning the fat-free mass index, there were 5 men with values below  $16\text{kg/m}^2$  and 3 women below  $15\text{kg/m}^2$ .

Regarding the degree of obstruction, 34,6% subjects showed moderate obstruction, 50% severe obstruction and 15,4% very severe obstruction. Regarding the degree of dyspnea, verified by the MMRC scale, it was observed that 69.2% of the individuals presented score 1.

In 6MWT, upon verifying the values of distance walked, 46.2% of the individuals presented a 6MWD less than 400 meters. With regards to the BODE index classification, it was verified that 50% of the individuals were classified as quartile 1. By correlating the maximum peripheral muscle strength of the different muscle groups, a positive correlation was assessed for fat-free mass and 6MWD, as well as to correlate the muscle strength obtained to the 1MR test with the HGS, without any correlation with

the BODE index (Table 2). These findings were confirmed by linear regression (Figures 1-4).

## **DISCUSSION**

This study found that the muscular strength of UL and LL in individuals with moderate to very severe COPD was related to fat-free mass and 6MWD.

Upon correlating the maximum peripheral muscle strength with BMI, no correlation was observed, contradicting the results obtained by Luna-Heredia et al.<sup>31</sup> that assessed healthy subjects. However, it should be noted that this BMI does not reflect individual differences in body composition.<sup>32</sup>

According to Landbo et al.<sup>28</sup> and Schols et al.,<sup>29</sup> lower values of corporal weight of BMI be associated to the increased risk of mortality in individuals with COPD, being both risk factors for hospitalization due to exacerbations of disease, indicating worst prognosis of these evolution.

According to Mador and Bozkanat,<sup>7</sup> muscle strength reduction is proportional to muscle mass reduction, with reduced exercise performance in subjects with COPD.<sup>34</sup> Such relationship was observed in this study, where both the maximum strength of UL and LL, as well as of HGS, showed a positive correlation with fat-free mass in individuals with moderate to very severe COPD. These results, corroborate with those obtained by Heijdra et al.,<sup>35</sup> that found a moderate relationship ( $r: 0.53$ ) with the fat-free mass, for which a strong relationship was observed in this work ( $r: 0.74$ ).

According to the classification by Baarends et al.,<sup>26</sup> it was observed that eight individuals (30,8%) had muscle depletion. According to some authors,<sup>32-35</sup> the decrease of fat-free mass is often in individuals with COPD and contribute to the muscular

weakness, interfering in physical efforts tolerance, besides be associated to the higher risk of death, even between those with normal values of BMI.

Franssen et al.,<sup>36</sup> accomplished the evaluating of force and endurance muscular in individuals with COPD, separated all right with the presence or absence of muscular depletion, showing that the skeletal muscle dysfunction of UL and LL be present with or without muscular depletion and the quadriceps force is small in individuals showing depletion.

According to Marquis et al.,<sup>15</sup> the muscle mass has been considered the best survival predictor than corporal weight for these individuals and those with minor cross-sectional area of thigh have showing major risk of death, independently to the other variables.

It is important remained that the skeletal muscle in these individuals may be affected by prolonged use of corticosteroids, both systemic and inhaled, causing a decrease and loss of muscle strength,<sup>5</sup> hence contributing to skeletal muscle dysfunction.<sup>36</sup> In this study, 15 individuals were using steroids inhaled.

The lack of correlation of peripheral muscle strength with  $VEF_1$  is justified because while the muscle assessment can be used to measure the systemic limitation, the airway obstruction is used to quantify the pulmonary function limitation. It thus appears that the degree of a damaged lung function does not express a limited peripheral muscle, although Bernard et al.<sup>1</sup> observed that the quadriceps strength was significantly correlated with  $VEF_1$ .

It is known that skeletal muscle weakness of UL and LL is a common finding in COPD and is associated with reduced exercise capacity, agreeing with the present study that found a moderate positive correlation of muscle strength of UL with 6MWD.

