

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PNEUMOLÓGICAS

**AVALIAÇÃO DA POTÊNCIA MUSCULAR E SUAS CORRELAÇÕES COM  
PARÂMETROS FUNCIONAIS EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR  
OBSTRUTIVA CRÔNICA**

Pedro Schons

Porto Alegre, 2018

Pedro Schons

**AVALIAÇÃO DA POTÊNCIA MUSCULAR E SUAS CORRELAÇÕES COM  
PARÂMETROS FUNCIONAIS EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR  
OBSTRUTIVA CRÔNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga

Porto Alegre, 2018

## FICHA CATALOGRÁFICA

### CIP - Catalogação na Publicação

Schons, Pedro

AVALIAÇÃO DA POTÊNCIA MUSCULAR E SUAS CORRELAÇÕES  
COM PARÂMETROS FUNCIONAIS EM PACIENTES COM DOENÇA  
PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA / Pedro Schons. -- 2018.  
88 f.

Orientador: Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa  
de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas, Porto  
Alegre, BR-RS, 2018.

1. Doença pulmonar obstrutiva crônica. 2.  
Reabilitação pulmonar. 3. Força muscular. 4.  
Funcionalidade. 5. Locomoção. I. Peyré-Tartaruga,  
Leonardo Alexandre, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos meus familiares que sempre acreditaram que em mim e foram fundamentais para a formação dos valores que hoje carrego comigo. Em especial, gostaria de agradecer ao amor, carinho e compreensão dos meus pais Suzana Schoellkopf e José Carlos Schons e aos meus irmãos Lucas Schons, João Schoellkopf da Silveira e Joana Terra Schons. Agradeço a minha namorada Carline Scwinzekel John pelos momentos compartilhados de amor, carinho, compreensão e apoio incondicional. Além disso, gostaria de agradecer também a família de minha namorada pelo acolhimento e pelos momentos vividos.

Meus agradecimentos também vão para meus amigos de toda vida Bruno Roberto do Santo e Lourenço de Macedo. Agradeço aos amigos e colegas de apartamento: Fabrício Nunes Gomes, Onécimo Ubiratã e Israel Castro. Agradeço a todos os amigos que o ambiente acadêmico me proporcionou, em especial as amizades que foram fortalecidas nesse período: Edson Soares da Silva, Henrique Bianchi, Guilherme Berriel, Rochelle Costa, Karen da Silva Rosa, Bruna Barroso, Thais Reichert, Alexandre Patz, Marcos Masiero, Rodrigo Delevati, Alexandre Prado, Cláudia Bracht, Guilherme Caporal, Salime Lisboa e Alexandra Vieira. Agradeço aos alunos que me permitiram auxiliar em suas orientações no ambiente acadêmico, em especial a Miguel Backes, aluno no qual fui coorientador de seu trabalho de conclusão de curso. Agradeço ao Felipe Schuch pela disponibilização de materiais para a realização desse trabalho. Agradeço ao incentivo e apoio na vida profissional como educador físico a Francisco Brandão, Márcio Rodrigues Barreto e Nicolas Janovik. Agradeço aos amigos que me auxiliaram na chegada e durante o meu mestrado no programa em Ciências Pneumológicas, são eles: Marcelo Coertjens, Patrícia Coertjens, Francisco Queiroz e Marcela Sanseverino. Agradeço a companhia dos amigos que conheci nesse período de mestrado: Ricardo Gass, William, Reisi Zambiasi, Taiane Feiten e Marta Carpes. Agradeço a todos os integrantes do Grupo de Pesquisa Locomotion e do Grupo de Pesquisas em Atividades Aquáticas e Terrestres.

A realização desse trabalho não seria possível sem a ajuda e atenção das pessoas que me orientaram na vida acadêmica. Agradeço ao meu orientador Professor Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga. Agradeço também aos professores Luiz Fernando Martins Krueel, Marli Maria Knorst, Gabriela Fischer e Rodrigo Gomes da Rosa. Todos foram importantíssimos para que eu conseguisse realizar esse trabalho. Gostaria de agradecer a

banca examinadora que avaliou e contribuiu para esse trabalho, são eles: Eduardo Lusa Cadore, Danilo Cortozi Berton e Victor Zuniga Dourado. Por fim, um grande agradecimento a todas as pessoas que foram voluntárias nesse trabalho. Esse estudo não seria possível sem a disponibilidade dessas pessoas.

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>RESUMO .....</b>  | <b>12</b> |
| <b>ABSTRACT .....</b>  | <b>13</b> |
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>14</b> |
| <b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>  | <b>16</b> |
| <b>2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA DPOC.....</b>   | <b>16</b> |
| <b>2.2 FORÇA MUSCULAR DE MEMBROS INFERIORES NOS PACIENTES COM DPOC.....</b>  | <b>18</b> |
| <b>2.3 ASSOCIAÇÕES ENTRE A FORÇA MUSCULAR DOS EXTENSORES DE JOELHO E PARÂMETROS FUNCIONAIS NOS PACIENTES COM DPOC.....</b> | <b>19</b> |
| <b>2.4 POTÊNCIA MUSCULAR DE MEMBROS INFERIORES NA DPOC E SUA IMPORTÂNCIA .....</b>   | <b>21</b> |
| <b>3 JUSTIFICATIVA.....</b>  | <b>22</b> |
| <b>4 OBJETIVOS.....</b>  | <b>24</b> |
| <b>4.1 OBJETIVOS GERAIS.....</b>   | <b>24</b> |
| <b>4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>   | <b>24</b> |
| <b>5 HIPÓTESES .....</b>   | <b>24</b> |
| <b>6 REFERÊNCIAS .....</b>   | <b>25</b> |
| <b>7 ARTIGO ORIGINAL EM PORTUGUÊS.....</b>   | <b>30</b> |
| <b>RESUMO .....</b>  | <b>31</b> |
| <b>ABSTRACT .....</b>  | <b>32</b> |
| <b>Introdução.....</b>   | <b>33</b> |
| <b>Métodos .....</b>   | <b>35</b> |
| <i>Desenho do estudo .....</i>   | <i>35</i> |
| <i>Procedimentos .....</i>   | <i>36</i> |
| <i>Função pulmonar e variáveis clínicas .....</i>  | <i>37</i> |
| <i>Antropometria.....</i>  | <i>37</i> |
| <i>Potência muscular de membros inferiores .....</i>   | <i>38</i> |
| <i>Testes Funcionais.....</i>  | <i>39</i> |
| <i>Questionários.....</i>  | <i>41</i> |
| <i>Análise estatística.....</i>  | <i>42</i> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Resultados .....</b>  | <b>43</b> |
| <b>Discussão .....</b>   | <b>45</b> |
| <b>Conclusões.....</b>   | <b>52</b> |
| <b>Referências.....</b>  | <b>54</b> |
| <b>8 CONCLUSÕES .....</b>  | <b>74</b> |
| <b>9 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>  | <b>75</b> |
| <b>10 ANEXOS E APÊNDICES .....</b>   | <b>76</b> |
| <b>10.1 QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – VERSÃO CURTA.....</b> | <b>76</b> |
| <b>10.2 QUESTIONÁRIO RESPIRATÓRIO <i>SAINT GEORGE</i> .....</b>                | <b>78</b> |
| <b>10.3 ESCALA MODIFICADA <i>MEDICAL RESEARCH COUNCIL</i>.....</b>             | <b>81</b> |
| <b>10.4 ESCALA DE BORG .....</b>   | <b>82</b> |
| <b>10.5 ESCALA DE EFICÁCIA DE QUEDAS – INTERNACIONAL.....</b>                  | <b>83</b> |
| <b>10.6 TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....</b>                    | <b>84</b> |
| <b>10.7 CARTAZ DE DIVULGAÇÃO.....</b>  | <b>90</b> |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

|                |   |
|----------------|---|
| <b>%</b>       | Percentual  |
| <b>Σ</b>       | Soma  |
| <b>b</b>       | Batimentos cardíacos  |
| <b>CAM</b>     | Caminhada   |
| <b>cm</b>      | Centímetro  |
| <b>CMI</b>     | Comprimento de membro inferior                                |
| <b>CMJ</b>     | <i>Counter Movement Jump</i>                                  |
| <b>CPT</b>     | Capacidade pulmonar total                                     |
| <b>CVF</b>     | Capacidade vital forçada                                      |
| <b>DLCOc</b>   | Difusão pulmonar medida pelo monóxido de carbono corrigida    |
| <b>DPOC</b>    | Doença pulmonar obstrutiva crônica                            |
| <b>F</b>       | Feminino  |
| <b>FC</b>      | Frequência cardíaca   |
| <b>FES – I</b> | Escala de eficácia de quedas - internacional                  |
| <b>Fr</b>      | Número de Froud   |
| <b>g</b>       | Gravidade   |
| <b>GC</b>      | Grupo controle  |
| <b>GDPOC</b>   | Grupo de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica     |
| <b>GOLD</b>    | Iniciativa global para doença pulmonar obstrutiva crônica     |
| <b>h</b>       | Hora  |
| <b>HCPA</b>    | Hospital de Clínicas de Porto Alegre                          |
| <b>IC</b>      | Intervalo de confiança  |
| <b>IMC</b>     | Índice de massa corporal                                      |
| <b>IPAQ</b>    | Questionário internacional de atividade física – versão curta |
| <b>IRL</b>     | Índice de reabilitação locomotor                              |
| <b>kg</b>      | Quilo grama   |
| <b>Km</b>      | Quilômetro  |
| <b>kPa</b>     | Quilo pascal  |
| <b>L</b>       | Litro   |
| <b>m</b>       | Metro   |



|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>M</b>               | Masculino   |
| <b>min</b>             | Minutos   |
| <b>mm</b>              | Milímetro   |
| <b>mmol</b>            | Milimol   |
| <b>MMRC</b>            | Escala modificada <i>Medical Research Council</i>               |
| <b>n</b>               | Número  |
| <b>OA</b>              | Olhos abertos   |
| <b>OF</b>              | Olhos fechados  |
| <b>p</b>               | Nível de significância  |
| <b>PSE</b>             | Percepção subjetiva de esforço                                  |
| <b>PSEMI</b>           | Percepção subjetiva de esforço – cansaço nos membros inferiores |
| <b>PSR</b>             | Percepção subjetiva de recuperação                              |
| <b>r</b>               | Coefficiente de correlação                                      |
| <b>rep</b>             | Repetições  |
| <b>s</b>               | Segundos  |
| <b>S</b>               | Semana  |
| <b>SF</b>              | Final de semana   |
| <b>SG</b>              | Questionário respiratório <i>Saint George</i>                   |
| <b>SJ</b>              | <i>Squat Jump</i>   |
| <b>SpO<sub>2</sub></b> | Saturação periférica de oxigênio                                |
| <b>SV</b>              | Saltos verticais  |
| <b>TC6</b>             | Teste de caminhada de 6 minutos                                 |
| <b>TUG</b>             | <i>Timed Up and Go</i>  |
| <b>vas</b>             | Velocidade autosselecionada                                     |
| <b>VEF<sub>1</sub></b> | Volume expiratório forçado no primeiro segundo                  |
| <b>VR</b>              | Volume residual   |
| <b>W</b>               | Watts   |

**LISTA DE TABELAS**

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| <b>Tabela 1.....</b> | <b>64</b> |
| <b>Tabela 2.....</b> | <b>65</b> |
| <b>Tabela 3.....</b> | <b>66</b> |
| <b>Tabela 4.....</b> | <b>67</b> |
| <b>Tabela 5.....</b> | <b>68</b> |

**LISTA DE FIGURAS**

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| <b>Figura 1.....</b> | <b>69</b> |
| <b>Figura 2.....</b> | <b>70</b> |
| <b>Figura 3.....</b> | <b>71</b> |
| <b>Figura 4.....</b> | <b>72</b> |

## RESUMO

**Contexto:** Além da dispneia crônica, a diminuição de força nos membros inferiores também é característica da doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), gerando incapacidade funcional e maior risco de queda. Compreender a capacidade de gerar potência muscular nessa população parece ser importante, visto que pode estar associada com as limitações diárias dos pacientes. **Objetivos:** Comparar a capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores, capacidade funcional, número de quedas, preocupação em cair, nível de atividade física e a qualidade de vida de pacientes com DPOC em relação a pessoas saudáveis, além de avaliar as associações entre essas variáveis nos pacientes com DPOC. **Métodos:** Foram avaliados 20 pacientes com DPOC (VEF<sub>1</sub> % do previsto: 39,98 ± 11,69%; Idade: 62,95 ± 8,06 anos) e 16 pessoas saudáveis (VEF<sub>1</sub> % do previsto: 97,44 ± 14,45%; Idade: 59,94 ± 6,43 anos), todos os participantes realizaram testes de potência muscular por meio dos saltos *Squat Jump* (SJ) e *Counter Movement Jump* (CMJ). Para avaliar a capacidade funcional foram realizados os testes de velocidade autosselecionada de caminhada, velocidade de caminhada em 10 metros, TC6, equilíbrio em uma perna, sentar e levantar, *Timed Up and Go* (TUG) e subir escadas. Além disso, os participantes responderam os questionários de recordatório de quedas, FES – I (preocupação em cair), IPAQ (nível de atividade física) e *Saint George* (qualidade de vida). **Resultados:** A potência muscular de membros inferiores não apresentou diferença entre os grupos ( $p > 0,05$ ). O grupo DPOC apresentou pior desempenho na maioria dos testes funcionais em comparação com as pessoas saudáveis ( $p \leq 0,05$ ). O número de quedas foi associado com a potência muscular nos saltos SJ ( $r = -0,51$ ) e CMJ ( $r = -0,62$ ) ( $p < 0,05$ ). A potência muscular no SJ foi associada com o tempo no TC6 ( $r = 0,48$ ), TUG ( $r = -0,47$ ), subir escadas ( $r = -0,56$ ) e sentar e levantar ( $r = 0,46$ ). A potência muscular no CMJ foi associada com o tempo no teste de subir escadas ( $r = 0,48$ ). **Conclusão:** Os pacientes com DPOC não apresentam prejuízos na potência muscular de membros inferiores em relação a pessoas saudáveis. Porém, o melhor desempenho dessa capacidade está associado a menores números de quedas e realização de movimentos rápidos nessa população.

**Palavras-chaves:** Reabilitação pulmonar, Mobilidade, Funcionalidade, Força muscular, Locomoção.

### ABSTRACT

**Background:** Although chronic dyspnea, lower limb strength is also characteristic of chronic obstructive pulmonary disease (COPD), leading to functional disability and an increased risk of falls. Understanding the ability to generate muscular power in this population seems to be important, since this ability may be associated with daily limitations of patients. **Objectives:** Compare the ability to generate lower limb muscular power, functional capacity, number of falls, fear of falling, level of physical activity and quality of life of patients with COPD in relation to healthy people, in addition to evaluating the associations between these variables in patients with COPD. **Methods:** 20 COPD patients (FEV<sub>1</sub> % of predicted: 39.98 ± 11.69%; Age: 62.95 ± 8.0 years) and 16 healthy individuals (FEV<sub>1</sub> % of predicted: 97.44 ± 14.45%; Age: 59.94 ± 6.43 years) were evaluated. All participants performed muscular power tests by Squat Jump (SJ) and Counter Movement Jump (CMJ). For functional test were analyzed self-selected walking speed, 10 meters walking test, 6MWD, balance test, seat to stand test, Timed Up and Go (TUG) and climb stairs test. In addition, participants answered questionnaires: falls recall, FES-I (fear of falling), IPAQ (level of physical activity) and Saint George (quality of life). **Results:** Lower limb muscle power did not present differences between groups ( $p > 0.05$ ). COPD groups presented worse performance in most functional tests compared to healthy individuals ( $p \leq 0.05$ ). The muscle power at SJ was associated with 6MWD ( $r = 0.48$ ), TUG ( $r = -0.47$ ), climb stairs test ( $r = -0.56$ ) and seat to stand test ( $r = 0.46$ ). The muscle power at CMJ was associated with climb stairs test ( $r = 0.48$ ). The falls number was associated with muscle power at SJ ( $r = -0.51$ ) and CMJ ( $r = -0.62$ ) ( $p < 0.05$ ). **Conclusion:** COPD patients did not present impairment relation to lower limb muscle power and the best performance in this capacity is associated to fast movement and low numbers of falls in this population.

**Keywords:** Rehabilitation, Mobility, Functionally, Muscular Strength, Locomotion.

## 1 INTRODUÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é compreendida como uma limitação aérea permanente e está associada a respostas inflamatórias crônicas das vias aéreas e dos pulmões as partículas ou gases nocivos. Esse processo pode gerar fibrose em pequenas vias aéreas levando ao aprisionamento de ar pela redução da elasticidade pulmonar, desencadeando o sintoma de dispneia progressiva crônica [1]. O nível da doença é baseado em critérios de classificação do estado do paciente. A Iniciativa Global para a DPOC (GOLD) leva em consideração os valores obtidos na espirometria e o índice de BODE acrescenta a análise de parâmetros como a capacidade de exercício [2]. A prevalência da DPOC tende a aumentar nas próximas décadas [1], com a previsão de ser a quarta maior causa de mortes no mundo em 2030 [3]. Com relação a dados internacionais, na Espanha foi registrada uma prevalência de 10% na população acima de 40 anos [4] e nos Estados Unidos a prevalência registrada foi de 14% [5], sendo a terceira causa de morte em 2014 [6]. No Brasil, na cidade de São Paulo, foi registrado 15,8% [7] e, na região Sul (Pelotas), a prevalência da doença variou entre 5,2%, 9,9% e 27,2%, dependendo dos critérios adotados para o diagnóstico [8].

Os estudos de prevalência confirmam a importância do direcionamento das ações de cuidados a saúde para essa população. Há uma relação direta entre a o avanço no quadro da DPOC com os custos necessários para o cuidado do paciente. Em países em desenvolvimento, esses custos podem estar relacionados a incapacidade gerada pela doença sobre as ações em ambientes de trabalho e na produtividade em casa [1], visto que o agravamento da doença torna os pacientes muitas vezes incapazes de participar de atividades físicas normais [9]. Além disso, os pacientes com DPOC parecem ter uma taxa de 1,2 quedas por pessoas em um ano, sendo mais elevada do que idosos sem a doença [10]. As quedas para pacientes com DPOC são associadas com o aumento da mortalidade, além de que as consequências das quedas acabam gerando um maior gasto ao sistema de saúde [11].

A incapacidade de praticar atividades físicas e o maior risco de quedas pode ser gerada pelo processo de perda de força muscular [10–12]. Estudos relatam que em pacientes com DPOC ocorrem alterações morfológicas e bioquímicas na musculatura esquelética, como a diminuição de massa muscular, diminuição da força muscular nos membros inferiores [13], alterações no percentual do tipo de fibras [14] e atrofia de fibras tipo II [15], sendo causada por diversos fatores, como a própria diminuição da realização de atividades físicas [13].

Embora a diminuição da produção de força, em especial nos membros inferiores, seja estabelecida na literatura [13], o conhecimento sobre a redução de produção de potência muscular de membros inferiores nessa população é pouco explorado [12, 16].

Estudos com idosos saudáveis demonstram que a potência muscular está associada ao desempenho funcional, sendo destacada como importante variável para a realização de atividades de vida diária, como: subir escadas, caminhar, levantar de uma cadeira, além da relação com a redução do número de quedas [17]. Um estudo com idosos demonstrou associações positivas entre a velocidade de caminhada e a capacidade de gerar potência muscular nos membros inferiores [18]. Além disso, estudos com treinamento em idosos mostraram melhoras em parâmetros de força máxima dinâmica, funcionalidade e equilíbrio quando realizado o treino de força em altas velocidades [19, 20]. Os estudos de Butcher et al. (2012) [12] e Hernández et al. (2016) [21] são um dos poucos estudos que exploraram a relação entre a capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores e comportamento de parâmetros funcionais em pacientes com DPOC, encontrando associações com testes funcionais e nível de atividade física [12, 21]. Um recente estudo com pacientes com DPOC utilizou saltos verticais (SV) para avaliar o comportamento da potência muscular de membros inferiores após um período de treinamento [22]. Essa é uma interessante estratégia utilizada em estudos com idosos saudáveis [19], visto que permite mensurar a potência muscular de membros inferiores na posição ortostática sem sobrecarga adicional. Embora a capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores pareça ser importante para o desempenho em vários desfechos funcionais, não foi encontrado estudos que investigue como a DPOC afeta o comportamento dessa variável nos pacientes. Assim, comparar o desempenho de pacientes com DPOC nos SV em relação a pessoas saudáveis permitirá compreender como a doença afeta a capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores. Além disso, diferente dos estudos anteriores com paciente com DPOC [12, 21], avaliar a associação entre a capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores nos SV e parâmetros funcionais pode permitir um análise mais próxima das necessidades diárias do paciente pela forma e especificidade em que a avaliação de potência é realizada, podendo acrescentar uma forma fácil de avaliar a potência muscular de membros inferiores relacionada com desfechos clínicos e funcionais dos pacientes. Devido ao fato de que é necessário gerar potência muscular na maioria das atividades cotidianas [23], entender qual é o comportamento e contribuição da potência muscular para os pacientes com DPOC

poderá ajudar no direcionamento da reabilitação por meio de exercícios. Tendo em vista que a análise de potência muscular realizada por meio de teste de SV apresenta associações com parâmetros funcionais em idosos, esse método pode trazer respostas de associações com parâmetros funcionais em pacientes com DPOC. Sendo assim, os objetivos desse estudo foram comparar a capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores, capacidade funcional, número de quedas, preocupação em cair, nível de atividade física e a qualidade de vida de pacientes com DPOC em relação a pessoas saudáveis, além de avaliar as associações entre essas variáveis nos pacientes com DPOC. Baseado em estudos anteriores, nossa primeira hipótese foi que os pacientes com DPOC apresentariam desempenhos menores em relação a potência muscular de membros inferiores e parâmetros funcionais do que o grupo de pessoas saudáveis, nossa segunda hipótese foi que a potência muscular seria associada com os parâmetros funcionais nos pacientes com DPOC.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA DPOC**

A DPOC é compreendida como uma limitação aérea permanente e está associada a respostas inflamatórias crônicas das vias aéreas e dos pulmões as partículas ou gases nocivos [1]. O estado inflamatório crônico gerado pela inalação de partículas e gases nocivos pode levar a destruição dos tecidos do parênquima gerando enfisema, além de desestabilizar os mecanismos de defesa, gerando fibrose em pequenas vias aéreas. Esse processo acaba por levar ao aprisionamento de ar pela redução da elasticidade pulmonar, desencadeando um processo progressivo de limitação ao fluxo aéreo, levando a um dos principais sintomas característicos da doença, a dispneia crônica e progressiva [1].

O nível da DPOC é baseado em critérios de classificação do estado do paciente. Desde 2007, os critérios da GOLD são usados para classificar o paciente com base nos valores obtidos na espirometria após o uso de bronquodilatador [2], tais como a capacidade vital forçada (CVF) e o volume de ar expirado no primeiro segundo (VEF1) [23]. Sendo os níveis da doença classificados em: GOLD I – Leve:  $VEF1 \geq 80\%$  do previsto, GOLD II – Moderada:  $50\% \leq VEF1 < 80\%$  do previsto, GOLD III – Severo:  $30\% \leq VEF1 < 50\%$  do previsto e GOLD IV – Muito Severo:  $< 30\%$  do previsto para os pacientes que apresentam o valor da



razão  $VEF1.CVF^{-1} < 70\%$  [24]. Levando em consideração que a DPOC é uma doença com múltiplas manifestações clínicas, outros critérios também são observados para o diagnóstico do estado do paciente [2, 23], assim no uso do índice de BODE é levado em consideração parâmetros como o índice de massa corporal (IMC), a dispneia e a capacidade de exercício [2], a fim de diagnosticar o estado do paciente de forma mais abrangente.

A prevalência e o impacto da DPOC tendem a aumentar nas próximas décadas em virtude do envelhecimento populacional e a exposição aos fatores de risco, principalmente o tabagismo [1]. Em uma projeção de mortalidade global feita em 2006 foi estimado que entre o período de 2002 a 2030 a DPOC passará da quinta para a quarta maior causa de morte no mundo, ficando atrás da doença cardíaca isquêmica, doença vascular cerebral e a AIDS [3]. Uma pesquisa realizada em 2009 na Espanha mostrou que a DPOC afeta 10% da população com mais de 40 anos de idade [4] e nos Estados Unidos a doença atinge cerca de 14% das pessoas com idade entre 40 e 79 anos [5], sendo a terceira causa de morte no país no ano de 2014 [6]. No Brasil, na cidade de São Paulo foi registrado 15.8% [7], dados regionais sobre a DPOC trazem a dimensão do problema para a população do Sul do país. Um estudo publicado em 2004 realizado em Pelotas mostrou que a prevalência da DPOC na população de pessoas de 40 e 69 anos variava entre 5,2%, 9,9% e 27,2%, dependendo dos critérios adotados para classificar a doença [8].

Há uma relação direta entre a o avanço no quadro da DPOC com os custos necessários para o cuidado do paciente, tais como o uso de oxigênio e a hospitalização. Em países em desenvolvimento, esses custos podem não ser os mais relevantes sobre o impacto econômico da DPOC, e sim a incapacidade gerada pela doença sobre as ações em ambientes de trabalho e na produtividade em casa [1], visto que o agravo da doença torna os pacientes muitas vezes incapazes de participar de atividades físicas normais pela existência da deterioração da função pulmonar [9]. Os estudos de prevalência confirmam a importância de se direcionar as ações de cuidados a saúde a fim de reduzir os números dessa enfermidade e de se pensar em estratégias auxiliares na terapia para a melhoria da qualidade de vida dos pacientes. Tendo em vista que a DPOC é compreendida como uma limitação aérea permanente [1], compreender o comportamento fatores passíveis de melhoras com a reabilitação por meio de exercício físico, como a força muscular e suas derivações (potência muscular), pode ser relevante para a melhoria da qualidade de vida dos pacientes.

## 2.2 FORÇA MUSCULAR DE MEMBROS INFERIORES NOS PACIENTES COM DPOC

Além da deterioração pulmonar, a incapacidade de realizar as atividades de vida diária pode ser gerada pelo processo de perda de força muscular [12]. Estudos relatam que em pacientes com DPOC ocorrem alterações morfológicas e bioquímicas na musculatura esquelética, com diminuição de massa muscular, diminuição da força e resistência muscular periférica nos membros inferiores, diminuição da concentração e aumento do tempo necessário para ressíntese de fosfocreatina muscular [13], alteração no percentual do tipo de fibras [14], diminuição de densidade de capilares [26] e diminuição no metabolismo oxidativo [27], tendo como causa diversos fatores, tais como: a inflamação sistêmica, a utilização de fármacos, a hipoxemia, a redução de hormônios anabólicos, a depleção nutricional e em função da própria diminuição crônica da capacidade física [13].

Os estudos que comparam pacientes com DPOC e indivíduos saudáveis em relação a força muscular dinâmica dos extensores de joelho por meio da avaliação no dinamômetro isocinético demonstram que há uma menor capacidade significativa de gerar força nesse grupo muscular nos pacientes com DPOC [28–32]. Em especial, o estudo de Roing et al. (2011) [30] observou que os pacientes com DPOC apresentavam menor área de secção transversa e maior gordura intramuscular nos extensores de joelho, sugerindo que a DPOC causa, além da perda de força muscular, uma diminuição da qualidade muscular.

Quando a força muscular foi avaliada de forma isométrica, os pacientes permaneceram apresentando uma menor capacidade de gerar força muscular do que indivíduos saudáveis [33, 34]. O estudo de Rocco et al. (2010) [34] encontrou que as pessoas com DPOC apresentavam, em conjunto a menor força isométrica dos extensores de joelho, um maior tempo de latência no reflexo mensurado nos tendões patelar e de Aquiles do que as pessoas saudáveis [34], sugerindo prejuízos neurais ocasionado pela DPOC.

Com uma maior chance de erro na mensuração da força, dois estudos com o mesmo autor principal, avaliaram a força dos extensores de joelho por meio de escalas. Um dos estudos vai ao encontro ao dos resultados citados anteriormente, com o grupo de pessoas com DPOC apresentando menor força muscular dos extensores de joelho do que os indivíduos saudáveis [35], entretanto a outra evidência demonstra que não há diferença entre os grupos [36]. Os diferentes resultados entre os estudos podem ter ocorrido pela escolha da ferramenta

para avaliação da força muscular, visto que está é realizada por meio de pontuação de uma escala e permite maiores chances de erro do avaliador.

### 2.3 ASSOCIAÇÕES ENTRE A FORÇA MUSCULAR DOS EXTENSORES DE JOELHO E PARÂMETROS FUNCIONAIS NOS PACIENTES COM DPOC

Essa diminuição de força muscular nos extensores de joelho pode trazer prejuízos para o dia-dia do paciente com DPOC, visto que é sugerido que a disfunção dos músculos que atuam na locomoção, como o quadríceps, seja a maior causa de incapacidade ao exercício [37]. Dentre os testes que avaliam a funcionalidade por meio da caminhada, o teste de caminhada de 6 minutos (TC6) é o mais utilizado com pacientes com DPOC [38], mensurando a distância percorrida em 6 minutos e predizendo a capacidade aeróbica [39]. A distância realizada nesse teste foi associada de forma e positiva com a força isométrica de quadríceps ( $r = 0,63$ ,  $p < 0,01$ ) [40] e de forma regular e positiva com a força máxima dinâmica mensura por meio de uma repetição máxima na cadeira extensora de joelho ( $r = 0,58$ ,  $p < 0,01$ ) [41], não sendo associada significativamente com o pico de torque concêntrico de quadríceps medurado no dinamômetro isocinético ( $r = 0,14$ ,  $p = 0,53$ ) [30]. A velocidade autosselecionada (VAS) de caminhada, outro importante marcador de funcionalidade relacionado à marcha [42], também não apresentou associação significativa com o pico de torque concêntrico de quadríceps medurado no dinamômetro isocinético em pacientes com DPOC ( $r = 0,34$ ,  $p = 0,14$ ) [30].

Diferente dos testes funcionais anteriores, os testes de *Time Up and Go* (TUG), subir escadas e sentar e levantar apresentam valores de associação mais fortes em pacientes com DPOC. O tempo no teste de TUG foi associado com a força de extensor de joelho avaliada no dinamômetro isocinético (razão de desenvolvimento de torque, força isométrica, pico de torque concêntrico e excêntrico), essas associações negativas foram fortes a muito fortes, sendo a relação com o a força isométrica a mais alta ( $r = -0,92$ ,  $p < 0,01$ ) [12]. Por outro lado, o tempo no teste de TUG não foi associado com o teste de 1 repetição máxima no aparelho *legpress* 90° em pacientes com DPOC ( $p > 0,05$ ) [43].

A potência média no teste de subir escadas (10 degraus) foi associada com diferentes formas de contração muscular do quadríceps medurada no dinamômetro isocinético. A força isométrica dos pacientes com DPOC apresentou associações significativas positivas de

regular ( $r = 0,46, p < 0,05$ ) [31] a forte ( $r = 0,69, p < 0,05$ ) [12]. O pico de torque excêntrico no dinamômetro isocinético também foi associado positivamente de maneira regular ( $r = 0,53, p < 0,05$ ) [31] e forte ( $r = 0,72, p < 0,05$ ) [12] com a potência no teste de subir escadas. Diferente dos outros achados, o pico de torque concêntrico dos extensores de joelho avaliado no dinamômetro isocinético não apresentou comportamento semelhante nos estudos analisados. Em uma das evidências, o pico de torque concêntrico não foi associado significativamente com a potência no teste de subir escadas ( $r = 0,41, p > 0,05$ ) [31], enquanto que o resultado de outro estudo demonstrou associações positivas e fortes entre os testes ( $r = 0,75, p < 0,05$  a  $r = 0,78, p < 0,05$ ) [12]. Essa diferença entre os estudos pode ter ocorrido pelas velocidades utilizadas no teste de dinamometria isocinética, visto que quando os testes não foram associados a avaliação no dinamômetro foi realizado em velocidade lenta [31], contrário ao estudo que encontrou associações utilizando velocidades mais altas com os pacientes com DPOC [12].

Os resultados no teste de sentar e levantar também demonstram associações regulares e fortes com a força muscular dos extensores de joelho em paciente com DPOC. A força medida por meio do teste de uma repetição máxima de *legpress* 90° e na cadeira extensora de joelho foi associada positivamente de forma regular com o número de repetições realizadas no teste de sentar e levantar ( $r = 0,46, p < 0,01$  [43];  $r = 0,48, p < 0,01$  [44], respectivamente). A força isométrica dos extensores de joelho também foi associada com o desempenho no teste de sentar e levantar. Dois estudos encontraram associações regulares com o tempo de realização de 5 repetições no teste de sentar e levantar ( $r = -0,33, p < 0,01$  [45];  $r = 0,41, p < 0,05$  [46]), os valores foram muito próximos entre os resultados, sendo a única diferença do sinal explicada porque no segundo estudo foi convertido tempo do teste em uma pontuação, fazendo com que a associação se torna-se positiva. Em outro estudo, a associação apresentada entre os testes foi forte ( $r = 0,76, p < 0,05$ ) [12], diferente dos estudos anteriores que avaliaram a associação com a força isométrica, foi utilizado o número de vezes que o indivíduo sentava e levantava no teste. Com relação ao pico de torque concêntrico e excêntrico dos extensores de joelho, foram relatadas associações fortes e positivas com o número de repetições no teste de sentar e levantar, sendo a maior encontra com as contrações excêntricas ( $r = 0,81, p < 0,01$ ) [12]. Apenas um único estudo não encontrou relação significativa com força dos extensores de joelho e o teste de sentar e levantar em pacientes

com DPOC. Esse estudo avaliou a relação do pico de torque concêntrico e o tempo para o paciente sentar e levantar 5 vezes ( $r = 0,08$ ,  $p = 0,70$ ) [30].

Esses resultados de associações demonstram que, embora a DPOC seja uma doença ligada a limitações respiratórias, a boa capacidade de gerar força muscular pelos extensores de joelho permite que o paciente tenha um melhor desempenho funcional. A força muscular do quadríceps está relacionada a testes de caminhada, porém com mais força aos testes que necessitam mais ação muscular do quadríceps para realização do gesto. Para todos os testes funcionais, a associação com a força muscular parece depender da qualidade de força que será avaliada.

#### 2.4 POTÊNCIA MUSCULAR DE MEMBROS INFERIORES NA DPOC E SUA IMPORTÂNCIA

Entre as qualidades de força pesquisadas com pacientes com DPOC, a potência muscular parece ser a que tem menores evidências com essa população. Estudos com idosos saudáveis demonstram que a potência muscular está associada ao desempenho funcional, sendo destacada como importante variável para a realização de atividades de vida diária, como: subir escadas, caminhar, levantar de uma cadeira, além da relação com a redução do número de quedas [17]. Um estudo com idosos demonstrou associações positivas entre a velocidade de caminhada e a capacidade de gerar potência muscular nos membros inferiores [18]. Além disso, estudos com treinamento em idosos mostraram melhoras em parâmetros de força máxima dinâmica, funcionalidade e equilíbrio quando realizado o treino de força em altas velocidades [19, 20].

Os estudos de Butcher et al. (2012) [12] e Hernández et al. (2016) [21] são um dos poucos estudos que exploraram a relação entre a capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores e comportamento de parâmetros funcionais em pacientes com DPOC, encontrando associações com testes funcionais e nível de atividade física [12, 21]. Um recente estudo com pacientes com DPOC utilizou SV para avaliar o comportamento da potência muscular de membros inferiores após um período de treinamento que consistia em comparar um grupo de pacientes com DPOC que realizavam séries de agachamentos em cima de uma plataforma vibratória e um grupo de pacientes que realizava o agachamento em solo, encontrando maiores ganhos de potência e altura de SV nos pacientes que utilizaram a

plataforma vibratória [22]. A utilização do SV como avaliação de potência muscular é uma interessante estratégia utilizada em estudos com idosos saudáveis [19], visto que permite mensurar a potência muscular de membros inferiores na posição ortostática sem sobrecarga adicional. Os resultados de potência muscular de membros inferiores avaliadas por SV são associados ao desempenho em testes funcionais. Em idosos, foi demonstrada uma associação positiva entre a velocidade de caminhada e a potência gerada em um teste de salto [18]. O equilíbrio também é associado com o desempenho de SV [47], além disso, estudos com treinamento em idosos demonstram melhoras em parâmetros de força máxima dinâmica, funcionalidade e equilíbrio com o treinamento de saltos [19, 20].

Embora a capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores pareça ser importante para o desempenho em vários desfechos funcionais, não foram encontrados estudos que investigue como a DPOC afeta o comportamento dessa variável nos pacientes. Assim, comparar o desempenho de pacientes com DPOC nos SV em relação a pessoas saudáveis permitirá compreender como a doença afeta a capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores. Além disso, diferente dos estudos anteriores com paciente com DPOC [12, 21], avaliar a associação entre a capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores nos SV e parâmetros funcionais pode permitir um análise mais próxima das necessidades diárias do paciente pela forma e especificidade em que a avaliação de potência é realizada, podendo acrescentar uma forma fácil de avaliar a potência muscular de membros inferiores relacionada com desfechos clínicos e funcionais dos pacientes.

### **3 JUSTIFICATIVA**

Tendo em vista a importância da capacidade de gerar potência muscular e o número reduzido de evidências sobre sua relação com os parâmetros funcionais em pacientes com DPOC, se faz necessário um estudo que busque entender como a DPOC afeta o comportamento dessa variável nos pacientes e suas relações com o comportamento em parâmetros funcionais. Além disso, avaliar a associação entre a capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores nos SV e parâmetros funcionais pode permitir um análise mais próxima das necessidades diárias do paciente pela forma e especificidade em que a avaliação de potência é realizada, podendo acrescentar uma forma fácil de avaliar a potência

muscular de membros inferiores relacionada com desfechos clínicos e funcionais dos pacientes.

## 4 OBJETIVOS

### 4.1 OBJETIVOS GERAIS

Comparar a capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores, capacidade funcional, número de quedas, preocupação em cair, nível de atividade física e a qualidade de vida de pacientes com DPOC em relação a pessoas saudáveis, além de avaliar as associações entre essas variáveis nos pacientes com DPOC.

### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar o desempenho de pacientes com DPOC com indivíduos saudáveis nos testes de SV (*Squat Jump* (SJ) e *Counter Movement Jump* (CMJ)), nos testes funcionais (VAS de caminhada, velocidade máxima de 10 metros, TC6, equilíbrio em uma perna, sentar e levantar, TUG e subir escadas) e as respostas aos questionários (recordatório de quedas, Escala de Eficácia de Quedas - Internacional (FES – I), Questionário Internacional de Atividade Física – Versão Curta (IPAQ) e *Saint George*);

- Analisar as associações entre o desempenho nos testes de SV (SJ e CMJ) com o desempenho nos testes funcionais (VAS de caminhada, velocidade máxima de 10 metros, TC6, equilíbrio em uma perna, sentar e levantar, TUG e subir escadas) e as respostas aos questionários (recordatório de quedas, FES – I, IPAQ e *Saint George*) em pacientes com DPOC.

## 5 HIPÓTESES

Baseado em estudos anteriores, nossa primeira hipótese foi que os pacientes com DPOC apresentariam desempenhos menores em relação à potência muscular de membros inferiores e parâmetros funcionais do que o grupo de pessoas saudáveis, nossa segunda hipótese foi que a potência muscular seria associada com os parâmetros funcionais nos pacientes com DPOC.



## 6 REFERÊNCIAS

1. Vestbo JJJ, Hurd SS, Agustí AG, et al (2013) Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *Am J Respir Crit Care Med* 187:347–365
2. Chen C-Z, Ou C-Y, Yu C-H, Yang S-C, Chang H-Y, Hsiue T-R (2015) Comparison of global initiative for chronic obstructive pulmonary disease 2013 classification and body mass index, airflow obstruction, dyspnea, and exacerbations index in predicting mortality and exacerbations in elderly adults with chronic obstructive p. *J Am Geriatr Soc* 63:244–250
3. Mathers CD, Loncar D (2006) Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. *PLoS Med* 3:e442
4. Miravittles M, Soriano JB, Garcia-Rio F, Munoz L, Duran-Tauleria E, Sanchez G, Sobradillo V, Ancochea J (2009) Prevalence of COPD in Spain: impact of undiagnosed COPD on quality of life and daily life activities. *Thorax* 64:863–868
5. Tillet T, Dillon C, Paulose-Ram R, Hnizdo E, Doney B (2013) Estimating the U.S. prevalence of chronic obstructive pulmonary disease using pre- and post-bronchodilator spirometry: the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2007-2010. *Respir Res* 14:103
6. Murphy SL, Kochanek KD, Xu J, Arias E (2015) Mortality in the United States, 2014. *NCHS Data Brief* 1–8
7. Menezes AMB, Perez-Padilla R, Jardim JRB, Muino A, Lopez MV, Valdivia G, Montes de Oca M, Talamo C, Hallal PC, Victora CG (2005) Chronic obstructive pulmonary disease in five Latin American cities (the PLATINO study): a prevalence study. *Lancet (London, England)* 366:1875–1881
8. Menezes A, Macedo SC, Gigante DP, da Costa JD, Olinto MT, Fiss E, Chatkin M, Hallal PC, Victora CG (2004) Prevalence and risk factors for chronic obstructive pulmonary disease according to symptoms and spirometry. *COPD J CHRONIC Obstr Pulm Dis* 1:173–179
9. Siu AL, Bibbins-Domingo K, Grossman DC, et al (2016) Screening for Chronic Obstructive Pulmonary Disease: US Preventive Services Task Force Recommendation Statement. *JAMA* 315:1372–1377
10. Roig M, Eng JJ, MacIntyre DL, Road JD, FitzGerald JM, Burns J, Reid WD (2011)

Falls in people with chronic obstructive pulmonary disease: an observational cohort study. *Respir Med* 105:461–469