The correlation finding when evaluating the LL cited previously corroborated with the results found by Gosselink et al.<sup>2</sup> and Hamilton et al.,<sup>37</sup> which found a significant correlation between the analysis of the quadriceps strength with 6MWD, and considers this an important factor in determining 6MWD.<sup>2,38</sup>

The results obtained by Dourado et al.,<sup>40</sup> which corroborate to the present study, confirmed that the muscle strength of UL influences the distance walked, thus the greater the strength of UL muscles, the better the individual's functional mobility of individuals.

According to Oga et al.,<sup>40</sup> the ability to exercise is considered an important factor in the stratification of mortality risk in COPD, which is possibly accompanied by muscle weakness that also predicts mortality. This study shows that individuals with a higher mortality risk (quartile 3) showed a lower tolerance to exercise, assessed by 6MWD (370±123,1m), while individuals with a lower risk (quartile 1) walked a greater 6MWD (445,1±70m). According to Pinto-Plata et al.,<sup>18</sup> individuals who walk a distance less than 332m present a lower survival rate when compared to those who showed major physical efforts tolerance.

Our study did not identify any correlation between muscle strength maximum of UL and LL with the BODE index. Thus, it appears that this index does not specifically address the muscle strength limitation, however as a relationship with exercise tolerance was found, it is an indirect evaluator of peripheral muscle weakness. Therefore, the BODE index probably does not reflect these individuals' level of peripheral muscle limitation.

Thus, in accordance with the results obtained in this study, it can be concluded that the peripheral muscle strength assessment in the population studied, did not

correlate with the BODE index. Thus, the peripheral muscle strength of UL and LL measurements must be used, hence providing assistance to the performance assessment of the individuals with COPD.

## **BIBLIOGRAPHIC REFERENCES**

1. GOLD – Global initiative for chronic obstructive pulmonary disease. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. Workshop Report. US National Institutes of Health. National Heart, Lung and Blood Institute; 2001.
2. Nici L, Donner C, Wouters E, Zuwallack R, Ambrosino N, et al. American Thoracic Society / European Respiratory Society Statement on Pulmonary Rehabilitation. *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.* 2006; 173: 1390-413.
3. Mador MJ, Bozkanat E. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir. Res.* 2001; 2: 216-24.
4. Eliason G, Abdel-Halim S, Arvidsson B, Kadi F, Piehl-Aulin K. Physical performance and muscular characteristics in different stages of COPD. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 2008; 1-6.
5. Pitta F, Takaki MY, Oliveira NH, Sant'Anna TJP, Fontana AD, et al. Relationship between pulmonary function and physical activity in daily life in patients with COPD. *Respiratory Medicine* 2008; 102: 1203-7.
6. Bernard S, Leblanc P, Whitton F, Carrier G, Maltais F. Peripheral muscle weakness in patients with chronic obstructive pulmonary rehabilitation. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1998; 158: 29-39.

7. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Peripheral muscle weakness contributes to exercise limitation in COPD. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1996; 153: 976-80.
8. Castagna O, Boussuges A, Vallier JM, Prefaut C, Brisswalter J. Is impairment similar between arm and leg cranking exercise in COPD patients? *Respiratory Medicine* 2007; 101: 547-553.
9. Dourado VZ, Tanni SE, Vale AA, Faganello MM, Sanchez FF, et al. Manifestações sistêmicas na doença pulmonar obstrutiva crônica. *J. Bras. Pneumol.* 2006; 32(2): 161-71.
10. Swallow EB, Reyes D, Hopkinson NS, Man WD, Porcher R, et al. Quadriceps strength predicts mortality in patients with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2007; 62(2): 115-20.
11. Pinto-Plata VM, Cote C, Cabral H, Taylor J, Celli BR. The 6-min walk distance: change over time and value as a predictor of survival in severe COPD. *Eur. Respir. J.* 2004; 23: 28-33.
12. Cardoso F, Tufanin AT, Colucci M, Nascimento O, Jardim JR. Replacement of the 6-min walk test with maximal oxygen consumption in the BODE index applied to patients with COPD. An equivalency study. *Chest* 2007; 132: 477-82.
13. Cote CG, Dordelly LJ, Celli BR. Impact of COPD exacerbations on patient-centered outcomes. *Chest* 2007; 131: 696-704.
14. Celli BR, Cote CG, Marín JM, Casanova C, Oca MM, et al. The body-mass index, airflow obstruction, dyspnea and exercise capacity index in chronic obstructive pulmonary disease. *N. Engl. J. Med.* 2004; 350: 1005-12.
15. Marquis K, Debigaré R, Lacasse Y, Leblanc P, Jobin J, et al. Mid thigh muscle cross-sectional area is a better predictor of mortality than body mass index in patients



- with chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2002; 166: 809-13.
16. GOLD - 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.
17. Willett W. *Nutritional epidemiology*. 2th edition. Oxford: Oxford University Press, 1998.
18. Prescott E, Almdal T, Mikkelsen KL, Tofteng CL, Vestbo J, et al. Prognostic value of weight change in chronic obstructive pulmonary disease: results from the Copenhagen City Heart Study. *Eur. Respir. J.* 2002; 20: 539-44.
19. Steiner MC, Barton RL, Singh SJ, Morgan MDL. Bedside methods versus dual energy X-ray absorptiometry for body composition measurement in COPD. *Eur. Respir. J.* 2002; 19: 626-31.
20. Baarends EM, Schols AMWJ, Mostert R, Wouters EF. Peak exercise response in relation to tissue depletion in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur. Respir. J.* 1997; 10: 2807-13.
21. Mahler D, Wells C. Evaluation of clinical methods for rating dyspnea. *Chest* 1988; 93: 580-6.
22. ATS Statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2002; 166(1): 111-7.
23. Figueiredo IM, Sampaio RF, Mancini MC, Silva FCM, Souza MAP. Teste de força de preensão utilizando dinamômetro Jamar. *Acta. Fisiatr.* 2007; 14(2): 104-10.
24. Neder J, Nery LE. *Fisiologia Clínica do Exercício*. 1ª ed. São Paulo: Artes Médicas, 2003, 178.

25. Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Dooly C, et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2002; 34(2): 364-80.
26. Luna-Heredia, E; Martín-Peña, G; Ruiz-Galiana, J. Handgrip dynamometry in healthy adults. *Clinical Nutrition.* 2005; 24: 250–258.
27. Fernandes AC, Bezerra OMP. Terapia nutricional na doença pulmonar obstrutiva crônica e suas complicações nutricionais. *J. Bras. Pneumol.* 2006; 32(5): 461-71.
- 31.
28. Landbo C, Prescott E, Lange P, Vestbo J, Almdal T. Prognostic value of nutritional status in chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.* 1999; 160: 1856-61.
29. Schols A, Soeters PB, Dingemans AMC, Mostert R, Frantzen PJ, et al. Prevalence and characteristics of nutritional depletion in patients with stable COPD eligible for pulmonary rehabilitation. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1993; 147(5): 1151-1156.
30. Schols AM, Mastert R, Soeters PB, Wouters EF. Body composition and exercise performance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 1991; 46: 695-9.
31. Heijidra YF, Pinto-Plata V, Frants R, Rassulo J, Kenney L, et al. Muscle strength and exercise kinetics in COPD patients with a normal fat-free mass index are comparable to control subjects. *Chest* 2003; 124: 75-82.
32. Engelen MPKJ, Schols AMWJ, Does JD, Wouters EFM. Skeletal muscle weakness is associated with wasting of extremity fat-free mass but not with airflow obstruction in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 2000; 71: 733-8.