11. Porto EF, Castro AAM, Schmidt VGS, et al (2015) Postural control in chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *Int J COPD* 10:1233–1239
12. Butcher SJ, Pikaluk BJ, Chura RL, Walkner MJ, Farthing JP, Marciniuk DD (2012) Associations between isokinetic muscle strength, high-level functional performance, and physiological parameters in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Int J COPD* 7:537–542
13. Dourado VZ, Godoy I (2004) Recondicionamento muscular na DPOC: principais intervenções e novas tendências. *Rev bras med esporte* 10:331–334
14. Gosker HR, Zeegers MP, Wouters EFM, Schols AMWJ (2007) Muscle fibre type shifting in the vastus lateralis of patients with COPD is associated with disease severity: a systematic review and meta-analysis. *Thorax* 62:944–949
15. Gosker HR, Engelen MPKJ, van Mameren H, van Dijk PJ, van der Vusse GJ, Wouters EFM, Schols AMWJ (2002) Muscle fiber type IIX atrophy is involved in the loss of fat-free mass in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Clin Nutr* 76:113–119
16. Dourado VZ (2011) Exercício físico aplicado à reabilitação pulmonar: princípios fisiológicos, prescrição e avaliação dos resultados. Rio de Janeiro: Revinter
17. Izquierdo M, Cadore EL (2014) Muscle power training in the institutionalized frail: a new approach to counteracting functional declines and very late-life disability. *Curr Med Res Opin* 30:1385–1390
18. Rantanen T, Avela J (1997) Leg extension power and walking speed in very old people living independently. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 52:M225-31
19. Piirainen JM, Cronin NJ, Avela J, Linnamo V (2014) Effects of plyometric and pneumatic explosive strength training on neuromuscular function and dynamic balance control in 60-70 year old males. *J Electromyogr Kinesiol* 24:246–252
20. Correa CS, LaRoche DP, Cadore EL, et al (2012) 3 Different types of strength training in older women. *Int J Sports Med* 33:962–969
21. Hernández M, Zambom-Ferraresi F, Cebollero P, Hueto J, Cascante JA, Antón MM (2016) The relationships between muscle power and physical activity in older men with chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 32:1–44
22. Gloeckl R, Jarosch I, Bengsch U, Claus M, Schneeberger T, Andrianopoulos V,

- Christle JW, Hitzl W, Kenn K (2017) What's the secret behind the benefits of whole-body vibration training in patients with COPD? A randomized, controlled trial. *Respir Med* 126:17–24
23. Fleck SJ, Kraemer WJ (2006) Fundamentos do treinamento de força muscular. *Artmed*
  24. Lopez-Giraldo A, Rodriguez-Roisin R, Agusti A (2015) Chronic obstructive pulmonary disease: The golden decade. Implications for the diagnosis, prevention and treatment of chronic obstructive pulmonary disease. *Med Clin (Barc)* 144:507–513
  25. GOLD (2018) Global Initiative for Chronic Obstructive. *Glob Obstr Lung Dis* <http://www.goldcopd.org>
  26. Jobin J, Maltais F, Doyon J-F, LeBlanc P, Simard P-M, Simard A-A, Simard C (1998) Chronic obstructive pulmonary disease: capillarity and fiber-type characteristics of skeletal muscle. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 18:432–437
  27. Maltais F, LeBlanc P, Simard C, Jobin J, Bérubé C, Bruneau J, Carrier L, Belleau R (1996) Skeletal muscle adaptation to endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 154:442–447
  28. Beauchamp MK, Sibley KM, Lakhani B, Romano J, Mathur S, Goldstein RS, Brooks D (2012) Impairments in systems underlying control of balance in COPD. *Chest* 141:1496–1503
  29. Eisner MD, Blanc PD, Yelin EH, et al (2008) COPD as a systemic disease: impact on physical functional limitations. *Am J Med* 121:789–796
  30. Roig M, Eng JJ, MacIntyre DL, Road JD, Reid WD (2011) Deficits in muscle strength, mass, quality, and mobility in people with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 31:120–124
  31. Roig M, Eng JJ, MacIntyre DL, Road JD, Reid WD (2010) Associations of the stair climb power test with muscle strength and functional performance in people with chronic obstructive pulmonary disease: a cross-sectional study. *Phys Ther* 90:1774–1782
  32. Roig M, Eng JJ, Macintyre DL, Road JD, Reid WD (2011) Postural control is impaired in people with COPD: an observational study. *Physiother Can* 63:423–431
  33. Oliveira CC, McGinley J, Lee AL, Irving LB, Denehy L (2015) Fear of falling in people with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med* 109:483–489
  34. Rocco CCM, Sampaio LMM, Stirbulov R, Corrêa JCF (2011) Neurophysiological aspects and their relationship to clinical and functional impairment in patients with chronic

obstructive pulmonary disease. *Clinics* 66:125–129

35. Ozalevli S, Ozden A, Itil O, Akkoçlu A (2007) Comparison of the sit-to-stand test with 6 min walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med* 101:286–293
36. Ozalevli S, Ilgin D, Narin S, Akkoçlu A (2011) Association between disease-related factors and balance and falls among the elderly with COPD: a cross-sectional study. *Aging Clin Exp Res* 23:372–377
37. Debigaré R, Maltais F (2008) The major limitation to exercise performance in copd is lower limb muscle dysfunction. *Exercise*. 2007–2009
38. Karpman C, DePew ZS, LeBrasseur NK, Novotny PJ, Benzo RP (2014) Determinants of gait speed in COPD. *Chest* 146:104–110
39. Crapo RO, Casaburi R, Coates AL, et al (2002) ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 166:111–117
40. Gosselink R, Troosters T, Decramer M (1996) Peripheral muscle weakness contributes to exercise limitation in COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 153:976–980
41. Marino DM, Marrara KT, Ike D, De Oliveira AD, Jamami M, Di Lorenzo VAP (2010) Study of peripheral muscle strength and severity indexes in individuals with chronic obstructive pulmonary disease. *Physiother Res Int* 15:134–135
42. Peyré-Tartaruga L, Monteiro E (2016) A new integrative approach to evaluate pathological gait: locomotor rehabilitation index. *Clin Transl Degener Dis* 1:86
43. Benton MJ, Alexander JL (2009) Validation of functional fitness tests as surrogates for strength measurement in frail, older adults with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Phys Med Rehabil* 88:579–583
44. Zanini A, Aiello M, Cherubino F, Zampogna E, Azzola A, Chetta A, Spanevello A (2015) The one repetition maximum test and the sit-to-stand test in the assessment of a specific pulmonary rehabilitation program on peripheral muscle strength in COPD patients. *Int J COPD* 10:2423–2430
45. Jones SE, Kon SSC, Canavan JL, Patel MS, Clark AL, Nolan CM, Polkey MI, Man WDC (2013) The five-repetition sit-to-stand test as a functional outcome measure in COPD. *Thorax* 68:1015–1020
46. Bernabeu-Mora R, Medina-Mirapeix F, Llamazares-Herrán E, García-Guillamón G, Giménez-Giménez LM, Sánchez-Nieto JM (2015) The short physical performance battery is a

discriminative tool for identifying patients with COPD at risk of disability. *Int J COPD* 10:2619–2626

47. Izquierdo M, Aguado X, Gonzalez R, Lopez JL, Hakkinen K, Lopez JL, Hakkinen K (1999) Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 79:260–267

## **7 ARTIGO ORIGINAL EM PORTUGUÊS**

**Título em português: A potência muscular de membros inferiores mensurada por meio de saltos verticais está associada com parâmetros funcionais e o número de quedas em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica: um estudo transversal**

**Título em inglês: The muscular power of lower limbs measured by means of vertical jumps is associated with functional parameters and the number of falls in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: a cross-sectional study**

### **Correspondence Address:**

Leonardo A. Peyré-Tartaruga,

Exercise Research Laboratory, School of Physical Education, Physical Therapy and Dance,  
Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil.  
Telephone: 55 51984063793. Fax: 55 5133085817 E-mail: leonardo.tartaruga@ufrgs.br

## RESUMO

**Contexto:** Além da dispneia crônica, a diminuição de força nos membros inferiores também é característica da doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), gerando incapacidade funcional e maior risco de queda. Compreender a capacidade de gerar potência muscular nessa população parece ser importante, visto que pode estar associada com as limitações diárias dos pacientes. **Objetivos:** Comparar a capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores, capacidade funcional, número de quedas, preocupação em cair, nível de atividade física e a qualidade de vida de pacientes com DPOC em relação a pessoas saudáveis, além de avaliar as associações entre essas variáveis nos pacientes com DPOC. **Métodos:** Foram avaliados 20 pacientes com DPOC (VEF<sub>1</sub> % do previsto: 39,98 ± 11,69%; Idade: 62,95 ± 8,06 anos) e 16 pessoas saudáveis (VEF<sub>1</sub> % do previsto: 97,44 ± 14,45%; Idade: 59,94 ± 6,43 anos), todos os participantes realizaram testes de potência muscular por meio dos saltos *Squat Jump* (SJ) e *Counter Movement Jump* (CMJ). Para avaliar a capacidade funcional foram realizados os testes de velocidade autosselecionada de caminhada, velocidade de caminhada em 10 metros, TC6, equilíbrio em uma perna, sentar e levantar, *Timed Up and Go* (TUG) e subir escadas. Além disso, os participantes responderam os questionários de recordatório de quedas, FES – I (preocupação em cair), IPAQ (nível de atividade física) e *Saint George* (qualidade de vida). **Resultados:** A potência muscular de membros inferiores não apresentou diferença entre os grupos ( $p > 0,05$ ). O grupo DPOC apresentou pior desempenho na maioria dos testes funcionais em comparação com as pessoas saudáveis ( $p \leq 0,05$ ). O número de quedas foi associado com a potência muscular nos saltos SJ ( $r = -0,51$ ) e CMJ ( $r = -0,62$ ) ( $p < 0,05$ ). A potência muscular no SJ foi associada com o tempo no TC6 ( $r = 0,48$ ), TUG ( $r = -0,47$ ), subir escadas ( $r = -0,56$ ) e sentar e levantar ( $r = 0,46$ ). A potência muscular no CMJ foi associada com o tempo no teste de subir escadas ( $r = 0,48$ ). **Conclusão:** Os pacientes com DPOC não apresentam prejuízos na potência muscular de membros inferiores em relação a pessoas saudáveis. Porém, o melhor desempenho dessa capacidade está associado a menores números de quedas e realização de movimentos rápidos nessa população.

**Palavras-chaves:** Reabilitação pulmonar, Mobilidade, Funcionalidade, Força muscular, Locomoção.

## ABSTRACT

**Background:** Although chronic dyspnea, lower limb strength is also characteristic of chronic obstructive pulmonary disease (COPD), leading to functional disability and an increased risk of falls. Understanding the ability to generate muscular power in this population seems to be important, since this ability may be associated with daily limitations of patients. **Objectives:** Compare the ability to generate lower limb muscular power, functional capacity, number of falls, fear of falling, level of physical activity and quality of life of patients with COPD in relation to healthy people, in addition to evaluating the associations between these variables in patients with COPD. **Methods:** 20 COPD patients (FEV<sub>1</sub> % of predicted: 39.98 ± 11.69%; Age: 62.95 ± 8.0 years) and 16 healthy individuals (FEV<sub>1</sub> % of predicted: 97.44 ± 14.45%; Age: 59.94 ± 6.43 years) were evaluated. All participants performed muscular power tests by Squat Jump (SJ) and Counter Movement Jump (CMJ). For functional test were analyzed self-selected walking speed, 10 meters walking test, 6MWD, balance test, seat to stand test, Timed Up and Go (TUG) and climb stairs test. In addition, participants answered questionnaires: falls recall, FES-I (fear of falling), IPAQ (level of physical activity) and Saint George (quality of life). **Results:** Lower limb muscle power did not present differences between groups ( $p > 0.05$ ). COPD groups presented worse performance in most functional tests compared to healthy individuals ( $p \leq 0.05$ ). The muscle power at SJ was associated with 6MWD ( $r = 0.48$ ), TUG ( $r = -0.47$ ), climb stairs test ( $r = -0.56$ ) and seat to stand test ( $r = 0.46$ ). The muscle power at CMJ was associated with climb stairs test ( $r = 0.48$ ). The falls number was associated with muscle power at SJ ( $r = -0.51$ ) and CMJ ( $r = -0.62$ ) ( $p < 0.05$ ). **Conclusion:** COPD patients did not present impairment relation to lower limb muscle power and the best performance in this capacity is associated to fast movement and low numbers of falls in this population.

**Keywords:** Rehabilitation, Mobility, Functionally, Muscular Strength, Locomotion.



## Introdução

As perspectivas indicam que a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) será a quarta maior causa de mortes no mundo em 2030 [1]. Na população acima de 40 anos, a prevalência registrada na Espanha foi de 10% [2], nos Estados Unidos 14% [3] e na cidade de São Paulo (Brasil) de 15,8% [4]. A DPOC é compreendida como uma limitação do fluxo aéreo permanente associada a respostas inflamatórias crônicas das vias aéreas e dos pulmões às partículas ou gases nocivos [5]. Esse processo gera redução da elasticidade pulmonar levando ao aprisionamento de ar e desencadeando dispneia crônica [5]. Além disso, é característica de pacientes com DPOC a diminuição da capacidade de participar de atividades físicas normais [6] e uma taxa elevada de quedas [7], sendo essa relacionada com o aumento da mortalidade [8]. Esse processo pode ser gerado pela perda de força muscular, também característico da doença [7–9].

Estudos relatam que em pacientes com DPOC ocorrem alterações morfológicas e bioquímicas na musculatura esquelética, como a diminuição de massa muscular, diminuição da força muscular nos membros inferiores [10], alterações no percentual do tipo de fibras [11] e atrofia de fibras tipo II [12], sendo causada por diversos fatores, como a própria redução da realização de atividades físicas [10]. Embora a diminuição da produção de força, em especial nos membros inferiores, seja estabelecida na literatura [10], o conhecimento sobre a redução da produção de potência muscular de membros inferiores nessa população é pouco explorado [9, 13]. Sugere-se que a capacidade de desenvolver potência muscular em idosos saudáveis está relacionada a respostas neuromusculares no controle da oscilação postural [14], além de ser importante para a realização de atividades diárias [15]. As alterações ocasionadas pela DPOC parecem ser semelhantes com as que ocorrem com o avanço da idade, porém em maior proporção. Compreender o efeito da DPOC sobre a capacidade de gerar potência muscular nos inferiores pode trazer informações importantes para explicar os níveis de quedas elevados nessa população [7] e a diminuição da capacidade de participar de atividades físicas normais [6].

Estudos com idosos saudáveis demonstram que a potência muscular está associada ao desempenho funcional, sendo destacada como importante variável para a realização de atividades de vida diária, como: subir escadas, caminhar, levantar de uma cadeira, além da relação com a redução do número de quedas [15]. Um estudo com idosos demonstrou

associações positivas entre a velocidade de caminhada e a capacidade de gerar potência muscular nos membros inferiores [16]. Além disso, estudos com treinamento em idosos mostraram melhoras em parâmetros de força máxima dinâmica, funcionalidade e equilíbrio quando realizado o treino de força em altas velocidades [17, 18]. Os estudos de Butcher et al. (2012) [9] e Hernández et al. (2016) [13] são um dos poucos estudos que exploraram a relação entre a capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores e o desempenho em testes funcionais em pacientes com DPOC, encontrando associações com testes funcionais e nível de atividade física [9, 13]. Um recente estudo com pacientes com DPOC utilizou saltos verticais (SV) para avaliar o comportamento da potência muscular de membros inferiores após um período de treinamento [19], essa é uma interessante estratégia utilizada em estudos com idosos saudáveis [17], visto que permite mensurar a potência muscular de membros inferiores na posição ortostática sem sobrecarga adicional. Diferente dos estudos anteriores [9, 13], avaliar a associação entre a capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores nos SV e parâmetros funcionais pode permitir um análise mais próxima das necessidades diárias do paciente pela forma e especificidade em que a avaliação de potência é realizada, podendo acrescentar uma forma fácil de avaliar a potência muscular de membros inferiores relacionada com desfechos clínicos e funcionais dos pacientes.

Tendo em vista a importância da capacidade de gerar potência muscular e o número reduzido de evidências sobre sua relação com os parâmetros funcionais em pacientes com DPOC, se faz necessário um estudo que busque entender esse comportamento nessa população. Além disso, a avaliação dessa capacidade sendo realizada por meio de SV acrescentar uma forma fácil de avaliar a potência muscular de membros inferiores relacionada com desfechos clínicos e funcionais dos pacientes. Sendo assim, os objetivos desse estudo foram comparar a capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores, capacidade funcional, número de quedas, preocupação em cair, nível de atividade física e a qualidade de vida de pacientes com DPOC em relação a pessoas saudáveis, além de avaliar as associações entre essas variáveis nos pacientes com DPOC. Baseado em estudos anteriores, nossa primeira hipótese foi que os pacientes com DPOC apresentariam desempenhos menores em relação a potência muscular de membros inferiores e parâmetros funcionais do que o grupo de pessoas saudáveis, nossa segunda hipótese foi que a potência muscular seria associada com os parâmetros funcionais nos pacientes com DPOC.

## **Métodos**

### ***Desenho do estudo***

Essa pesquisa foi um estudo transversal. A amostra foi constituída por 20 pacientes com DPOC e 16 pessoas saudáveis, pareados por sexo e idade. Os pacientes com DPOC foram recrutados no ambulatório de Pneumologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) e as pessoas saudáveis foram recrutadas na comunidade por meio de cartazes e redes sociais. Os pacientes com DPOC foram elegidos quando tinham o diagnóstico espirométrico de DPOC pela relação volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ) e capacidade vital forçada (CVF) ( $VEF_1.CVF^{-1} < 70\%$ ), segundo os critérios da Iniciativa Global para a DPOC (GOLD) [20], e apresentavam valores  $VEF_1$  menores ou iguais a 60% do previsto. O critério de elegibilidade para as pessoas saudáveis foi apresentar características como sexo e idade semelhantes aos integrantes do grupo DPOC. Os critérios de exclusão para os pacientes com DPOC foram: não conseguir realizar os testes; apresentar outras doenças respiratórias; doenças cardiovasculares significativas; osteoporose com risco de fratura; lesões ortopédicas; lesões neurológicas; outras malignidades que comprometessem o exercício; exacerbações dos sintomas da doença nas últimas quatro semanas antes da participação no estudo; estar em um programa de exercício físico nos últimos 6 meses. Os critérios de exclusão do grupo de pessoas saudáveis eram semelhantes ao dos pacientes, com o acréscimo dos seguintes itens: ter alguma doença respiratória e ter fumado nos últimos 3 meses. Os desfechos desse estudo foram a diferença de desempenho dos pacientes com DPOC em relação as pessoas saudáveis na potência muscular de membros inferiores e parâmetros funcionais, além da associação entre essas variáveis para o grupo de pacientes com DPOC. Antes de iniciar os testes, todos os participantes do estudo leram e assinaram o termo de consentimento livre esclarecido que explicava os objetivos e procedimentos que seriam realizados. Todas as dúvidas foram explicadas de forma oral aos participantes anteriormente à assinatura do documento. Esse estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa do HCPA (CAAE: 61461916.4.0000.5327) e está em conformidade com o Código de Ética da Associação Médica Mundial (Declaração de Helsínquia), impresso no British Medical Journal (18 de julho 1964).

### ***Procedimentos***

Os procedimentos de coletas foram descritos de forma abreviada para a compreensão da ordem em que foram realizadas as coletas de dados. As descrições detalhadas dos procedimentos foram colocadas no decorrer da sessão de métodos.

As avaliações foram realizadas em dois dias no Serviço de Pneumologia do HCPA. No primeiro dia, foi realizada a espirometria para as pessoas saudáveis que constituíam o grupo controle (GC). Para os pacientes com DPOC, os dados de espirometria, volumes e difusão pulmonar foram obtidos no prontuário. Em seguida, foi pedido que os pacientes indicassem o nível de dispneia na escala modificada *Medical Research Council* (MMRC). Nesse mesmo momento, foi aplicado os questionários de recordatório de quedas, o questionário escala de Escala de Eficácia de Quedas - Internacional (FES - I) e o Questionário Internacional de Atividade Física - versão curta (IPAQ) para compreender o número de quedas em um ano, o medo de cair e o nível de atividade física dos indivíduos, respectivamente. Logo após, foi realizado o teste de caminhada em velocidade autosseleccionada (VAS), velocidade máxima de caminhada em 10 metros, *Timed Up and Go* (TUG), teste de subir escada para avaliar o desempenho funcional. No final do primeiro dia, foi realizada a familiarização com os testes de equilíbrio e SV.

No segundo dia, foi respondido o Questionário Respiratório *Saint George* pelos pacientes com DPOC para avaliar a qualidade de vida desses indivíduos. Após isso, foram realizadas as medidas antropométricas. Em seguida, foram realizados os testes de equilíbrio, os testes de SV e o teste de sentar e levantar para avaliação de capacidade funcional e potência muscular de membros inferiores, respectivamente. Por fim, após descanso, foi realizado o teste de caminhada de 6 minutos (TC6) para os indivíduos do GC, finalizando as avaliações de capacidade funcional. Os valores do TC6 dos pacientes com DPOC foram obtidos no prontuário com os testes realizados pelo serviço do Serviço de Pneumologia. Anterior a sessão de testes, foi coletada a percepção subjetiva de recuperação (PSR). Além disso, antes e depois de cada tentativa dos testes, eram coletados valores de saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>), frequência cardíaca (FC), sensação de dispneia e cansaço nas pernas pela escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) para controle e segurança dos voluntários. Os indivíduos só poderiam realizar os testes caso a sensação de dispneia e cansaço estivessem menores ou iguais à moderada. Entre as duas visitas, houve um descanso de no mínimo 48 horas.

### ***Função pulmonar e variáveis clínicas***

*Função Pulmonar:* O teste de espirometria, volumes pulmonares e difusão de oxigênio foram realizados para caracterização da função pulmonar dos participantes do estudo. As variáveis mensuradas foram: CVF, VEF<sub>1</sub> e a relação VEF<sub>1</sub>. CVF<sup>-1</sup> [21], para o teste de espirometria; capacidade pulmonar total (CPT), volume residual (VR) e a relação VR.CPT<sup>-1</sup>, para o teste de volumes pulmonares; difusão de oxigênio corrigida pela hemoglobina (DLCOc), para o teste difusão de oxigênio. As variáveis foram expressas em valores absolutos e em relação ao previsto [22]. A severidade da doença nos pacientes com DPOC foi classificada de acordo com os critérios GOLD 2018 [20].