33. Wouters EFM, Creulzberg EC, Schols AMWJ. Systemic effects in COPD. *Chest* 2002; 121: 127-30s.
34. Schols AMWJ, Broekhuizen R, Weling-Scheepers CA, Wouters EFM. Body composition and mortality in chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 2005; 82: 53-9.
35. Vestbo J, Prescott E, Almdal T, Dahl M, Nordestgaard BG, et al. Body mass, fat-free body mass, and prognosis in patients with chronic obstructive pulmonary disease from a random population sample. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2006; 173: 79-83.
36. Franssen FME, Broekhuizen R, Janssen PP, Wouters EFM, Schols AMWJ. Limb muscle dysfunction in COPD: Effects of muscle wasting and exercise training. *Med. Sci. in Sports and Exerc.* 2005; 37: 2-9.
37. Decramer M, Benedetto FD, Del Ponte A. Systemic effects of COPD. *Respiratory Medicine* 2005; 99: S3-10.
38. Hamilton AL, Killian KJ, Summers E, Jones NL. Muscle strength, symptom intensity and exercise capacity in patients with cardiorespiratory disorders. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1995; 152: 2021-31.
39. American Thoracic Society – European Respiratory Society. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1999; 159: 1-28.
40. Dourado VZ, Antunes LC, Tanni SE, De Paiva SA, Padovani CR, et al. Relationship of upper-limb and thoracic muscle strength to 6-min walk distance in COPD patients. *Chest* 2006; 129(3): 551-7.

41. Oga T, Nishimura K, Tsukino M, Sato S, Hajiro T. Analysis of the factors related to mortality in chronic obstructive pulmonary disease: role of exercise capacity and health status. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2003; 167: 544-9.

**Table 1:** Anthropometric characteristics, body composition, spirometry, dyspnea, distance walked in the six-minute walk test, BODE index, handgrip strength and UL and LL muscle strength.

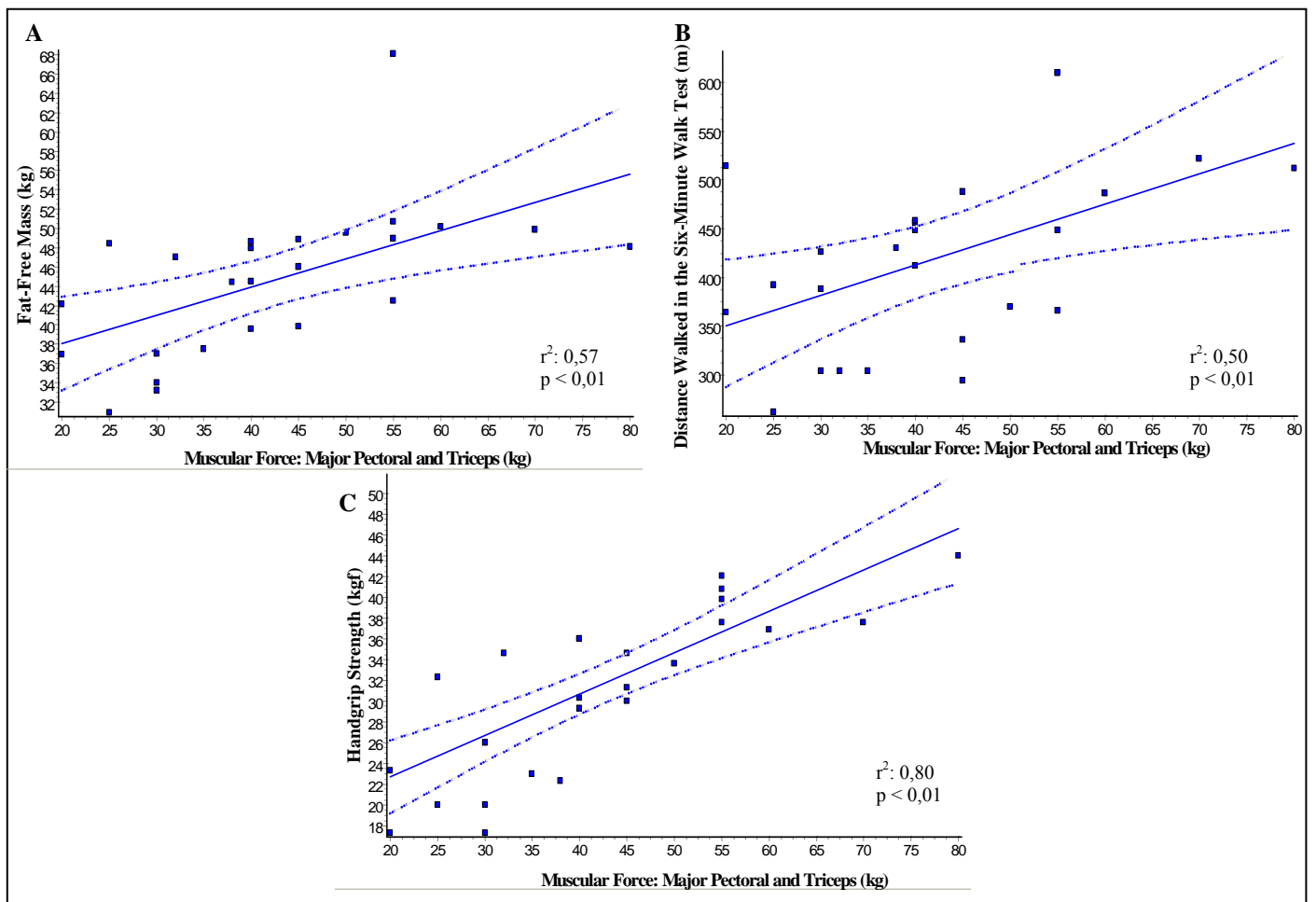
		<i>Variables</i>	<i>Mean ± DP</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>
		<i>(16H and 10M)</i>			
<b>1 Repetition</b>	<b>Maximum (kg)</b>	<b>Age (years)</b>	70.3 ± 6.7	57	78
		<b>Weight (kg)</b>	66.5 ± 8.2	45.5	78
		<b>Height (m)</b>	1.63 ± 0.1	1.48	1.76
		<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	25.1 ± 3.2	18.5	30.2
		<b>Fat-free mass (kg)</b>	44.2 ± 7.7	30.9	68.1
		<b>Fat-free mass index (kg/m<sup>2</sup>)</b>	16.6 ± 2.3	14.1	25.9
		<b>VEF<sub>1</sub>/CVF (%)</b>	39.5 ± 1.8	19.3	69.7
		<b>VEF<sub>1</sub> (%)</b>	46.5 ± 1.3	19.1	64.3
		<b>Dyspnea (MMRC)</b>	1.6 ± 1.1	0	4
		<b>6MWD (m)</b>	415.7 ± 94.9	262	610
		<b>BODE index (total score)</b>	2.7 ± 1.6	0	6
		<b>Handgrip strength (kgf)</b>	30.5 ± 8.0	17.3	43.7
		<b>Pectoral and triceps</b>	42.4 ± 15.1	20	80
		<b>Large round muscle e dorsal section</b>	25.7 ± 8.2	12	45
<b>Quadriceps</b>	16.1 ± 7.5	5	40		

M: men; W: women; SD: standard deviation, BMI: body mass index; VEF<sub>1</sub>/CVF ratio: FEV<sub>1</sub>/FVC; VEF<sub>1</sub>: forced expiratory volume in one second; MMRC: Modified Medical Research Council Dyspnea scale; 6MWD: distance walked in the six-minute walk test; kgf: kilogram-strength.