*MMRC:* A escala MMRC, que compreende uma numeração de 0 a 4, no qual 0 representa falta de ar apenas na prática de atividades físicas intensas e 4 a dispneia interfere na maioria das atividades de vida diária [23], foi utilizada para avaliação do nível de dispneia.

*SpO<sub>2</sub> e FC:* Foi utilizado o monitor de SpO<sub>2</sub> e FC portátil no dedo indicador da mão para as medidas. Os valores foram mensurados após o indivíduo ficar 5 minutos sentado em repouso.

*PSR e PSE:* A escala de PSR, que compreende uma numeração de 6 a 20, no qual 6 representava uma recuperação ruim e 20 uma recuperação total, foi utilizada para avaliação da sensação de recuperação. A PSE, que compreende uma numeração de 0 a 10, no qual 0 representa nenhum esforço e 10 um esforço exaustivo (máximo) [24], foi utilizada para avaliação da sensação de esforço relativas a sensação de dispneia e cansaço nos membros inferiores (PSEMI). Os valores de PSE dispneia e PSEMI foram mensuradas após o indivíduo ficar 5 minutos sentado em repouso.

### ***Antropometria***

A estatura e a massa corporal dos indivíduos foram mensuradas com uma balança analógica equipada com uma régua, a estatura foi medida sem calçados. Foram mensuradas com um plicômetro (Cescorf, Porto Alegre, BR) as dobras cutâneas (tríceps, subescapular, peitoral, axilar-média, supra ilíaca, abdominal, coxa e panturrilha). As medidas foram realizadas do lado direito do corpo. Cada medida foi realizada 2 vezes, caso houvesse uma diferença maior que 10% entre elas, era realizado uma terceira medida. A média entre as duas medidas mais próximas foi utilizada para análise. O comprimento de membro inferior (CMI)

foi mensurado pela distância do trocânter maior fêmur até o solo [25], os indivíduos avaliados estavam com seus calçados usuais. Foram calculados o IMC ( $\text{kg.m}^{-2}$ ), percentual de gordura com as fórmulas de Petroski (1995) e Siri (1961) (protocolo de 4 dobras cutâneas) [26], somatório das dobras cutâneas e percentual de massa muscular pela fórmula de Lee et al. (2000) [27].

### ***Potência muscular de membros inferiores***

A potência muscular foi analisada por meio de testes de SV. Anterior aos testes, o indivíduo realizava um aquecimento padrão que consistia em pedalar 2 minutos em uma bicicleta ergométrica à 60 rotações por minuto, sem carga adicional. Depois disso, o indivíduo realizava 1 tentativa de cada salto de forma submáxima para corrigir alguns erros no gesto e finalizar o aquecimento. No teste de salto *Squat Jump* (SJ), o indivíduo partiu da posição em pé, mãos no quadril, com o quadril e joelhos flexionados a aproximadamente  $90^\circ$ . Após o comando sonoro, o indivíduo saltou sem que ocorresse contra movimento dos membros inferiores anteriormente ao salto [28, 29] (Figura 1).

**\*\*\*INSERIR FIGURA 1 AQUI\*\*\***

No teste de salto *Counter Movement Jump* (CMJ), o indivíduo partiu da posição em pé com as mãos no quadril. Após o comando sonoro, o indivíduo realizou uma flexão (aproximadamente  $90^\circ$ ) de quadril e joelhos de forma rápida, seguida da extensão dessas articulações para a realização do salto [28, 29] (Figura 2).

**\*\*\*INSERIR FIGURA 2 AQUI\*\*\***

Cada indivíduo realizou 3 tentativas para cada salto de forma máxima. Foi dado 2 minutos de intervalo após o aquecimento. A ordem dos saltos foi randomizada no site [www.randomizer.org](http://www.randomizer.org). O indivíduo do GC realizou os saltos na mesma ordem de randomização do paciente no qual ele foi pareado. Foi utilizado 2 minutos de intervalo entre cada tentativa. Os saltos foram realizados sobre uma plataforma de contato medindo 100 x 60 cm sensível a pequenas pressões (*Jump System Pro* - Cefise, Nova Odessa, Brasil) que estava conectada a um computador portátil. O tempo do voo foi mensurado e a altura do salto foi calculada com base na fórmula:  $h = g.t^2.8^{-1}$ , no qual “h” é a altura, “g” é o valor da aceleração da gravidade e “t” é o tempo de voo [30]. Foram escolhidos os saltos SJ e CMJ de maior altura. O pico de potência foi calculado com base dos dados de altura de salto e massa corporal do indivíduo, esse valor foi normalizado pela massa corporal. Os valores de

contribuição de energia elástica (CAE) para o salto foram adquiridos por meio da relação percentual entre a altura do CMJ e a altura do SJ, sendo o  $CAE = 100 \cdot (\text{altura CMJ} / \text{altura SJ})^1$ , no qual a contribuição de energia elástica foi maior quando o resultado da divisão for maior que 100%, e menor quando o resultado da divisão for menor que 100% [31]. Essa avaliação foi realizada tendo em vista que nas atividades diárias, como na locomoção humana, são realizadas contrações excêntricas seguidas de contrações concêntricas [32, 33] que, dependendo da velocidade de execução dos movimentos [34], é possível armazenar e posteriormente reutilizar a energia mecânica armazenada nos componentes elásticos na transição entre os tipos de contração. Assim, a qualidade do CAE pode ser associada a capacidade funcional dos pacientes e foi avaliada em nosso estudo.

### ***Testes Funcionais***

*TC6:* Os indivíduos foram instruídos a percorrer caminhando o mais rápido possível o trajeto linear entre os cones com distância de 25 metros durante 6 minutos, sendo instruído a parar no local ao término de 6 minutos. Caso o indivíduo terminasse no meio do trajeto, a distância restante era mensurada com uma fita métrica e somada a distância total [35, 36]. Foi realizado uma tentativa no teste. A distância total percorrida foi utilizada como medida de desempenho.

*VAS de caminhada e Índice de Reabilitação Locomotor (IRL):* Os indivíduos foram instruídos a percorrer a distância de 15 metros entre os cones caminhando a uma velocidade confortável [37], sendo instruído a começar o teste 2 metros antes e desacelerar após 2 metros do último cone. Foi realizado 3 tentativas do teste, sendo utilizada a média do tempo entre as 2 tentativas mais próximas. Esse procedimento foi adotado para não contabilizar tentativas que não caracterizassem a VAS de caminhada do indivíduo. Foi utilizado 2 minutos de intervalo entre cada tentativa. Com os dados de distância e tempo foram calculados a velocidade média no percurso. Foi realizado o cálculo IRL por meio da razão entre a VAS de caminhada pela velocidade ótima de caminhada (VOC) expressa em valores percentuais. A VOC foi calculada a partir da fórmula  $VOC = \sqrt{Fr \cdot g \cdot CMI}$ , no qual o número de *Froude* (Fr) é 0,25 e representa a velocidade mais econômica de caminhada, “g” é  $9.81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  e representa a aceleração da gravidade atuando sobre o corpo, e o CMI de cada indivíduo. A partir do valor de VOC foi calculado a IRL pela fórmula  $IRL = 100 \cdot VAS \text{ de caminha} \cdot VOC^{-1}$  [25].

*Velocidade de 10 metros de caminhada:* O indivíduo era instruído a percorrer a distância de 10 metros entre os cones caminhando o mais rápido possível, sendo orientado a começar o teste 2 metros antes e desacelerar após 2 metros do último cone [16, 38]. Foi utilizado um cronômetro para mensura o tempo das 3 tentativas, sendo escolhida para análise a de menor tempo. Com os dados de distância e tempo foram calculados a velocidade média no percurso. Foi utilizado 2 minutos de intervalo entre cada tentativa.

*TUG:* O indivíduo iniciou sentado em uma cadeira confortável. Após o comando sonoro, sem o auxílio dos braços, levantou da cadeira, percorreu uma distância de 3 metros caminhando para contornar o cone que estava a sua frente e voltou em direção a cadeira para sentar sem o apoio dos braços. [9, 39]. O indivíduo foi instruído a realizar a primeira tentativa na VAS (confortável) e depois 3 tentativas o mais rápido possível. Foi utilizado um cronômetro para mensura o tempo, sendo escolhida para análise a tentativa na VAS e a de menor tempo realizado em velocidade máxima. Foi utilizado 2 minutos de intervalo entre cada tentativa.

*Subir escadas:* O indivíduo foi instruído a subir caminhando um lance de escadas com 10 degraus. O indivíduo foi encorajado a segurar no corrimão caso entendesse que era necessário o uso para fins de segurança. O indivíduo foi instruído a realizar a primeira tentativa na VAS (confortável) e depois 3 tentativas o mais rápido possível [9, 40, 41]. Foi utilizado um cronômetro para mensural o tempo, sendo escolhida para análise a tentativa na VAS e a de menor tempo realizado em velocidade máxima. Foi utilizado 2 minutos de intervalo entre cada tentativa.

*Sentar e levantar:* O indivíduo iniciou sentado em uma cadeira confortável. Após o comando sonoro, sem o auxílio dos braços, levantou da cadeira, ficou com o corpo ereto e, em seguida, sentou na cadeira. O indivíduo sentou e levantou da cadeira o máximo de vezes que conseguiu no período de 30 segundo. Foi contabilizado o número de vezes que indivíduo conseguiu sentar e levantar. [9, 42]. Foi realizado uma tentativa, sendo essa realizada o mais rápido possível.

*Equilíbrio em uma perna:* O indivíduo foi instruído a cruzar os membros superiores sobre o peito e ficar apoiado sobre o membro inferior dominante. O teste foi realizado sem calçado. O membro inferior que estava fora de contato com o solo ficou próximo ao tornozelo do membro de apoio sem encostar. Para a avaliação com os olhos abertos, foi pedido que o indivíduo fixasse o olhar em um ponto demarcado na parede na altura dos seus



olhos. Para a avaliação com os olhos fechados, foi pedido que o indivíduo permanecesse com os olhos fechados durante a realização do teste. O tempo de permanência em que o indivíduo ficou apoiado sobre um membro inferior foi mensurado com um cronômetro. A contagem do tempo iniciou quando o indivíduo elevou um dos membros inferiores do solo. O término da contagem de tempo ocorreu com a observação dos seguintes critérios: 1) Usou os membros superiores para o equilíbrio (descruzou os membros superiores); 2) Levantou o membro inferior para o equilíbrio (mudou para perto ou para longe do tornozelo do membro de apoio); 3) Girou o pé do membro inferior de apoio como auxílio no equilíbrio; 4) Passou um tempo máximo de 45 segundos; 5) Abriu os olhos na avaliação com os olhos fechados. Cada indivíduo realizou 3 tentativas para cada avaliação [36, 43]. Foi utilizado 1 minuto de intervalo entre cada tentativa. A ordem das formas de realização do teste foi randomizada pelo site [www.randomizer.org](http://www.randomizer.org). O indivíduo do GC realizou o teste na mesma ordem de randomização do paciente no qual ele foi pareado. Foi escolhido o maior tempo entre as 3 tentativas para o teste com os olhos abertos e para o teste com olhos fechados.

### ***Questionários***

*Recordatório de quedas:* O indivíduo foi questionado em relação ao número de quedas ocorridas no período de um ano anterior ao dia da avaliação. Ele deveria relatar se havia caído e o número de vezes que isso tinha ocorrida nesse período [44]. A queda foi considerada a situação em que o indivíduo se encontrou no chão após um evento inesperado [45]. O número de quedas foi apresentado em relação ao período de 1 ano [44, 45].

*FES – I:* O indivíduo foi instruído a responder o FES – I. Esse questionário serviu para caracterizar a preocupação em que o indivíduo tinha com o risco de cair ao realizar 16 atividades [36, 44, 45]. Os escores das respostas iam de 1 a 4. A pontuação final poderia ser de 16 pontos, representando ausência de preocupação, até 64 pontos, representando extrema preocupação com a possibilidade de cair [36, 44, 45]. A pontuação final foi utilizada para análise.

*IPAQ:* O indivíduo foi instruído a responder o IPAQ. O tempo em atividade física medida com essa ferramenta apresenta associação com a atividade física mensurada por pedômetros em pacientes com DPOC ( $r = 0,40$ ,  $p = 0,03$ ) [46]. Esse questionário permitiu estimar o tempo semanal gasto em atividades físicas de diferentes intensidades [46, 47]. Foi

calculado o tempo semanal gasto em diferentes atividades físicas. O tempo foi utilizado para análise [46, 47].

*Questionário Respiratório Saint George:* Para avaliar a qualidade de vida do paciente com DPOC foi utilizado questionário respiratório *Saint George*. O indivíduo foi instruído a responder o questionário respiratório *Saint George* para compreendermos os aspectos relacionados a sintomas, atividades e impactos psicossociais na vida dos pacientes com DPOC. [48, 49]. Os pontos de cada resposta foram somados por sessão e representaram o comportamento do paciente em relação a determinado aspecto.

### **Análise estatística**

Para o cálculo do tamanho da amostra foi utilizado o programa *Winpepi*, versão 11.43, considerando poder de 80%, nível de significância de 5%. Para as comparações entre os grupos DPOC (GDPOC) e controle (GC) foi utilizado o estudo de Beauchamp et al. (2012) [50], no qual foram obtidos os valores dos desvios-padrões dos grupos (GDPOC:  $0,44\text{N.m.kg}^{-1}$ ; GC:  $0,40\text{ N.m.kg}^{-1}$ ) para a variável pico de torque dos extensores de joelho normalizada pela massa corporal e a diferença entre a média dos grupos para essa variável ( $0,44\text{N.m.kg}^{-1}$ ). O tamanho mínimo amostral para as comparações foi de 15 indivíduos para cada grupo. Para as correlações foi utilizado o estudo de Butcher et al. (2012) [9], no qual foi obtido o valor de correlação de 0,60 entre o pico de torque dos extensores de joelho obtidos em um dinamômetro isocinético na velocidade de  $270^{\circ}.\text{s}^{-1}$  e o tempo para realização do teste de TUG. Com isso, o tamanho mínimo amostral para as correlações foi de 20 indivíduos para o GDPOC. Para análise estatística dos dados foi utilizado o programa SPSS, versão 22.0 (IBM, Chicago, EUA). A estatística descritiva com média e desvio-padrão foi utilizada para apresentação dos valores descritivos das variáveis. O intervalo de confiança (IC) da diferença foi apresentado. A normalidade e a homogeneidade dos dados foram verificadas a partir dos testes de *Shapiro-Wilk* e de *Levene*, respectivamente. Para as comparações entre os pacientes com DPOC e indivíduos controles, foi utilizado o teste T para amostras independentes quando os dados eram paramétricos e o teste U de *Mann-Whitney* para os dados não paramétricos. Foi realizado o teste de correlação produto-momento de *Pearson*, para dados paramétricos, e *Spearman*, para dados não paramétricos, a fim de verificar a relação entre as variáveis obtidas nos testes potência musculares e os parâmetros funcionais. Foram utilizadas as seguintes avaliações qualitativas em relação ao nível de correlação:  $r = 0$  foi considerada nula, entre 0 e

0,3 fraca, 0,3 e 0,6 regular, 0,6 e 0,9 forte, 0,9 e 1 muito forte e 1 plena [51]. O nível de significância adotado foi de  $p \leq 0,05$ .

## Resultados

Os valores descritivos são respectivos ao GDPOC (n = 20), GDPOC (n = 16) e GC (n = 16). As comparações apresentadas são respectivas ao GDPOC (n = 16) e o GC (n = 16), sendo esses pareados por sexo e idade. As correlações foram realizadas para o GDPOC (n = 20).

### *Função pulmonar e variáveis clínicas*

Observamos na tabela 1 que os pacientes com DPOC apresentaram valores médios para o teste de espirometria menores significativamente do que o GC ( $p < 0,05$ ). A maioria dos pacientes com DPOC foram classificados como GOLD estágio III. A pontuação média na escala MMRC foi maior significativamente para o GDPOC em relação ao GC (GDPOC:  $2,06 \pm 0,77$  vs. GC:  $0,06 \pm 0,25$ ,  $p < 0,01$ ). A  $SpO_2$  foi menor significativamente para o GDPOC em relação GC (GDPOC:  $94,00 \pm 2,88\%$  vs. GC:  $96,13 \pm 1,63\%$ ,  $p = 0,02$ ; GDPOC:  $94,00 \pm 2,58\%$  vs. GC:  $96,19 \pm 2,07\%$ ,  $p = 0,01$ ), por outro lado a FC de repouso nos dois dias não apresentou diferença entre os grupos ( $p > 0,05$ ). De acordo com a escala de PSR, o GDPOC apresentou menor recuperação significativa no repouso em relação ao GC (GDPOC:  $15,44 \pm 2,73$  vs. GC:  $18,19 \pm 1,83$ ,  $p = 0,03$ ; GDPOC:  $15,19 \pm 2,40$  vs. GC:  $19,13 \pm 1,31$ ,  $p < 0,01$ ). A PSE de dispneia em repouso foi maior significativamente para o GDPOC apenas no segundo dia (GDPOC:  $0,81 \pm 1,20$  vs. GC:  $0,00 \pm 0,00$ ,  $p = 0,02$ ). A PSEMI em repouso não apresentou diferença significativa entre os grupos ( $p > 0,05$ ).

**\*\*\*INSERIR TABELA 1 AQUI\*\*\***

### *Antropometria*

Podemos observar na tabela 2 que o GDPOC apresentou quantidades próximas entre pacientes do sexo masculino e feminino. A idade não apresentou diferença significativa entre os grupos ( $p > 0,05$ ). A maioria das variáveis antropométricas não apresentaram diferenças significativas entre os grupos ( $p > 0,05$ ), com exceção as variáveis respectivas a gordura corporal. O GDPOC apresentou menores valores significativos no somatório de 8 dobras

cutâneas (GDPOC:  $147,51 \pm 54,10\text{mm}$  vs. GC:  $225,32 \pm 54,79\text{mm}$ ,  $p < 0,01$ ) e % gordura (GDPOC:  $27,24 \pm 6,52\%$  vs. GC:  $34,31 \pm 4,30\%$ ,  $p < 0,01$ ) em relação ao GC.

**\*\*\*INSERIR TABELA 2 AQUI\*\*\***

### ***Potência muscular de membros inferiores***

Na figura 3 é possível observar que a altura e a potência nos saltos SJ e CMJ não apresentaram diferença significativas entre os grupos ( $p > 0,05$ ). Em relação a comparação do CAE, no qual foi utilizado 16 indivíduos no GDPOC e 16 indivíduos no GC pareados por sexo e idade, também não apresentou diferença significativa entre os grupos (GDPOC:  $105,37 \pm 11,02\%$  vs. GC:  $104,06 \pm 9,40\%$ ,  $p = 0,45$ ). O valor encontrado do CAE para o GDPOC com 20 indivíduos foi igual a  $107,18 \pm 13,67\%$ .

**\*\*\*INSERIR FIGURA 3 AQUI\*\*\***

### ***Testes Funcionais e Questionários***

Os resultados demonstrados na tabela 3 indicam que o GDPOC apresentou menor desempenho significativo na maioria dos testes funcionais em relação ao GC ( $p < 0,05$ ). A variável tempo de equilíbrio com os olhos fechados não apresentou diferença significativa entre os grupos ( $p > 0,05$ ). A quantidade de quedas no último ano não apresentou diferença significativa entre os grupos ( $p > 0,05$ ), de forma contrária a pontuação no questionário FES-I, que mensura o medo de cair, foi maior significativamente no GDPOC do que no GC (GDPOC:  $26,13 \pm 6,64$  vs. GC:  $18,94 \pm 3,30$ ,  $p < 0,01$ ). O nível de atividade física mensurada pelo IPAQ não apresentou diferença significativa entre os grupos em nenhuma das sessões do questionário ( $p > 0,05$ ).

**\*\*\*INSERIR TABELA 3 AQUI\*\*\***

### ***Associações com a altura e potência muscular nos SV***

Na tabela 4 são apresentados os valores referentes a associação entre as variáveis dos SV com o desempenho nos testes funcionais de pacientes com DPOC. A altura e potência no salto SJ foram associadas significativamente com distância no TC6 de forma regular e positiva (Altura:  $r = 0,48$ ,  $p = 0,03$ ; Potência:  $r = 0,48$ ,  $p = 0,03$  (Figura 4 – A)), com o tempo no teste TUG em máxima velocidade de forma regular e negativa (Altura:  $r = -0,48$ ,  $p = 0,03$ ; Potência:  $r = -0,47$ ,  $p = 0,04$ ), com o tempo no teste subir escada em máxima velocidade de forma regular e negativa (Altura:  $r = -0,58$ ,  $p = 0,01$ ; Potência:  $r = -0,56$ ,  $p = 0,01$  (Figura 4 - C)) e com as repetições no teste de sentar e levantar de forma regular e positiva (Altura:  $r = 0,48$ ,  $p = 0,03$ ; Potência:  $r = 0,46$ ,  $p = 0,04$ ). A altura no salto CMJ foi associada

significativamente com a velocidade no teste caminhada de 10 metros ( $r = 0,45$ ,  $p = 0,05$ ) de forma regular e positiva e com o tempo no teste de subir escada em máxima velocidade de forma regular e negativa ( $r = -0,51$ ,  $p = 0,02$ ). A potência no salto CMJ foi associada significativamente com o tempo no teste de subir escada em máxima velocidade de forma regular e negativa ( $r = -0,48$ ,  $p = 0,03$  (Figura 4 - D)). O CAE não apresentou associação significativa com o desempenho nos testes funcionais ( $p > 0,05$ ).