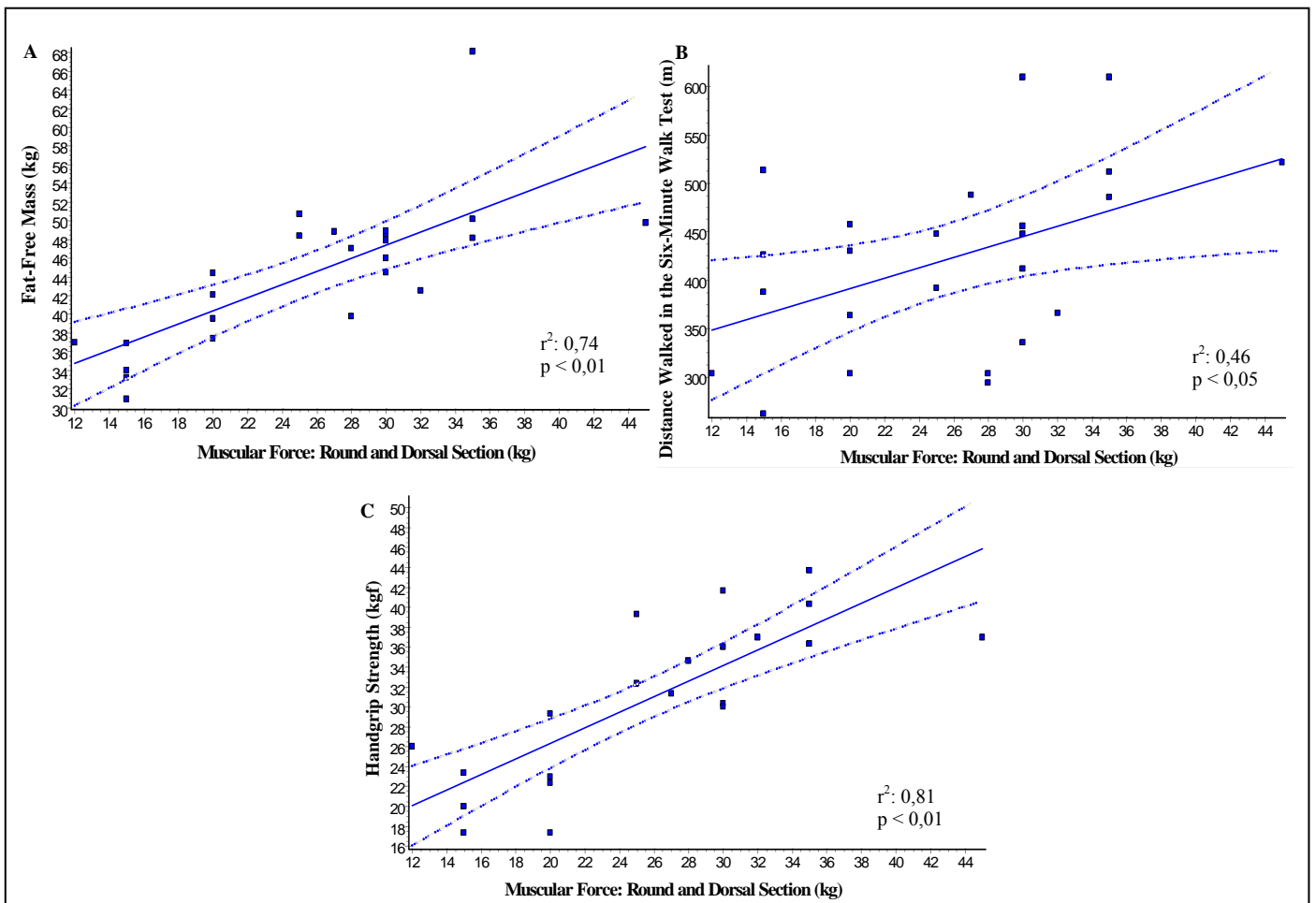
**Table 2:** Correlation of peripheral muscle strength with body composition, forced expiratory volume in one second, dyspnea, distance walked in the six-minute walk test and BODE index.