**\*\*\*INSERIR TABELA 4 AQUI\*\*\***

As associações significativas regulares e negativas entre a altura e a potência no salto SJ com número de quedas no último (Altura:  $r = -0,51$ ,  $p = 0,02$ ; Potência:  $r = -0,51$ ,  $p = 0,02$  (Figura 4 - E)) são apresentadas na tabela 5. A altura e potência do salto CMJ também foram associadas significativamente de forma negativa com número de quedas no último ano, essas associações foram fortes (Altura:  $r = -0,62$ ,  $p < 0,01$ ; Potência:  $r = -0,62$ ,  $p < 0,01$  (Figura 4 - F)). O CAE foi associado significativamente de forma regular e negativo com o tempo em atividades intensas mensurada pelo IPAQ ( $r = -0,46$ ,  $p = 0,05$ ).

**\*\*\*INSERIR FIGURA 4 AQUI\*\*\***

**\*\*\*INSERIR TABELA 5 AQUI\*\*\***

## **Discussão**

Os objetivos desse estudo foram comparar a capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores, capacidade funcional, número de quedas, preocupação em cair, nível de atividade física e a qualidade de vida de pacientes com DPOC em relação a pessoas saudáveis, além de avaliar as associações entre essas variáveis nos pacientes com DPOC. Os resultados indicam que os pacientes com DPOC apresentam a capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores avaliada por meio de SV semelhante a pessoas saudáveis, entretanto, na maioria dos testes funcionais, os pacientes com DPOC apresentaram piores desempenhos do que as pessoas saudáveis. A capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores avaliada por meio de SV foi associada de maneira regular principalmente com testes funcionais realizados em máxima velocidade, além disso, a potência muscular foi associada de maneira forte e negativa com o número de quedas dos pacientes com DPOC, não sendo relacionada diretamente com o nível de atividade física e os impactos específicos que a doença causa na vida do paciente. Durante os testes de SV não houve intercorrência em

nenhum dos indivíduos dos grupos avaliados, o que é ponto positivo a ser destacado, visto que a fragilidade dos pacientes com DPOC é característico da doença.

Os pacientes com DPOC apresentaram valores médios para relação  $VEF_1.CVF^{-1}$  inferiores a 70%, confirmando a presença de uma limitação permanente nas vias aéreas [20]. Os valores médios para  $VEF_1$  % do previsto ficaram em  $39,98 \pm 11,69\%$  (GDPOC,  $n = 20$ ) e  $41,41 \pm 12,53\%$  (GDPOC,  $n = 16$ ), sendo a maioria dos pacientes classificados como GOLD estágio III – severo [20]. As pessoas saudáveis do GC apresentaram valores normais para as variáveis analisadas no teste de espirometria. A pontuação média na escala MMRC ficou em  $2,20 \pm 0,83$  e  $2,06 \pm 0,77$ , indicando influência da dispneia na caminhada [23]. A  $SpO_2$  em repouso dos pacientes com DPOC foi inferior ao grupo de pessoas saudáveis nos dois dias de testes (GDPOC:  $94,00 \pm 2,88\%$  vs. GC:  $96,13 \pm 1,63\%$ ,  $p = 0,02$ ; GDPOC:  $94,00 \pm 2,58\%$  vs. GC:  $96,19 \pm 2,07\%$ ,  $p = 0,01$ ), característico da doença respiratória. Esse resultado é semelhante ao encontrado em outro estudo com essa população  $94 \pm 30\%$  [52]. De acordo com a escala de PSR, o GDPOC apresentou menor recuperação significativa no repouso em relação ao GC nos dois dias (GDPOC:  $15,44 \pm 2,73$  vs. GC:  $18,19 \pm 1,83$ ,  $p = 0,03$ ; GDPOC:  $15,19 \pm 2,40$  vs. GC:  $19,13 \pm 1,31$ ,  $p < 0,01$ ). Pensamos que seria ideal que ambos os grupos apresentassem o mesmo estado de recuperação, porém supomos que a dificuldade de respirar dos pacientes com DPOC dificulte a sensação subjetiva de recuperação total. Com relação a PSEMI em repouso, não foi encontrada diferença significativa entre os grupos ( $p > 0,05$ ). Esse resultado sugere que ambos os grupos iniciaram os testes com cansaço semelhante nos membros inferiores, sendo um marcador importante de controle, visto que os testes foram realizados sempre utilizando os membros inferiores.

Nossa primeira hipótese era de que os pacientes com DPOC apresentariam desempenhos menores em relação a potência muscular de membros inferiores e parâmetros funcionais do que o grupo de pessoas saudáveis. Com relação a capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores, nossa primeira hipótese foi negada. Nós acreditávamos que, pelo fato de estudos anteriores indicarem que pacientes com DPOC apresentam alterações morfológicas como a diminuição de massa muscular, atrofia de fibras tipo II [12], menor área de secção transversa muscular [53] e a própria diminuição de força máxima dos extensores de joelho em relação a indivíduos saudáveis [53], os pacientes com DPOC teriam os mecanismos de geração de potência muscular prejudicados, tendo em vista que a potência muscular é resultado da capacidade de gerar de força em altas velocidades [54]. Entretanto, nossos

resultados demonstraram que os pacientes com DPOC não apresentam diferença significativa em relação a pessoas saudáveis quando a potência muscular de membros inferiores é mensurada por meio de SV ( $p > 0,05$ ), sugerindo uma preservação na capacidade de gerar força em altas velocidades. Supomos 3 fatores que possam explicar esse resultado: 1) Os mecanismos ligados a velocidade de transmissão dos estímulos neurais para a contração muscular dos pacientes com DPOC estejam preservados (os limiares, a sincronização e a frequência de disparo das unidades motoras [55, 56]), visto que a força máxima parece ser reduzida nessa população [53] junto às alterações musculares estruturais, como a menor área de secção transversa muscular [53] e a diminuição de massa muscular [12]; 2) O percentual de massa muscular entre os grupos não apresentou diferença significativa ( $p > 0,05$ ) (Tabela 2), sendo uma possível explicação para conservação de força e, por consequência, potência muscular nesse grupo de pacientes; 3) Outro fator que pode explicar a conservação de potência muscular de membros inferiores em paciente com DPOC foi a quantidade semelhante de atividade física realizada entre os grupos ( $p > 0,05$ ). O estudo recente de Hernández et al. (2016) [13] demonstrou que a potência muscular de membros inferiores está associada de forma positiva com o tempo de atividade física leve realizado por dia em pacientes homens com DPOC ( $r = 0,52$ ,  $p < 0,01$ ), sendo um preditor mais importante na realização de atividades diárias do que a força máxima [13]. Assim, a conservação de potência muscular pode ter ocorrido devido ao nível de atividade física realizada pelos pacientes com DPOC ser semelhante as pessoas saudáveis do GC, indo ao encontro da teoria de que a redução da realização de atividades físicas nessa população seja uma possível explicação para as alterações musculares [10].

Com relação ao desempenho dos pacientes com DPOC nos parâmetros funcionais em relação ao grupo de pessoas saudáveis, nossa primeira hipótese foi aceita para maioria dos testes funcionais. É sugerido que a disfunção dos músculos que atuam na locomoção (quadríceps) seja a maior causa de incapacidade ao exercício [57]. Dentre os testes que avaliam a funcionalidade por meio da caminhada, o TC6 é o mais utilizado com pacientes com DPOC [58], mensurando a distância percorrida em 6 minutos e predizendo a capacidade aeróbica [35]. Nossos resultados estão de acordo com estudos prévios com essa população [40, 53, 59–62], encontrando uma menor distância significativa para o grupo de pacientes com DPOC em relação a pessoas saudáveis (GDPOC:  $406,88 \pm 74,57\text{m}$  vs. GC:  $579,78 \pm 65,94\text{m}$ ,  $p < 0,01$ ), demonstrando a limitação da capacidade aeróbica característica do

paciente com DPOC. O teste de caminhada na VAS e o IRL também são importantes marcadores de funcionalidade, permitindo avaliar o comportamento dos mecanismos minimizadores do gasto energético na locomoção [25, 63]. No presente estudo, os desempenhos do GDPOC em ambas as variáveis foram piores em relação as pessoas saudáveis (VAS de caminhada - GDPOC:  $4,27 \pm 0,83\text{km.h}^{-1}$  vs. GC:  $4,82 \pm 0,45\text{km.h}^{-1}$ ,  $p < 0,01$ ; IRL - GDPOC:  $81,27 \pm 14,37\%$  vs. GC:  $91,34 \pm 9,19\%$ ,  $p = 0,05$ ). De acordo com Sanseverino et al. (2017) [64], os pacientes com DPOC optam por uma VAS de caminhada com a sensação de dispneia tolerável, sendo assim, em nosso estudo, o grupo de pessoas com DPOC pode ter escolhido caminhar em uma VAS menor e, de acordo com o IRL [25], com um custo de transporte mais elevado em relação ao grupo de pessoas saudáveis pela menor sensação de dispneia. Esse comportamento também ocorreu nas avaliações com movimentos diferentes da caminhada, como o teste de subir escada e o TUG realizados na VAS, com o GDPOC apresentando pior desempenho em relação ao GC ( $p < 0,05$ ) (Tabela 3).

Quando o teste de caminhada foi realizado em velocidade máxima na distância de 10 metros, o GDPOC também apresentou pior desempenho significativo (GDPOC:  $5,93 \pm 0,62\text{km.h}^{-1}$  vs. GC:  $6,98 \pm 0,84\text{km.h}^{-1}$ ,  $p < 0,01$ ). A velocidade máxima de caminhada é um marcador relacionado a sobrevivência, quedas e hospitalização em idosos [65], sofrendo influência da idade mais do que a velocidade confortável [66]. Como os pacientes do nosso estudo foram pareados por idade com as pessoas saudáveis, parece que há também influência negativa da doença em movimentos realizados em altas velocidades. Ao encontro disso, nos testes de TUG, subir escadas e sentar e levantar, realizados em velocidade máxima, os pacientes com DPOC apresentaram pior desempenho (TUG - GDPOC:  $7,20 \pm 0,89\text{s}$  vs. GC:  $6,48 \pm 0,97\text{s}$ ,  $p = 0,04$ ; Subir escadas - GDPOC:  $4,29 \pm 0,56\text{s}$  vs. GC:  $3,50 \pm 0,42\text{s}$ ,  $p < 0,01$ ; Sentar e levantar - GDPOC:  $11,69 \pm 2,94\text{rep}$  vs. GC:  $13,81 \pm 1,94\text{rep}$ ,  $p = 0,02$ ). Semelhante aos testes de SV, essas avaliações exigem uma maior contribuição de potência muscular. De acordo com os resultados do nosso estudo, a potência muscular de membros inferiores não foi afetada pela doença no grupo de pacientes, assim o que pode explicar o pior desempenho em movimentos rápidos dos pacientes com DPOC nos testes funcionais seria o fato dessas avaliações serem realizadas com movimentos repetidos, visto que quando expostos a situações dinâmicas repetidas, a necessidade ventilatória dos pacientes com DPOC é aumentada [67, 68], logo a dispneia pode ser o principal fator de interferência, mesmo que os gestos sejam realizados em curto espaço de tempo.



Nossa segunda hipótese era que a potência muscular mensurada por meio de SV seria associada com os parâmetros funcionais nos pacientes com DPOC. Nós acreditávamos que essa relação ocorreria pelos seguintes fatores: 1) Estudos com pacientes com DPOC e idosos saudáveis demonstraram que a maior capacidade de gerar potência muscular está relacionada com o desempenho em testes funcionais e tempo em atividade física [9, 13, 16]; 2) Estudos com treinamento com saltos em idosos saudáveis demonstraram melhoras em testes funcionais e equilíbrio [17, 18]. Nossos resultados sugerem que a potência muscular de membros inferiores está mais associada a testes funcionais realizados em máxima velocidade, não sendo relacionada com os testes realizados em VAS. Os testes TUG, subir escadas e sentar e levantar realizados em velocidade máxima foram associados de maneira regular com a potência no salto SJ (TUG máximo:  $r = -0,47$ ,  $p = 0,04$ ; Subir escadas máximo:  $r = -0,56$ ,  $p = 0,01$ ; Sentar e levantar:  $r = 0,46$ ,  $p = 0,04$ ) e o teste de subir escadas em máxima velocidade com a potência no salto CMJ ( $r = -0,48$ ,  $p = 0,03$ ). Esses resultados eram esperados devido aos gestos funcionais exigirem grande contribuição de força dos extensores de joelho e serem realizados em máxima velocidade, semelhante aos saltos. Nossos achados concordam com os resultados prévios de Butcher et al. (2012) [9], no qual foram encontradas associações fortes entre o pico de torque dos extensores de joelho mensurada a  $180^\circ \cdot s^{-1}$  no dinamômetro isocinético e o desempenho nos testes de TUG ( $r = -0,79$ ,  $p < 0,01$ ), potência no teste de subir escada ( $r = 0,75$ ,  $p < 0,05$ ) e sentar e levantar ( $r = 0,67$ ,  $p < 0,05$ ) realizados em máxima velocidade em paciente com DPOC [9]. Tendo em vista que o salto SJ avalia a potência muscular proveniente das contrações concêntricas e o CMJ a potência muscular acrescida da energia armazenada nos componentes elásticos [69], parece que o ciclo-alongamento-encurtamento é pouco utilizado nessas atividades, reforçada pela não associação com o CAE.

A associação entre a potência do salto SJ e a distância percorrida no TC6 ( $r = 0,48$ ,  $p = 0,03$ ) foi semelhante a encontrada em outro estudo que avaliou essa relação em pacientes com DPOC ( $r = 0,40$ ,  $p = 0,01$ ) [13]. Diferente dos testes funcionais anteriores, o TC6 é um teste funcional que prediz potência aeróbica, sendo um marcador de condicionamento ligado diretamente às limitações da DPOC. Sabendo que os resultados da correlação não indicam causa e efeito, não podemos afirmar a participação da potência muscular no condicionamento aeróbico. Acreditamos que os indivíduos com pior condicionamento aeróbico sejam os mais afetados pela doença e suas limitações diárias, fazendo com que a potência muscular de membros inferiores seja menor nesses pacientes pelo impacto diário produzido pela DPOC,

contribuindo para a atrofia e perda de força dos músculos, logo ocasionando um ciclo vicioso que causa mais inatividade física, atrofia e disfunção muscular esquelética [13].

O equilíbrio estático do paciente com DPOC parece sofrer influência da doença, visto um menor desempenho significativo encontrado com relação ao GC quando o teste de equilíbrio foi realizado de olhos abertos (GDPOC:  $32,67 \pm 15,67s$  vs. GC:  $43,09 \pm 7,64s$ ,  $p = 0,04$ ), não encontrando diferença significativa no teste realizado com os olhos fechados ( $p > 0,05$ ). Esse resultado é semelhante a outro estudo que utilizou o mesmo protocolo de avaliação com os olhos abertos em pacientes com DPOC, porém diferente para o teste realizado sem a utilização da visão [70]. A interação entre o sistema vestibular, somatossensorial e visual determina o controle postural [7]. O resultado semelhante entre os grupos nos testes realizados com os olhos fechados pode ter ocorrido pela grande importância do sistema visual para o equilíbrio, fazendo com que os grupos apresentassem desempenhos semelhantes, sobressaindo aos prejuízos causados pela doença. Hipostenizávamos que a potência muscular dos membros inferiores seria relacionada com o equilíbrio nos pacientes pelas evidências demonstrarem uma melhora em aspectos de equilíbrio quando idosos saudáveis participaram de um programa de treinamento com exercício para melhora da potência muscular [18], sugerindo um via única entre as capacidades [71], entretanto a potência muscular de membros inferiores não foi associada com o equilíbrio em pacientes com DPOC ( $p > 0,05$ ). A revisão sistemática de Porto et al. (2015) [8], concluiu que a diminuição de controle postural é associada a inatividade física, fraqueza muscular, idade avançada, necessidade de suplementação de oxigênio e mobilidade limitada [8]. Esses outros aspectos podem ter uma importância maior para o equilíbrio estático nessa população do que a capacidade de gerar potência muscular, tendo em vista a não associação entre as variáveis.

Além das alterações de força e funcionalidade no paciente com DPOC, é também relatado uma taxa elevada de quedas nessa população [7]. Evidências sugerem uma maior prevalência e incidência de quedas em comparação a valores relatados em idosos sem a doença [45], entretanto, em nosso estudo, não foi encontrada diferença significativa para o número de quedas em um ano entre o GDPOC e o GC ( $p > 0,05$ ), resultado semelhante a outro estudo que realizou essa comparação [61]. A conservada capacidade de gerar potência muscular nos membros inferiores no GDPOC pode ser a causa para não haver diferença do número de quedas entre os grupos, tendo em vista que há relação entre diminuição da capacidade de realizar movimentos de alta velocidade e o atraso nas respostas a quedas [15,

72]. A forte associação negativa entre a capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores nos saltos e o número de quedas em um ano no GDPOC (SJ -  $r = -0,62$ ,  $p < 0,01$ ; CMJ -  $r = -0,62$ ,  $p < 0,01$ ) reforça esse argumento. Com relação ao medo de cair, os fatores ligados a DPOC parecem aumentar o receio que um evento de queda ocorra (FES-I - GDPOC:  $26,13 \pm 6,64,10$  vs. GC:  $18,94 \pm 3,30$ ,  $p < 0,01$ ), porém, diferente do número de quedas, não parece ter relação com a capacidade de gerar potência muscular avaliada por SV ( $p > 0,05$ ). Assim sendo, a potência muscular parece não ter relação com o aumento do medo de cair nesses pacientes, entretanto a conservação da capacidade de gerar potência muscular nos membros inferiores parece ter papel fundamental para a vida do paciente com DPOC, visto a relação com o número de quedas, um importante marcador ligado ao aumento de mortalidade [8].

Outro importante marcador ligado a mortalidade dos pacientes com DPOC é o nível de atividade física [73]. Nossos resultados não indicaram diferença significativa no nível de atividade física entre os grupos ( $p > 0,05$ ). O estudo de Parada et al. (2011) [74] encontrou diferença em todas as sessões do questionário IPAQ entre pacientes com DPOC e pessoas saudáveis, com exceção do domínio de atividade intensa [74]. Diferente desse estudo, o critério de inclusão para os indivíduos de ambos os grupos da nossa pesquisa era não estar em um programa de atividade física nos últimos 6 meses, assim esse fator pode ter feito com que o nível de atividade física fosse semelhante entre pacientes com DPOC e os indivíduos saudáveis. Com relação as associações, nenhuma das sessões do IPAQ foram relacionadas significativamente com a potência muscular de membros inferiores em pacientes com DPOC ( $p > 0,05$ ), parecendo não haver uma relação direta entre essas variáveis. Esse resultado não concorda com os achados de Hernández et al. (2016) [13], que demonstraram uma associação positiva regular entre a potência muscular de membros inferiores com o tempo de atividade física leve realizada em pacientes com DPOC ( $r = 0,52$ ,  $p = 0,001$ ). No estudo de Hernández et al. (2016) [13] foram utilizados acelerômetros para mensurar o tempo em atividade física, enquanto em nosso estudo foi utilizado o questionário IPAQ para mensurar o tempo em atividade física, assim a diferença entre os métodos de avaliação da atividade física pode ser a explicação para não concordância entre os estudos. Sendo assim, pelos nossos resultados, o nível de atividade física parece não estar relacionada com a capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores, entretanto, mais estudos precisam ser realizados para que haja uma afirmação sobre esse aspecto. Além disso, a capacidade de gerar potência muscular

nos membros inferiores também não parece estar relacionada aos sintomas, impacto nas atividades diárias e impactos psicossociais que a DPOC causa na vida dos pacientes, visto que não foram encontradas associações com nenhum dos domínios no questionário respiratório *Saint George* ( $p > 0,05$ ).

Para o nosso conhecimento, esse é o primeiro estudo que comparou o desempenho de pacientes com DPOC com pessoas saudáveis em relação a potência muscular de membros inferiores e analisou a associação entre a capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores avaliada por meio de SV e o desempenho em parâmetros funcionais de pacientes com DPOC. Esse estudo apresentou algumas limitações que devem ser discutidas. Não avaliamos outras formas de desenvolvimento de força em nossos pacientes, como: força máxima e resistência de força. Esses resultados poderiam nos dar mais informações sobre o perfil dos pacientes e auxiliar na discussão do impacto da doença na produção de potência de membros inferiores (força em alta velocidade). Não utilizamos métodos para entender os mecanismos envolvidos na produção de potência muscular nos pacientes com DPOC, esses resultados também poderiam agregar no conhecimento sobre a importância dessa capacidade na doença. O cálculo amostral foi baseado nas correlações com testes funcionais, assim o número de indivíduos para algumas comparações e correlações podem ser limitados. Além disso, a utilização de correlações não nos permite afirmar a causa e efeito das relações encontradas.

Apesar disso, nossos resultados indicam relações importantes sobre aspectos desenvolvimento de potência muscular nos pacientes com DPOC que podem ser aplicados na prática da reabilitação. A avaliação de potência muscular realizada por meio de SV pode indicar a capacidade do paciente realizar movimentos rápidos e o risco aumentado de quedas. Por fim, embora não tenha sido o objetivo do estudo, pensamos que a inclusão dos treinos de potência muscular poderá melhorar os parâmetros funcionais nos pacientes com DPOC, tendo em vista as associações encontradas.

## **Conclusões**

Os pacientes com DPOC apresentaram a capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores avaliada por meio de SV semelhante a pessoas saudáveis, entretanto apresentaram piores desempenhos nos testes funcionais. A capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores avaliada por meio de SV é associada principalmente com os

testes funcionais realizados em máxima velocidade e com o número de quedas dos pacientes com DPOC, não sendo relacionada diretamente com o nível de atividade física e os impactos específicos que a doença causa na vida do paciente.

## Referências

1. Mathers CD, Loncar D (2006) Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. *PLoS Med* 3:e442
2. Miravitlles M, Soriano JB, Garcia-Rio F, Munoz L, Duran-Tauleria E, Sanchez G, Sobradillo V, Ancochea J (2009) Prevalence of COPD in Spain: impact of undiagnosed COPD on quality of life and daily life activities. *Thorax* 64:863–868
3. Tilert T, Dillon C, Paulose-Ram R, Hnizdo E, Doney B (2013) Estimating the U.S. prevalence of chronic obstructive pulmonary disease using pre- and post-bronchodilator spirometry: the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2007-2010. *Respir Res* 14:103
4. Menezes AMB, Perez-Padilla R, Jardim JRB, Muino A, Lopez MV, Valdivia G, Montes de Oca M, Talamo C, Hallal PC, Victora CG (2005) Chronic obstructive pulmonary disease in five Latin American cities (the PLATINO study): a prevalence study. *Lancet (London, England)* 366:1875–1881
5. Vestbo JJJ, Hurd SS, Agustí AG, et al (2013) Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *Am J Respir Crit Care Med* 187:347–365
6. Siu AL, Bibbins-Domingo K, Grossman DC, et al (2016) Screening for Chronic Obstructive Pulmonary Disease: US Preventive Services Task Force Recommendation Statement. *JAMA* 315:1372–1377
7. Roig M, Eng JJ, MacIntyre DL, Road JD, FitzGerald JM, Burns J, Reid WD (2011) Falls in people with chronic obstructive pulmonary disease: an observational cohort study. *Respir Med* 105:461–469
8. Porto EF, Castro AAM, Schmidt VGS, et al (2015) Postural control in chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *Int J COPD* 10:1233–1239
9. Butcher SJ, Pikaluk BJ, Chura RL, Walkner MJ, Farthing JP, Marciniuk DD (2012) Associations between isokinetic muscle strength, high-level functional performance, and physiological parameters in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Int J COPD* 7:537–542
10. Dourado VZ, Godoy I (2004) Recondicionamento muscular na DPOC: principais intervenções e novas tendências. *Rev bras med esporte* 10:331–334

11. Gosker HR, Zeegers MP, Wouters EFM, Schols AMWJ (2007) Muscle fibre type shifting in the vastus lateralis of patients with COPD is associated with disease severity: a systematic review and meta-analysis. *Thorax* 62:944–949
12. Gosker HR, Engelen MPKJ, van Mameren H, van Dijk PJ, van der Vusse GJ, Wouters EFM, Schols AMWJ (2002) Muscle fiber type IIX atrophy is involved in the loss of fat-free mass in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Clin Nutr* 76:113–119
13. Hernández M, Zambom-Ferraresi F, Cebollero P, Hueto J, Cascante JA, Antón MM (2016) The Relationships between Muscle Power and Physical Activity in Older Men with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 32:1–44
14. Izquierdo M, Aguado X, Gonzalez R, Lopez JL, Hakkinen K, Hakkinen K (1999) Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 79:260–267
15. Izquierdo M, Cadore EL (2014) Muscle power training in the institutionalized frail: a new approach to counteracting functional declines and very late-life disability. *Curr Med Res Opin* 30:1385–1390
16. Rantanen T, Avela J (1997) Leg extension power and walking speed in very old people living independently. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 52:M225-31
17. Piirainen JM, Cronin NJ, Avela J, Linnamo V (2014) Effects of plyometric and pneumatic explosive strength training on neuromuscular function and dynamic balance control in 60-70 year old males. *J Electromyogr Kinesiol* 24:246–252
18. Correa CS, LaRoche DP, Cadore EL, et al (2012) 3 Different types of strength training in older women. *Int J Sports Med* 33:962–969
19. Gloeckl R, Jarosch I, Bengsch U, Claus M, Schneeberger T, Andrianopoulos V, Christle JW, Hitzl W, Kenn K (2017) What's the secret behind the benefits of whole-body vibration training in patients with COPD? A randomized, controlled trial. *Respir Med* 126:17–24
20. GOLD (2018) Global Initiative for Chronic Obstructive. *Glob Obstr Lung Dis* <http://www.goldcopd.org>
21. Miller MR (2005) Standardisation of spirometry. *Eur Respir J* 26:319–338
22. Qaseem A (2011) Diagnosis and Management of Stable Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Clinical Practice Guideline Update from the American College of Physicians, American College of Chest Physicians, American Thoracic Society, and European

Respiratory Society. *Ann Intern Med* 155:179

23. *Jornal Brasileiro de Pneumologia* (2004) Caracterização da Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) – Definição, Epidemiologia, Diagnóstico e Estadiamento. *J Bras Pneumol* 30:10–15
24. Borg GA V. (1982) Psychophysical bases of perceived exertion.
25. Peyré-Tartaruga L, Monteiro E (2016) A new integrative approach to evaluate pathological gait: locomotor rehabilitation index. *Clin Transl Degener Dis* 1:86
26. Moreira A de J, Nicastro H, Cordeiro RC, Coimbra P, Frangella VS (2009) Composição corporal de idosos segundo a antropometria. *Rev Bras Geriatr e Gerontol* 8:201–213
27. Rech CR, Dellagrana RA, Marucci M de FN, Petroski EL (2012) Validade de equações antropométricas para estimar a massa muscular em idosos. *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum* 14:23–31
28. Bosco C, Luhtanen P, Komi P V (1983) A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 50:273–282
29. Linthorne NP (2001) Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *Am J Phys* 69:1198
30. Ferreira JC, Carvalho RGS da S, Szmuchrowski LA (2009) Validade e confiabilidade de um tapete de contato para mensuração da altura do salto vertical. *Brazilian J Biomech Rev Bras Biomecânica* 9:93–99
31. Castagna C, Castellini E (2013) Vertical jump performance in Italian male and female national team soccer players. *J Strength Cond Res* 27:1156–1161
32. Edwén CE, Thorlund JB, Magnusson SP, Slinde F, Svantesson U, Hulthén L, Aagaard P (2014) Stretch-shortening cycle muscle power in women and men aged 18-81 years: Influence of age and gender. *Scand J Med Sci Sport* 24:717–726
33. Komi P V, Bosco C (1978) Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Med Sci Sports* 10:261–265
34. Hooren B Van, Zolotarjova J (2017) The difference between countermovement and squat jump performances: A review of underlying mechanisms with practical applications. *J Strength Cond Res* 31:2011–2020
35. Crapo RO, Casaburi R, Coates AL, et al (2002) ATS statement: Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 166:111–117



36. Tudorache E, Oancea C, Avram C, Fira-Mladinescu O, Petrescu L, Timar B (2015) Balance impairment and systemic inflammation in chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 10:1847
37. Salbach NM, O'Brien KK, Brooks D, Irvin E, Martino R, Takhar P, Chan S, Howe J-A (2015) Reference values for standardized tests of walking speed and distance: A systematic review. *Gait Posture* 41:341–360
38. Butcher SJ, Meshke JM, Sheppard MS (2004) Reductions in functional balance, coordination, and mobility measures among patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil* 24:274–80
39. Podsiadlo D, Richardson S (1991) The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 39:142–8
40. Roig M, Eng JJ, MacIntyre DL, Road JD, Reid WD (2010) Associations of the Stair Climb Power Test with muscle strength and functional performance in people with chronic obstructive pulmonary disease: a cross-sectional study. *Phys Ther* 90:1774–1782
41. Bean JF, Kiely DK, LaRose S, Alian J, Frontera WR (2007) Is stair climb power a clinically relevant measure of leg power impairments in at-risk older adults? *Arch Phys Med Rehabil* 88:604–9
42. Rikli RE, Jones CJ (2013) Development and validation of criterion-referenced clinically relevant fitness standards for maintaining physical independence in later years. *Gerontologist* 53:255–67
43. Springer BA, Marin R, Cyhan T, Roberts H, Gill NW (2007) Normative Values for the Unipedal Stance Test with Eyes Open and Closed. *J Geriatr Phys Ther* 30:8–15
44. Camargos FFO, Dias RC, Dias JMD, Freire MTF (2010) Adaptação transcultural e avaliação das propriedades psicométricas da Falls Efficacy Scale - International em idosos Brasileiros (FES-I-BRASIL). *Rev Bras Fisioter* 14:237–243
45. Oliveira CC, Lee AL, McGinley J, Thompson M, Irving LB, Anderson GP, Clark RA, Clarke S, Denehy L (2015) Falls by individuals with chronic obstructive pulmonary disease: a preliminary 12-month prospective cohort study. *Respirology* 20:1096–101
46. Nyssen SM, Santos JG dos, Barusso MS, Oliveira Junior AD de, Lorenzo VAP Di, Jamami M (2013) Levels of physical activity and predictors of mortality in COPD. *J Bras Pneumol* 39:659–666
47. Matsudo S, Araújo T, Marsudo V, et al (2001) Questionário internacional de atividade

- física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Rev bras ativ fís saúde* 6:5–18
48. Sousa TC de, Jardim JR, Jones PW (2000) Validação do Questionário do Hospital Saint George na Doença Respiratória (SGRQ) em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica no Brasil. *J. Pneumol.*
  49. Kovelis D, Segretti NO, Probst VS, Lareau SC, Brunetto AF, Pitta F, Strom AL, Korup O (2008) Validation of the Modified Pulmonary Functional Status and Dyspnea Questionnaire and the Medical Research Council scale for use in Brazilian patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Bras Pneumol* 34:1008–1018
  50. Beauchamp MK, Sibley KM, Lakhani B, Romano J, Mathur S, Goldstein RS, Brooks D (2012) Impairments in systems underlying control of balance in COPD. *Chest* 141:1496–1503
  51. Hopkins WG (2000) Measures of reliability in sports medicine and science. *Sport Med* 30:1–15
  52. Gosselink R, Troosters T, Decramer M (1996) Peripheral muscle weakness contributes to exercise limitation in COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 153:976–980
  53. Roig M, Eng JJ, MacIntyre DL, Road JD, Reid WD (2011) Deficits in muscle strength, mass, quality, and mobility in people with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 31:120–124
  54. Newton RU, Kraemer WJ (1994) Developing Explosive Muscular Power: Implications for a Mixed Methods Training Strategy. *Strength Cond J* 16:20–31
  55. Cormie P, Mcguigan MR, Newton RU (2010) Adaptations in Athletic Performance after Ballistic Power versus Strength Training. *Med Sci Sport Exerc* 42:1582–1598
  56. McKinnon NB, Connelly DM, Rice CL, Hunter SW, Doherty TJ (2017) Neuromuscular contributions to the age-related reduction in muscle power: Mechanisms and potential role of high velocity power training. *Ageing Res Rev* 35:147–154
  57. Debigaré R, Maltais F (2008) The major limitation to exercise performance in copd is lower limb muscle dysfunction *Exercise. 2007–2009*
  58. Karpman C, DePew ZS, LeBrasseur NK, Novotny PJ, Benzo RP (2014) Determinants of gait speed in COPD. *Chest* 146:104–110
  59. Ozalevli S, Ilgin D, Narin S, Akkoclu A (2011) Association between disease-related factors and balance and falls among the elderly with COPD: a cross-sectional study. *Aging*

Clin Exp Res 23:372–377

60. Ozalevli S, Ozden A, Itil O, Akkoçlu A (2007) Comparison of the Sit-to-Stand Test with 6 min walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med* 101:286–293
61. Oliveira CC, McGinley J, Lee AL, Irving LB, Denehy L (2015) Fear of falling in people with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med* 109:483–489
62. Hernandez NA, Teixeira DC, Probst VS, Brunetto AF, Ramos EMC, Pitta F (2009) Profile of the level of physical activity in the daily lives of patients with COPD in Brazil. *J Bras Pneumol* 35:949–956
63. Saibene F, Minetti AE (2003) Biomechanical and physiological aspects of legged locomotion in humans. *Eur J Appl Physiol* 88:297–316
64. Sanseverino MA, Pecchiari M, Bona RL, Berton DC, de Queiroz FB, Gruet M, Peyré-Tartaruga LA (2017) Limiting Factors in Walking Performance of Subjects With COPD. *Respir Care* respcare.05768
65. Karpman C, LeBrasseur NK, DePew ZS, Novotny PJ, Benzo RP (2014) Measuring Gait Speed in the Out-Patient Clinic: Methodology and Feasibility. *Respir Care* 59:531–537
66. Bohannon RW (1997) Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: Reference values and determinants. *Age Ageing* 26:15–19
67. Dourado VZ, Tanni SE, Vale SA, Faganello MM, Sanchez FF, Godoy I (2006) Systemic manifestation in chronic obstructive pulmonary disease. *J Bras Pneumol* 32:161–71
68. Richard Casaburi, Gosselink R, Decramer M, et al (1999) American Thoracic Society / European Respiratory Society Skeletal Muscle Dysfunction in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med* 159:S1–S140
69. Dal pupo J, Detanico D, Santos SG dos, Dos Santos SG (2011) Parâmetros cinéticos determinantes do desempenho nos saltos verticais. *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum* 14:41–51
70. Crisan AF, Oancea C, Timar B, Fira-Mladinescu O, Tudorache V, Crisan AF, Oancea C, Timar B, Fira-Mladinescu O, Tudorache V (2015) Balance impairment in patients with COPD. *PLoS One* 10:1–11
71. Muehlbauer T, Gollhofer A, Granacher U (2015) Associations Between Measures of Balance and Lower-Extremity Muscle Strength/Power in Healthy Individuals Across the Lifespan: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med* 45:1671–1692

72. Pereira A, Izquierdo M, Silva AJ, Costa AM, Bastos E, González-Badillo JJ, Marques MC (2012) Effects of high-speed power training on functional capacity and muscle performance in older women. *Exp Gerontol* 47:250–255
73. Waschki B, Kirsten A, Holz O, Müller K-C, Meyer T, Watz H, Magnussen H (2011) Physical Activity Is the Strongest Predictor of All-Cause Mortality in Patients With COPD. *Chest* 140:331–342
74. Parada A, Klaassen J, Lisboa C, Saldías F, Mendoza L, Díaz O (2011) Reducción de la actividad física en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Rev Med Chil* 139:1562–1572

**Legendas das figuras**

**Figura 1.** Paciente com DPOC realizando o salto SJ.

**Figura 2.** Paciente com DPOC realizando o salto CMJ.

**Figura 3.** A) Comparação entre a altura nos saltos SJ e CMJ dos pacientes com DPOC (n = 16) em relação às pessoas saudáveis do GC (n = 16) (IC: SJ altura = -5,42 a 0,56; CMJ altura: -5,89 a 1,02); B) Comparação entre a potência muscular de membros inferiores nos saltos SJ e CMJ dos pacientes com DPOC (n = 16) em relação às pessoas saudáveis do GC (n = 16) (IC: SJ potência = -3,12 a 0,34; CMJ potência: -3,32 a 0,63).

**Figura 4.** A) Associação significativa entre a potência muscular dos membros inferiores no salto SJ com a distância no TC6 de paciente com DPOC (n = 20); B) Associação não significativa entre a potência muscular dos membros inferiores no salto CMJ com a distância no TC6 de paciente com DPOC (n = 20); C) Associação significativa entre a potência muscular dos membros inferiores no salto SJ com o tempo no teste de subir escada em máxima velocidade de paciente com DPOC (n = 20); D) Associação significativa entre a potência muscular dos membros inferiores no salto CMJ com o tempo no teste de subir escada em máxima velocidade de paciente com DPOC (n = 20); E) Associação significativa entre a potência muscular dos membros inferiores no salto SJ com número de quedas no último de paciente com DPOC (n = 20); F) Associação significativa entre a potência muscular dos membros inferiores no salto CMJ com número de quedas no último de paciente com DPOC (n = 20).



## Tabelas

**Tabela 1.** Valores descritivos para os grupos GDPOC (n = 20), GDPOC (n = 16) e GC (n = 16) nos testes de função pulmonar e variáveis clínicas. As comparações foram realizadas apenas entre o GDPOC (n = 16) e GC (n = 16).

|   | DPOC (n = 20)            |        | DPOC (n = 16)           |        | Controle (n = 16) |        | p       | 95% IC da diferença |          |
|---|--------------------------|--------|-------------------------|--------|-------------------|--------|---------|---------------------|----------|
|   | Média                    | DP (±) | Média                   | DP (±) | Média             | DP (±) |         | Inferior            | Superior |
| CVF (L)   | 2,27                     | 0,57   | 2,41                    | 0,55   | 3,53              | 1,14   | < 0,01* | -1,78               | -0,47    |
| CVF % do previsto (%)                               | 65,38                    | 13,33  | 68,83                   | 11,76  | 97,00             | 14,22  | < 0,01* | -37,59              | -18,75   |
| VEF <sub>1</sub> (L)                                | 1,10                     | 0,42   | 1,16                    | 0,45   | 2,80              | 0,87   | < 0,01* | -2,15               | -1,14    |
| VEF <sub>1</sub> % do previsto (%)                  | 39,98                    | 11,69  | 41,41                   | 12,53  | 97,44             | 14,45  | < 0,01* | -65,79              | -46,26   |
| VEF <sub>1</sub> .CVF <sup>-1</sup> (%)             | 48,49                    | 10,83  | 47,68                   | 11,72  | 79,88             | 5,51   | < 0,01* | -38,92              | -25,47   |
| CPT (L)   | 6,31                     | 1,46   | 6,37                    | 1,56   |                   |        |         |                     |          |
| CPT % do previsto (%)                               | 115,02                   | 25,15  | 116,47                  | 26,14  |                   |        |         |                     |          |
| VR (L)  | 4,03                     | 1,31   | 3,95                    | 1,41   |                   |        |         |                     |          |
| VR % do previsto (%)                                | 201,28                   | 68,89  | 203,97                  | 74,41  |                   |        |         |                     |          |
| VR.CPT <sup>-1</sup> (%)                            | 63,28                    | 9,72   | 61,28                   | 10,02  |                   |        |         |                     |          |
| DLCOc (mmol.min <sup>-1</sup> .kPa. <sup>-1</sup> ) | 3,26                     | 3,09   | 3,74                    | 3,29   |                   |        |         |                     |          |
| DLCOc % do previsto (%)                             | 33,72                    | 17,00  | 37,44                   | 16,51  |                   |        |         |                     |          |
| Classificação GOLD                                  | II (4)/ III (12)/ IV (4) |        | II (4)/ III (8)/ IV (4) |        |                   |        |         |                     |          |
| MMRC (0 - 4)  | 2,20                     | 0,83   | 2,06                    | 0,77   | 0,06              | 0,25   | < 0,01* |                     |          |
| SpO <sub>2</sub> 1º dia (%)                         | 93,85                    | 2,72   | 94,00                   | 2,88   | 96,13             | 1,63   | 0,02*   | -3,81               | -0,44    |
| SpO <sub>2</sub> 2º dia (%)                         | 93,90                    | 2,43   | 94,00                   | 2,58   | 96,19             | 2,07   | < 0,01* | -3,88               | -0,50    |
| FC 1º dia (b.min <sup>-1</sup> )                    | 79,55                    | 11,87  | 79,13                   | 12,67  | 75,50             | 10,66  | 0,39    | -4,83               | 12,08    |
| FC 2º dia (b.min <sup>-1</sup> )                    | 77,60                    | 14,46  | 78,50                   | 13,88  | 71,19             | 7,88   | 0,08    | -0,93               | 15,55    |
| PSR 1º dia (6 - 20)                                 | 15,25                    | 2,57   | 15,44                   | 2,73   | 18,19             | 1,83   | 0,03*   |                     |          |
| PSR 2º dia (6 - 20)                                 | 14,95                    | 2,24   | 15,19                   | 2,40   | 19,13             | 1,31   | < 0,01* |                     |          |
| PSE dispneia 1º dia (0 - 10)                        | 0,50                     | 0,87   | 0,31                    | 0,68   | 0,00              | 0,00   | 0,24    |                     |          |
| PSE dispneia 2º dia (0 - 10)                        | 0,83                     | 1,21   | 0,81                    | 1,20   | 0,00              | 0,00   | 0,02*   |                     |          |
| PSEMI 1º dia (0 - 10)                               | 0,78                     | 1,30   | 0,72                    | 1,15   | 0,19              | 0,54   | 0,09    |                     |          |
| PSEMI 2º dia (0 - 10)                               | 0,70                     | 1,25   | 0,69                    | 1,24   | 0,00              | 0,00   | 0,07    |                     |          |

\* Diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ). DPOC = doença pulmonar obstrutiva crônica, IC = intervalo de confiança, DP = desvio-padrão, n = número de indivíduos, CVF = capacidade vital forçada, VEF<sub>1</sub> = volume expiratório forçado no primeiro segundo, CPT = capacidade pulmonar total, VR = volume residual, DLCOc = difusão de oxigênio corrigida pela hemoglobina, GOLD = Iniciativa Global para a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica, MMRC = escala modificada *Medical Research Council*, SpO<sub>2</sub> = saturação periférica de oxigênio, FC = frequência cardíaca, PSR = percepção subjetiva de recuperação, PSE = percepção subjetiva de esforço e PSEMI = percepção subjetiva de esforço – cansaço nos membros inferiores.