	<i>Pectoral and triceps (kg)</i>	<i>Round muscles and dorsal section (kg)</i>	<i>Quadriceps (kg)</i>	<i>Handgrip strength (kgf)</i>
<i>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</i>	-0.18	-0.11	-0.12	-0.06
<i>Fat-free mass (kg)</i>	0.57 **	0.74 **	0.62 **	0.74 **
<i>VEF<sub>1</sub> (%)</i>	-0.23	-0.06	-0.13	-0.20
<i>Dyspnea (MMRC)</i>	0.32	0.18	0.15	0.14
<i>6MWD (m)</i>	0.50 **	0.46 *	0.58 **	0.52 **
<i>BODE index (total score)</i>	0.29	-0.02	0.03	0.07
<i>Handgrip strength (kgf)</i>	0.80 **	0.81 **	0.76 **	---

Pearson's correlation, \* p <0.05, \*\* p <0.01. BMI: body mass index, FEV<sub>1</sub>: forced expiratory volume in one second; MMRC: Modified Medical Research Council Dyspnea scale; 6MWD: distance walked in the six-minute walk test; m: meters; kgf: kilogram-strength.

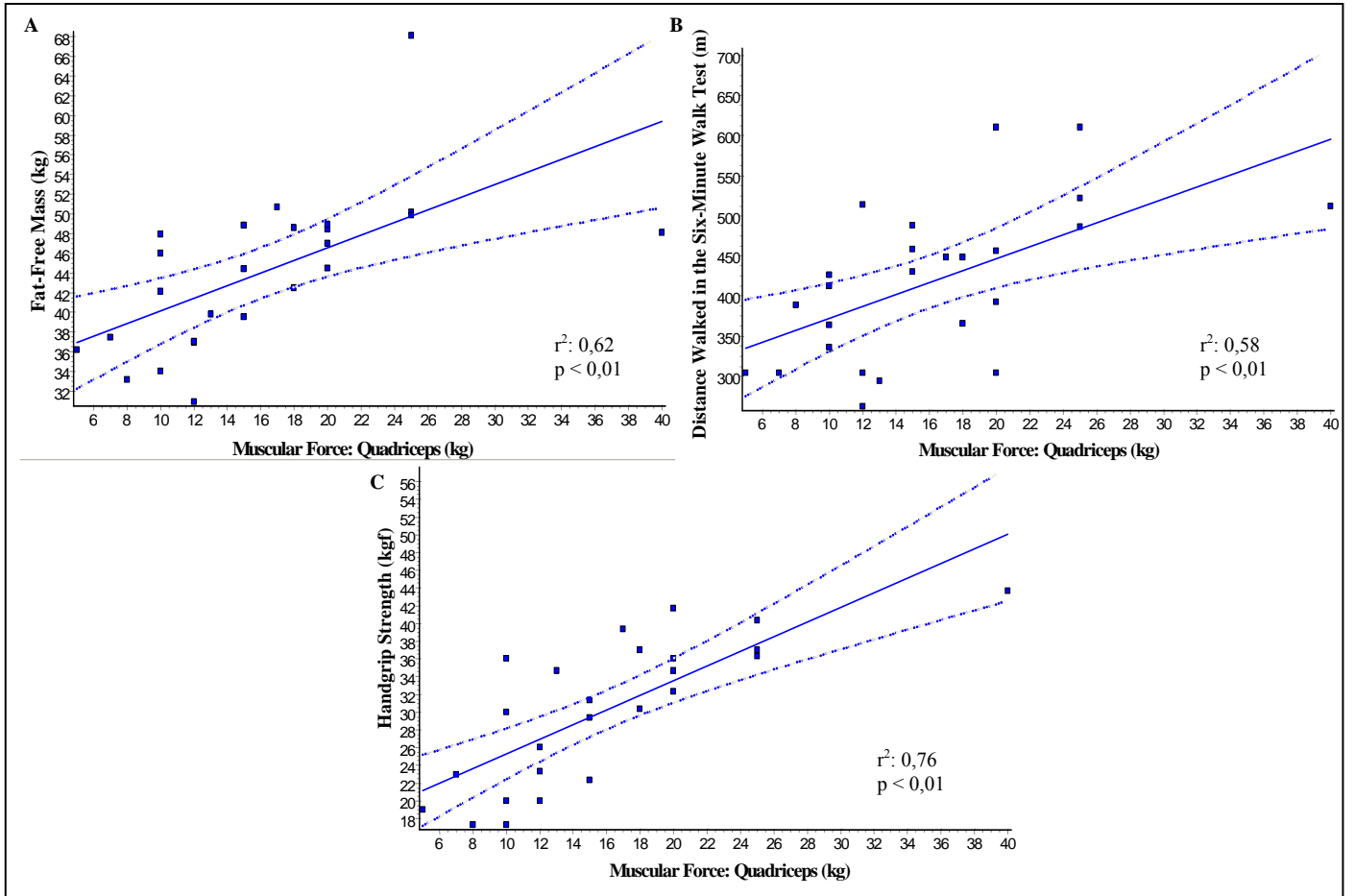


**Figure 1:** Relationship of muscular force of major pectoral and triceps with the fat-free mass (A), distance walked in the six-minute walk test (B) and handgrip strength (C).

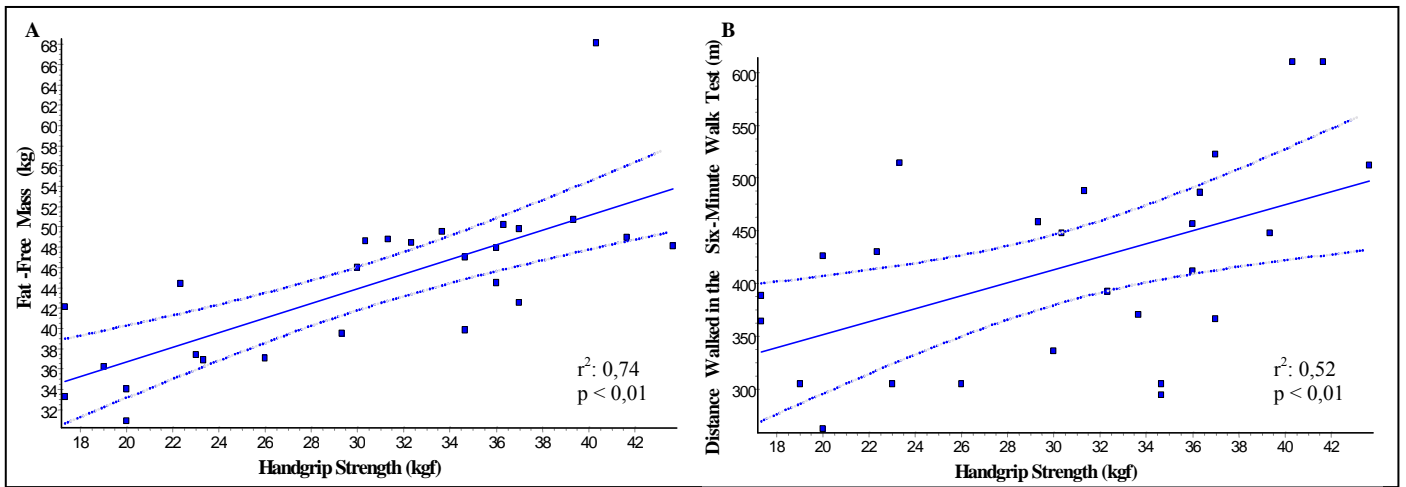


**Figure 2:** Relationship of muscular force of round and dorsal section with the fat-free mass (A), distance walked in the six-minute walk test (B) and handgrip strength (C).





**Figure 3:** Relationship of quadriceps force with the fat-free mass (A), distance walked in the six-minute walk test (B) and handgrip strength (C).



**Figure 4:** Relationship of handgrip strength with the fat-free mass (A) and distance walked in the six-minute walk test (B).