**Tabela 2.** Valores descritivos para os grupos GDPOC (n = 20), GDPOC (n = 16) e GC (n = 16) no número de indivíduos, idade e medidas antropométricas. As comparações foram realizadas apenas entre o GDPOC (n = 16) e GC (n = 16).

|                           | DPOC (n = 20) |        | DPOC (n = 16) |        | Controle (n = 16) |        | p       | 95% IC da diferença |          |
|---------------------------|---------------|--------|---------------|--------|-------------------|--------|---------|---------------------|----------|
|                           | Média         | DP (±) | Média         | DP (±) | Média             | DP (±) |         | Inferior            | Superior |
| Sexo M/ F (n)             | 9/ 11         |        | 7/ 9          |        | 7/ 9              |        |         |                     |          |
| Idade (anos)              | 62,95         | 8,06   | 60,06         | 5,71   | 59,94             | 6,43   | 0,95    | -4,27               | 4,52     |
| Estatura (m)              | 1,62          | 0,08   | 1,62          | 0,09   | 1,63              | 0,10   | 0,68    | -0,08               | 0,05     |
| Massa corporal (kg)       | 68,80         | 14,92  | 68,06         | 16,11  | 76,32             | 17,18  | 0,17    | -20,28              | 3,77     |
| IMC (kg.m <sup>-2</sup> ) | 25,98         | 4,30   | 25,74         | 4,59   | 28,32             | 4,11   | 0,10    | -5,73               | 0,56     |
| ∑ 8 dobras (mm)           | 154,54        | 51,54  | 147,51        | 54,10  | 225,32            | 54,79  | < 0,01* |                     |          |
| % gordura (%)             | 28,34         | 6,68   | 27,24         | 6,52   | 34,31             | 4,30   | < 0,01* | -11,06              | -3,08    |
| % massa muscular (%)      | 33,77         | 5,39   | 34,03         | 5,09   | 32,44             | 3,82   | 0,33    | -1,66               | 4,83     |
| CMI (m)                   | 0,87          | 0,06   | 0,87          | 0,06   | 0,88              | 0,05   | 0,51    | -0,06               | 0,03     |

\* Diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ). DPOC = doença pulmonar obstrutiva crônica, IC = intervalo de confiança, DP = desvio-padrão, n = número de indivíduos, M = masculino, F = feminino, IMC = índice de massa corporal, ∑ = somatório, % = percentual e CMI = comprimento de membro inferior.

**Tabela 3.** Valores descritivos para os grupos GDPOC (n = 20), GDPOC (n = 16) e GC (n = 16) nos testes funcionais e questionários. As comparações foram realizadas apenas entre o GDPOC (n = 16) e GC (n = 16).

|                                     | DPOC (n = 20) |         | DPOC (n = 16) |         | Controle (n = 16) |         | p       | 95% IC da diferença |          |
|-------------------------------------|---------------|---------|---------------|---------|-------------------|---------|---------|---------------------|----------|
|                                     | Média         | DP (±)  | Média         | DP (±)  | Média             | DP (±)  |         | Inferior            | Superior |
| TC6 (m)                             | 387,60        | 87,64   | 406,88        | 74,57   | 579,78            | 65,94   | < 0,01* | -223,73             | -122,08  |
| CAM vas 15 (km.h <sup>-1</sup> )    | 4,15          | 0,79    | 4,27          | 0,83    | 4,82              | 0,45    | < 0,01* | -1,04               | -0,06    |
| CAM máxima 10 (km.h <sup>-1</sup> ) | 5,81          | 0,66    | 5,93          | 0,62    | 6,98              | 0,84    | < 0,01* | -1,59               | -0,52    |
| IRL (%)                             | 78,75         | 14,18   | 81,27         | 14,37   | 91,34             | 9,19    | 0,05*   |                     |          |
| TUG vas (s)                         | 10,31         | 1,25    | 10,16         | 1,20    | 8,89              | 1,16    | 0,01*   | 0,41                | 2,12     |
| TUG máximo (s)                      | 7,48          | 1,11    | 7,20          | 0,89    | 6,48              | 0,97    | 0,04*   | 0,05                | 1,39     |
| Escada vas (s)                      | 6,47          | 0,90    | 6,44          | 0,99    | 5,31              | 0,56    | < 0,01* | 0,54                | 1,72     |
| Escada máxima (s)                   | 4,39          | 0,56    | 4,29          | 0,56    | 3,50              | 0,42    | < 0,01* | 0,44                | 1,14     |
| Sentar e levantar (rep)             | 11,30         | 2,77    | 11,69         | 2,94    | 13,81             | 1,94    | 0,02*   | -3,92               | -0,33    |
| Equilíbrio OA (s)                   | 27,32         | 17,80   | 32,67         | 15,67   | 43,09             | 7,64    | 0,04*   |                     |          |
| Equilíbrio OF (s)                   | 6,83          | 6,50    | 8,07          | 6,72    | 15,63             | 14,07   | 0,12    |                     |          |
| Quedas (quedas.ano <sup>-1</sup> )  | 0,70          | 1,26    | 0,50          | 1,03    | 0,19              | 0,54    | 0,40    |                     |          |
| FES-I medo de cair                  | 24,80         | 6,57    | 26,13         | 6,64    | 18,94             | 3,30    | < 0,01* |                     |          |
| IPAQ caminhar (min)                 | 389,75        | 906,97  | 430,94        | 1012,50 | 349,06            | 917,73  | 0,18    |                     |          |
| IPAQ moderada (min)                 | 252,00        | 340,64  | 285,00        | 370,42  | 296,88            | 737,14  | 0,17    |                     |          |
| IPAQ intensa (min)                  | 101,75        | 181,44  | 127,19        | 195,57  | 47,50             | 89,33   | 0,18    |                     |          |
| IPAQ total (min)                    | 743,50        | 1141,03 | 843,13        | 1255,28 | 693,44            | 1160,15 | 0,17    |                     |          |
| IPAQ sentado S (min)                | 334,75        | 247,63  | 344,06        | 238,84  | 260,63            | 181,24  | 0,27    | -69,64              | 236,51   |
| IPAQ sentado FS (min)               | 367,50        | 245,63  | 375,00        | 243,72  | 222,50            | 155,76  | 0,06    |                     |          |
| SG sintomas                         | 376,38        | 144,82  | 389,78        | 139,17  |                   |         |         |                     |          |
| SG atividade                        | 862,51        | 225,80  | 856,74        | 216,87  |                   |         |         |                     |          |
| SG impacto                          | 935,01        | 403,93  | 970,41        | 432,77  |                   |         |         |                     |          |
| SG total                            | 2173,89       | 691,88  | 2216,93       | 716,24  |                   |         |         |                     |          |

\* Diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ). DPOC = doença pulmonar obstrutiva crônica, IC = intervalo de confiança, DP = desvio-padrão, n = número de indivíduos, TC6 = teste de caminhada de 6 minutos, CAM = caminhada, vas = velocidade autoselecionada, IRL = Índice de Reabilitação Locomotor, TUG = *Time Up and Go*, AO = olhos abertos, OF = olhos fechados, FES – I = Escala de Eficácia de Quedas – Internacional, IPAQ = Questionário Internacional de Atividade Física – versão curta, S = semana, FS = final de semana e SG = Questionário Respiratório *Saint George*.

**Tabela 4.** Associações entre a altura, potência e CAE dos saltos SJ e CMJ e o desempenho nos testes funcionais dos pacientes do GDPOC (n = 20).

|                                     | SJ altura (cm) |          | SJ potência (W.kg <sup>-1</sup> ) |          | CMJ altura (cm) |          | CMJ potência (W.kg <sup>-1</sup> ) |          | CAE (%)  |          |
|-------------------------------------|----------------|----------|-----------------------------------|----------|-----------------|----------|------------------------------------|----------|----------|----------|
|                                     | <i>r</i>       | <i>p</i> | <i>r</i>                          | <i>p</i> | <i>r</i>        | <i>p</i> | <i>r</i>                           | <i>p</i> | <i>r</i> | <i>p</i> |
| TC6 (m)                             | 0,48*          | 0,03     | 0,48*                             | 0,03     | 0,43            | 0,06     | 0,43                               | 0,06     | -0,03    | 0,89     |
| CAM vas 15 (km.h <sup>-1</sup> )    | 0,09           | 0,71     | 0,09                              | 0,71     | 0,11            | 0,66     | 0,11                               | 0,66     | 0,06     | 0,79     |
| CAM máxima 10 (km.h <sup>-1</sup> ) | 0,41           | 0,08     | 0,39                              | 0,09     | 0,45*           | 0,05     | 0,42                               | 0,06     | 0,17     | 0,47     |
| IRL (%)                             | 0,24           | 0,31     | 0,20                              | 0,40     | 0,20            | 0,40     | 0,15                               | 0,53     | -0,12    | 0,62     |
| TUG vas (s)                         | -0,29          | 0,22     | -0,26                             | 0,26     | -0,19           | 0,43     | -0,15                              | 0,51     | 0,23     | 0,33     |
| TUG máximo (s)                      | -0,48*         | 0,03     | -0,47*                            | 0,04     | -0,38           | 0,10     | -0,35                              | 0,12     | 0,20     | 0,39     |
| Escada vas (s)                      | -0,36          | 0,12     | -0,35                             | 0,13     | -0,31           | 0,19     | -0,28                              | 0,23     | 0,10     | 0,67     |
| Escada máxima (s)                   | -0,58*         | 0,01     | -0,56*                            | 0,01     | -0,51*          | 0,02     | -0,48*                             | 0,03     | 0,12     | 0,62     |
| Sentar e levantar (rep)             | 0,48*          | 0,03     | 0,46*                             | 0,04     | 0,40            | 0,08     | 0,37                               | 0,11     | -0,16    | 0,51     |
| Equilíbrio OA (s)                   | 0,14           | 0,55     | 0,14                              | 0,55     | 0,06            | 0,79     | 0,06                               | 0,79     | -0,03    | 0,89     |
| Equilíbrio OF (s)                   | 0,39           | 0,09     | 0,39                              | 0,09     | 0,37            | 0,11     | 0,37                               | 0,11     | 0,02     | 0,95     |

\* Associação significativa ( $p \leq 0,05$ ). DPOC = doença pulmonar obstrutiva crônica, n = número de indivíduos, SJ = *Squat Jump*, CMJ = *Counter Movement Jump*, CAE = ciclo alongamento encurtamento, TC6 = teste de caminhada de 6 minutos, CAM = caminhada, vas = velocidade autosseleccionada, IRL = Índice de Reabilitação Locomotor, TUG = *Time Up and Go*, AO = olhos abertos e OF = olhos fechados.

**Tabela 5.** Associações entre a altura, potência e CAE dos saltos SJ e CMJ e as respostas aos questionários de pacientes do GDPOC (n = 20).

|                                    | SJ altura (cm) |          | SJ potência (W.kg <sup>-1</sup> ) |          | CMJ altura (cm) |          | CMJ potência (W.kg <sup>-1</sup> ) |          | CAE (%)  |          |
|------------------------------------|----------------|----------|-----------------------------------|----------|-----------------|----------|------------------------------------|----------|----------|----------|
|                                    | <i>r</i>       | <i>p</i> | <i>r</i>                          | <i>p</i> | <i>r</i>        | <i>p</i> | <i>r</i>                           | <i>p</i> | <i>r</i> | <i>p</i> |
| Quedas (quedas.ano <sup>-1</sup> ) | -0,51*         | 0,02     | -0,51*                            | 0,02     | -0,62*          | < 0,01   | -0,62*                             | < 0,01   | -0,38    | 0,09     |
| FES-I medo de cair                 | 0,33           | 0,16     | 0,33                              | 0,16     | 0,12            | 0,62     | 0,12                               | 0,62     | -0,06    | 0,79     |
| IPAQ caminhar (min)                | 0,04           | 0,88     | 0,04                              | 0,88     | 0,03            | 0,89     | 0,03                               | 0,89     | -0,01    | 0,97     |
| IPAQ moderada (min)                | 0,13           | 0,60     | 0,13                              | 0,60     | 0,02            | 0,93     | 0,02                               | 0,93     | -0,29    | 0,23     |
| IPAQ intensa (min)                 | -0,01          | 0,96     | -0,01                             | 0,96     | -0,20           | 0,40     | -0,20                              | 0,40     | -0,46*   | 0,05     |
| IPAQ total (min)                   | 0,26           | 0,28     | 0,26                              | 0,28     | 0,10            | 0,68     | 0,10                               | 0,68     | -0,44    | 0,06     |
| IPAQ sentado S (min)               | 0,28           | 0,23     | 0,30                              | 0,19     | 0,37            | 0,11     | 0,39                               | 0,09     | 0,31     | 0,19     |
| IPAQ sentado FS (min)              | 0,06           | 0,79     | 0,07                              | 0,77     | 0,20            | 0,40     | 0,21                               | 0,36     | 0,39     | 0,09     |
| SG sintomas                        | 0,15           | 0,54     | 0,13                              | 0,58     | 0,19            | 0,43     | 0,17                               | 0,48     | 0,12     | 0,61     |
| SG atividade                       | 0,00           | 0,99     | 0,01                              | 0,98     | 0,09            | 0,71     | 0,10                               | 0,67     | 0,27     | 0,25     |
| SG impacto                         | 0,16           | 0,49     | 0,18                              | 0,45     | 0,20            | 0,39     | 0,21                               | 0,38     | 0,09     | 0,71     |
| SG total                           | 0,12           | 0,60     | 0,13                              | 0,58     | 0,19            | 0,43     | 0,19                               | 0,43     | 0,17     | 0,49     |

\* Associação significativa ( $p \leq 0,05$ ). DPOC = doença pulmonar obstrutiva crônica, n = número de indivíduos, SJ = *Squat Jump*, CMJ = *Counter Movement Jump*, CAE = ciclo alongamento encurtamento, FES – I = Escala de Eficácia de Quedas – Internacional, IPAQ = Questionário Internacional de Atividade Física – versão curta, S = semana, FS = final de semana e SG = Questionário Respiratório *Saint George*.

**Figuras**

**Figura 1.**



**Figura 2.**

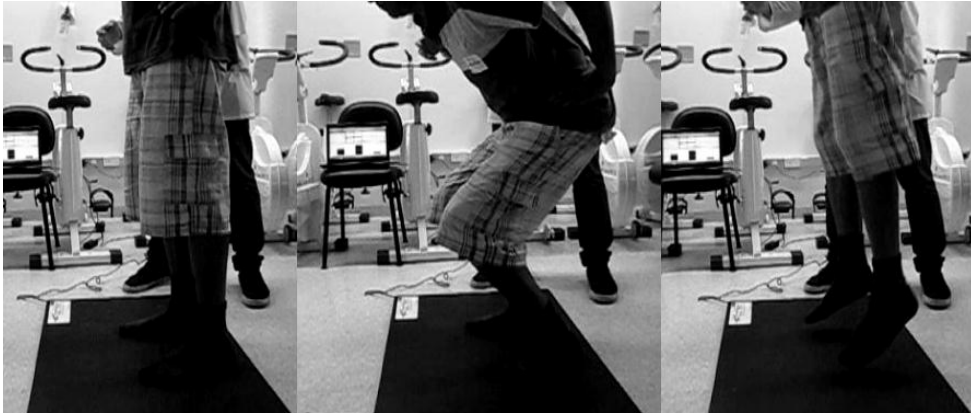


Figura 3.

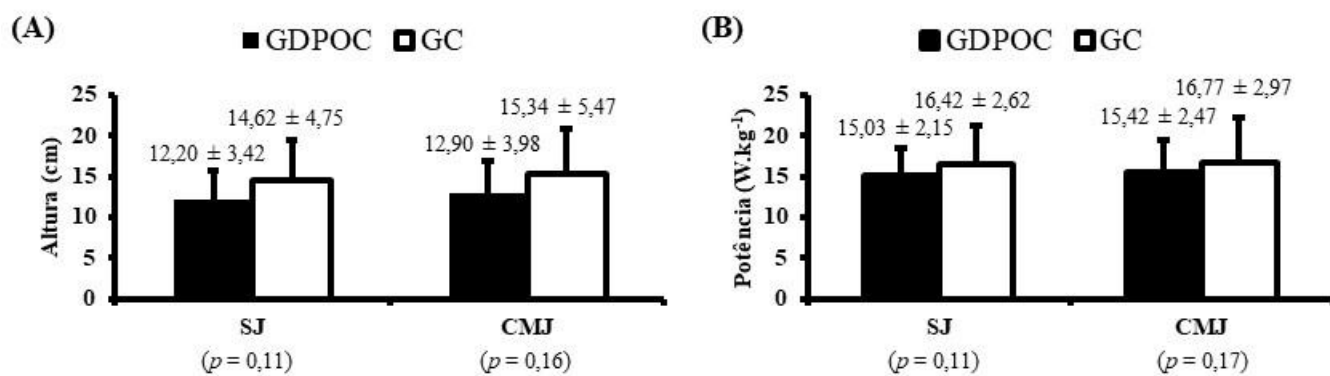
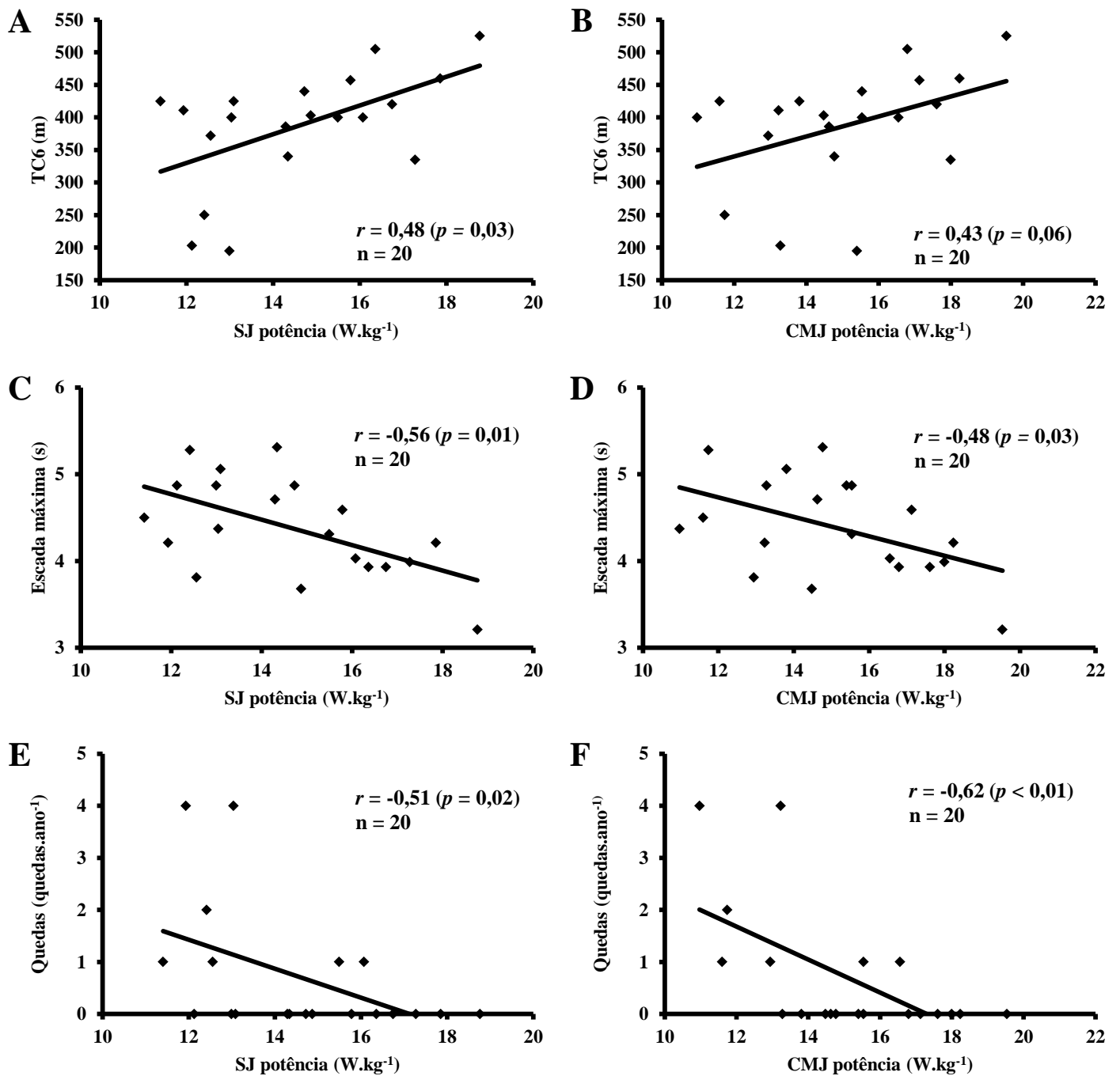




Figura 4.



## **8 CONCLUSÕES**

Os pacientes com DPOC apresentaram a capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores semelhante a pessoas saudáveis, entretanto apresentaram piores desempenhos nos testes funcionais. A capacidade de gerar potência muscular de membros inferiores foi associada principalmente com os testes funcionais realizados em máxima velocidade e com o número de quedas dos pacientes com DPOC, não sendo relacionada diretamente com o nível de atividade física e os impactos específicos que a doença causa na vida do paciente.

## **9 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A diminuição de força máxima nos membros inferiores em relação a pessoas saudáveis é característica do paciente com DPOC, além disso os pacientes que apresentam menores níveis de força máxima nos extensores de joelho também apresentam piores desempenhos funcionais. Com relação à potência muscular dos membros inferiores, os pacientes com DPOC apresentam a capacidade de gerar potência muscular semelhante a pessoas saudáveis, entretanto apresentam piores desempenhos nos testes funcionais. Essa capacidade de gerar potência muscular nos membros inferiores está associada principalmente com os testes funcionais realizados em máxima velocidade e com o número de quedas dos pacientes, não sendo relacionada diretamente com o nível de atividade física e os impactos específicos que a doença causa na vida do paciente. A avaliação de potência muscular realizada por meio de SV pode indicar a capacidade do paciente realizar movimentos rápidos e o risco aumentado de quedas. Pensamos que a inclusão dos treinos de potência muscular poderá melhorar os parâmetros funcionais nos pacientes com DPOC, tendo em vista as associações encontradas.

## 10 ANEXOS E APÊNDICES

### 10.1 QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – VERSÃO CURTA

- FORMA CURTA -

Nome: \_\_\_\_\_  
 Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Idade : \_\_\_\_\_ Sexo: F ( ) M ( )  
 Você trabalha de forma remunerada: ( ) Sim ( ) Não  
 Quantas horas você trabalha por dia: \_\_\_\_\_  
 Quantos anos completos você estudou: \_\_\_\_\_  
 De forma geral sua saúde está:  
 ( ) Excelente ( ) Muito boa ( ) Boa ( ) Regular ( ) Ruim

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física em uma semana **NORMAL, USUAL** ou **HABITUAL**. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação !

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez:

**1a.** Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que faça você suar **BASTANTE** ou aumentem **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**1b.** Nos dias em que você faz essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gasta fazendo essas atividades **por dia**?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**2a.** Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que faça você suar leve ou aumentem **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**2b.** Nos dias em que você faz essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gasta fazendo essas atividades **por dia**?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

3a. Em quantos dias de uma semana normal você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA**      ( ) Nenhum

3b. Nos dias em que você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gasta caminhando por dia?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

4a. Estas últimas perguntas são em relação ao tempo que você gasta sentado ao todo no trabalho, em casa, na escola ou faculdade e durante o tempo livre. Isto inclui o tempo que você gasta sentado no escritório ou estudando, fazendo lição de casa, visitando amigos, lendo e sentado ou deitado assistindo televisão.

Quanto tempo por dia você fica sentado em um dia da semana?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

4b. Quanto tempo por dia você fica sentado no final de semana?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

Fonte: Matsudo et al. (2001) [47].

## 10.2 QUESTIONÁRIO RESPIRATÓRIO SAINT GEORGE

Sousa TC, Jardim JR, Jones P

## Questionário do Hospital Saint George na Doença Respiratória (SGRQ)\*

\* Esse questionário foi traduzido e validado no Brasil por Thais Costa de Sousa, José Roberto Jardim e Paul Jones

Este questionário nos ajuda a compreender até que ponto a sua dificuldade respiratória o perturba e afeta a sua vida. Nós o utilizamos para descobrir quais os aspectos da sua doença que causam mais problemas. Estamos interessados em saber o que você sente e não o que os médicos, enfermeiras e fisioterapeutas acham que você sente. Leia atentamente as instruções. Esclareça as dúvidas que tiver. Não perca muito tempo nas suas respostas.

## Parte 1

- ◆ Nas perguntas abaixo, assinale aquela que melhor identifica seus problemas respiratórios nos últimos 3 meses.
- ◆ *Obs.: Assinale um só quadrado para as questões de 01 a 08:*

|   | Maioria dos dias da semana (5-7 dias) | Vários dias na semana (2-4 dias) | Alguns dias no mês       | Só com infecções respiratórias | Nunca                    |
|---|---------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| 1) durante os últimos 3 meses tossi   | <input type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> |
| 2) durante os últimos 3 meses tive catarro  | <input type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> |
| 3) durante os últimos 3 meses tive falta de ar  | <input type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> |
| 4) durante os últimos 3 meses tive "chiado no peito"  | <input type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> |
| 5) Durante os últimos 3 meses, quantas vezes você teve crises graves de problemas respiratórios:  |                                       |                                  |                          |                                |                          |
| mais de 3   | 3                                     | 2                                | 1                        | nenhuma                        |                          |
| <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>       |                          |
| 6) Quanto tempo durou a pior dessas crises?<br>( <i>passa para a pergunta 7 se não teve crises graves</i> )                               |                                       |                                  |                          |                                |                          |
| 1 semana ou mais  | 3 ou mais dias                        | 1 ou 2 dias                      | menos de 1 dia           |                                |                          |
| <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> |                                |                          |
| 7) Durante os últimos 3 meses, em uma semana considerada como habitual, quantos dias bons (com poucos problemas respiratórios) você teve: |                                       |                                  |                          |                                |                          |
| nenhum dia  | 1 ou 2 dias                           | 3 ou 4 dias                      | quase todos os dias      | todos os dias                  |                          |
| <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>       |                          |
| 8) Se você tem "chiado no peito", ele é pior de manhã?  |                                       |                                  |                          |                                |                          |
| Não   | Sim                                   |                                  |                          |                                |                          |
| <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/>              |                                  |                          |                                |                          |

## • Parte 2

## ◆ Seção 1

A) Assinale um só quadrado para descrever a sua doença respiratória:

| É o meu maior problema   | Me causa muitos problemas | Me causa alguns problemas | Não me causa nenhum problema |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/>     |

B) Se você já teve um trabalho pago, assinale um dos quadrados:

|  |                          |
|--|--------------------------|
| - minha doença respiratória me obrigou a parar de trabalhar  | <input type="checkbox"/> |
| - minha doença respiratória interfere (ou interferiu) com o meu trabalho normal ou já me obrigou a mudar de trabalho | <input type="checkbox"/> |
| - minha doença respiratória não afeta (ou não afetou) o meu trabalho   | <input type="checkbox"/> |

ã

08 ♦ Seção 2

As perguntas abaixo referem-se às atividades que normalmente têm provocado falta de ar em você nos últimos dias. Assinale com um "x" no quadrado de cada pergunta abaixo, indicando a resposta *Sim* ou *Não*, de acordo com o seu caso:

|   | Sim                      | Não                      |
|---|--------------------------|--------------------------|
| - sentado/a ou deitado/a                                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - tomando banho ou vestindo                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - caminhando dentro de casa                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - caminhando em terreno plano                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - subindo um lance de escada                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - subindo ladeiras  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - praticando esportes ou jogos que impliquem esforço físico | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

♦ Seção 3

Mais algumas perguntas sobre a sua tosse e a sua falta de ar nos últimos dias. Assinale com um "x" no quadrado de cada pergunta abaixo, indicando a resposta *Sim* ou *Não*, de acordo com o seu caso:

|  | Sim                      | Não                      |
|--|--------------------------|--------------------------|
| - minha tosse me causa dor                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - minha tosse me cansa                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - tenho falta de ar quando falo                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - tenho falta de ar quando dobro o corpo para frente | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - minha tosse ou falta de ar perturba meu sono       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - fico exausto/a com facilidade                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

♦ Seção 4

Perguntas sobre outros efeitos causados pela sua doença respiratória nos últimos dias. Assinale com um "x" no quadrado de cada pergunta abaixo, indicando a resposta *Sim* ou *Não*, de acordo com o seu caso:

|  | Sim                      | Não                      |
|--|--------------------------|--------------------------|
| - minha tosse ou falta de ar me deixam envergonhado/a em público                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - minha doença respiratória é inconveniente para a minha família, amigos ou vizinhos     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - tenho medo ou mesmo pânico quando não consigo respirar                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - sinto que minha doença respiratória escapa ao meu controle                             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - eu não espero nenhuma melhora da minha doença respiratória                             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - minha doença me debilitou fisicamente, o que faz com que eu precise da ajuda de alguém | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - fazer exercício é arriscado para mim   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - tudo o que faço parece ser um esforço muito grande                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

♦ Seção 5

A) Perguntas sobre a sua medicação. Assinale com um "x" no quadrado de cada pergunta abaixo, indicando a resposta *Sim* ou *Não*, de acordo com o seu caso:

(passe para a Seção 6 se não toma medicamentos)

|   | Sim                      | Não                      |
|---|--------------------------|--------------------------|
| - minha medicação não está me ajudando muito                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - fico envergonhado/a ao tomar medicamentos em público        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - minha medicação me provoca efeitos colaterais desagradáveis | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - minha medicação interfere muito com o meu dia-a-dia         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Sousa TC, Jardim JR, Jones P

ã ♦ *Seção 6*

As perguntas seguintes se referem às atividades que podem ser afetadas pela sua doença respiratória. Assinale com um "x" no quadrado de cada pergunta abaixo, indicando a resposta *Sim* se pelo menos uma parte da frase corresponde ao seu caso; se não, assinale *Não*.

|  | Sim                      | Não                      |
|--|--------------------------|--------------------------|
| - levo muito tempo para me lavar ou me vestir  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - demoro muito tempo ou não consigo tomar banho de chuveiro ou na banheira   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - ando mais devagar que as outras pessoas, ou tenho que parar para descansar   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - demoro muito tempo para realizar as tarefas como o trabalho da casa, ou tenho que parar para descansar   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - quando subo um lance de escada, vou muito devagar, ou tenho que parar para descansar   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - se estou apressado/a ou caminho mais depressa, tenho que parar para descansar ou ir mais devagar   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - por causa da minha doença respiratória, tenho dificuldade para fazer atividades como: subir ladeiras, carregar objetos subindo escadas, dançar                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - por causa da minha doença respiratória, tenho dificuldades para fazer atividades como: carregar grandes pesos, fazer "cooper", andar muito rápido ou nadar               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - por causa da minha doença respiratória, tenho dificuldade para fazer atividades como: trabalho manual pesado, correr, nadar rápido ou praticar esportes muito cansativos | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

♦ *Seção 7*

A) Assinale com um "x" no quadrado de cada pergunta abaixo, indicando a resposta *Sim* ou *Não*, para indicar outras atividades que geralmente podem ser afetadas pela sua doença respiratória no seu dia-a-dia: (não se esqueça que *Sim* só se aplica ao seu caso quando você não puder fazer essa atividade devido à sua doença respiratória).

|   | Sim                      | Não                      |
|---|--------------------------|--------------------------|
| - praticar esportes ou jogos que impliquem esforço físico | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - sair de casa para me divertir                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - sair de casa para fazer compras                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - fazer o trabalho da casa                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - sair da cama ou da cadeira                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

B) A lista seguinte descreve uma série de outras atividades que o seu problema respiratório pode impedir você de realizar (você não tem que assinalar nenhuma das atividades, pretendemos apenas lembrá-lo das atividades que podem ser afetadas pela sua falta de ar).

|  |                          |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|
| - Passear a pé ou passear com o seu cachorro                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - fazer o trabalho doméstico ou jardinagem                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - ter relações sexuais   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - ir à igreja, bar ou a locais de diversão                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - sair com mau tempo ou permanecer em locais com fumaça de cigarro | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - visitar a família e os amigos ou brincar com as crianças         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Por favor, escreva qualquer outra atividade importante que sua doença respiratória pode impedir você de fazer:

---



---



---

C) Assinale com um "x" somente a resposta que melhor define a forma como você é afetado/a pela sua doença respiratória:

|  |                          |
|--|--------------------------|
| - não me impede de fazer nenhuma das coisas que eu gostaria de fazer | <input type="checkbox"/> |
| - me impede de fazer uma ou duas coisas que eu gostaria de fazer     | <input type="checkbox"/> |
| - me impede de fazer a maioria das coisas que eu gostaria de fazer   | <input type="checkbox"/> |
| - me impede de fazer tudo o que eu gostaria de fazer                 | <input type="checkbox"/> |

Obrigado por responder ao questionário. Antes de terminar, verifique se você respondeu a todas as perguntas.



10.3 ESCALA MODIFICADA *MEDICAL RESEARCH COUNCIL*

QUADRO 1  
Índice de dispnéia modificado do MRC

---

- 0 – Tenho falta de ar ao realizar exercício intenso.
  - 1 – Tenho falta de ar quando apresso o meu passo, ou subo escadas ou ladeira.
  - 2 – Preciso parar algumas vezes quando ando no meu passo, ou ando mais devagar que outras pessoas de minha idade.
  - 3 – Preciso parar muitas vezes devido à falta de ar quando ando perto de 100 metros, ou poucos minutos de caminhada no plano.
  - 4 – Sinto tanta falta de ar que não saio de casa, ou preciso de ajuda para me vestir ou tomar banho sozinho.
- 

Fonte: Jornal Brasileiro de Pneumologia [23].

## 10.4 ESCALA DE BORG

|            |                             |
|------------|-----------------------------|
| <b>0</b>   | <b>Nenhuma</b>              |
| <b>0,5</b> | <b>Muito, muito leve</b>    |
| <b>1</b>   | <b>Muito leve</b>           |
| <b>2</b>   | <b>Leve</b>                 |
| <b>3</b>   | <b>Moderada</b>             |
| <b>4</b>   | <b>Pouco intensa</b>        |
| <b>5</b>   | <b>Intensa</b>              |
| <b>6</b>   |                             |
| <b>7</b>   | <b>Muito intensa</b>        |
| <b>8</b>   |                             |
| <b>9</b>   | <b>Muito, muito intensa</b> |
| <b>10</b>  | <b>Máxima</b>               |

Fonte: BORG (1982) [24].

## 10.5 ESCALA DE EFICÁCIA DE QUEDAS – INTERNACIONAL

| <b>Escala de eficácia de quedas – Internacional – Brasil (FES-I-Brasil)</b>   |                         |                     |                  |                         |
|---|-------------------------|---------------------|------------------|-------------------------|
| Agora nós gostaríamos de fazer algumas perguntas sobre qual é sua preocupação a respeito da possibilidade de cair. Por favor, responda imaginando como você normalmente faz a atividade. Se você atualmente não faz a atividade (por ex. alguém vai às compras para você), responda de maneira a mostrar como você se sentiria em relação a quedas se você tivesse que fazer essa atividade. Para cada uma das seguintes atividades, por favor, marque o quadradinho que mais se aproxima de sua opinião sobre o quão preocupado você fica com a possibilidade de cair, se você fizesse esta atividade. |                         |                     |                  |                         |
|   | Nem um pouco preocupado | Um pouco preocupado | Muito preocupado | Extremamente preocupado |
|   | 1                       | 2                   | 3                | 4                       |
| 1. Limpando a casa (ex: passar pano, aspirar ou tirar a poeira)   | 1                       | 2                   | 3                | 4                       |
| 2. Vestindo ou tirando a roupa  | 1                       | 2                   | 3                | 4                       |
| 3. Preparando refeições simples   | 1                       | 2                   | 3                | 4                       |
| 4. Tomando banho  | 1                       | 2                   | 3                | 4                       |
| 5. Indo às compras  | 1                       | 2                   | 3                | 4                       |
| 6. Sentando ou levantando de uma cadeira  | 1                       | 2                   | 3                | 4                       |
| 7. Subindo ou descendo escadas  | 1                       | 2                   | 3                | 4                       |
| 8. Caminhando pela vizinhança   | 1                       | 2                   | 3                | 4                       |
| 9. Pegando algo acima de sua cabeça ou do chão  | 1                       | 2                   | 3                | 4                       |
| 10. Indo atender o telefone antes que pare de tocar   | 1                       | 2                   | 3                | 4                       |
| 11. Andando sobre superfície escorregadia (ex: chão molhado)  | 1                       | 2                   | 3                | 4                       |
| 12. Visitando um amigo ou parente   | 1                       | 2                   | 3                | 4                       |
| 13. Andando em lugares cheios de gente  | 1                       | 2                   | 3                | 4                       |
| 14. Caminhando sobre superfície irregular (com pedras, esburacada)  | 1                       | 2                   | 3                | 4                       |
| 15. Subindo ou descendo uma ladeira   | 1                       | 2                   | 3                | 4                       |
| 16. Indo a uma atividade social (ex: ato religioso, reunião de família ou encontro no clube)  | 1                       | 2                   | 3                | 4                       |

Fonte: Camargos et al. (2010) [44].

## 10.6 TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

#### **Grupo Casos**

Nº do projeto GPPG ou CAAE \_\_\_\_\_

Título do Projeto: “RESPOSTAS DE POTÊNCIA MUSCULAR E PARÂMETROS FUNCIONAIS EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA: COMPARAÇÃO E POSSÍVEIS ASSOCIAÇÕES”

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa porque tem diagnóstico de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Os objetivos desse estudo serão analisar a associação entre a potência muscular de membros inferiores e parâmetros funcionais em pacientes com DPOC, além de comparar o desempenho de pacientes com DPOC com sujeitos sem a doença nos testes de potência muscular, nos testes funcionais e nos questionários. Esta pesquisa está sendo realizada pelo Serviço de Pneumologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA).

Se você aceitar participar da pesquisa, os procedimentos envolvidos em sua participação são os seguintes:

- Teste de função pulmonar: será realizado um teste para quantificar a capacidade funcional do seu pulmão, verificando se há dificuldade respiratória. Caso você já tenha realizado esse teste no serviço de pneumologia, os valores registrados no seu prontuário serão utilizados para a pesquisa. Por isso, solicitamos a sua autorização para realizar este acesso;

- Questionários: será pedido que você responda 5 questionários curtos. Esses questionários permitirão compreender se você sente falta de ar nas suas atividades diárias, se você teve alguma queda nos últimos tempos, se você tem medo de cair no seu dia-dia e a quantidade de atividades físicas que você pratica. Caso você tenha algum problema para a leitura dos questionários, será pedido que informe ao pesquisador;

- Teste de potência muscular: para análise da capacidade de fazer força rapidamente com as suas pernas, será pedido que você realize um total de 6 saltos no local. Será dado um intervalo grande entre cada salto para que ocorra sua recuperação completa. Como medida de segurança, a área em torno da região que você irá realizar os saltos será coberta com um tapete de borracha. Além disso, dois avaliadores estarão próximos a você nos testes para servir de apoio caso você se desequilibre.

- Testes funcionais: para análise de sua capacidade de realizar as atividades físicas será pedido que você realize 7 testes:

- 1) Será pedido que você caminhe em uma velocidade confortável por 15 metros;
- 2) Será pedido que você caminhe na maior velocidade possível em uma distância de 10 metros;
- 3) Será pedido que você fique equilibrado em um pé só pelo tempo máximo de 45 segundos, esse teste será realizado com os olhos abertos e fechados;
- 4) Será pedido que levante de uma cadeira e percorra um trajeto de 6 metros para retornar a cadeira e sentar no menor tempo possível;
- 5) Será pedido para você sentar e levantar de uma cadeira o máximo de vezes possível em 30 segundos;
- 6) Será pedido que você suba 10 degraus de escada em menor tempo possível;
- 7) Será pedido que você percorra caminhando a máxima distância em 6 minutos.

- Medidas antropométricas: para realização desta avaliação será necessário medir a sua altura e peso. Também será necessário realizar medidas de dobras cutâneas e circunferências (abdominal, braço, perna), além da medição do comprimento da perna. As dobras cutâneas serão medidas no braço, na perna e no abdômen com um instrumento chamado plicômetro, que irá puxar levemente a pele, em movimento semelhante ao de uma pinça.

Os testes podem ser interrompidos em caso de dificuldade de respirar, dor no peito, cansaço extremo, alteração importante na pressão arterial, outro sintoma relatado durante o teste, ou por sua simples vontade.

As avaliações serão realizadas em dois dias. Entre cada dia de avaliação haverá um descanso mínimo de 48 horas. No primeiro dia a visita durará em torno de 2 horas e no segundo dia a visita irá durar 1 hora aproximadamente.

Os possíveis riscos ou desconfortos decorrentes da participação na pesquisa são: Desconfortos: cansaço e falta de ar, tontura, dor de cabeça, dor no peito e nas pernas. Riscos: Quedas durante a realização dos testes. Porém, para diminuir esse risco, terá sempre dois avaliadores próximos a você nos testes para servir de apoio caso você se desequilibre.

Para sua segurança, os testes serão realizados no Serviço de Pneumologia do HCPA que também estará à disposição para qualquer problema que venha a ocorrer durante a realização de todas as avaliações. Caso algum problema acontecer durante os testes, como: dificuldades de respirar, dor no peito, cansaço extremo, alteração importante da pressão arterial, desmaio, dormência nos membros ou queda, o participante será imediatamente atendido pelo médico do Serviço de Pneumologia e lhe será dado todo atendimento necessário.

Os possíveis benefícios decorrentes da participação na pesquisa são saber a sua capacidade de realizar atividade física da vida diária bem como as condições da sua função pulmonar. Além disso, o resultado do teste que analisa a capacidade de fazer força rapidamente com as suas pernas poderá ajudar na prescrição de exercícios para pacientes com DPOC.

Sua participação na pesquisa é totalmente voluntária, ou seja, não é obrigatória. Caso você decida não participar, ou ainda, desistir de participar e retirar seu consentimento, não haverá nenhum prejuízo ao atendimento que você recebe ou possa vir a receber na instituição.

Não está previsto nenhum tipo de pagamento pela sua participação na pesquisa e você não terá nenhum custo com respeito aos procedimentos envolvidos.

Caso ocorra alguma intercorrência ou dano, resultante de sua participação na pesquisa, você receberá todo o atendimento necessário, sem nenhum custo pessoal.

Os dados coletados durante a pesquisa serão sempre tratados confidencialmente. Os resultados serão apresentados de forma conjunta, sem a identificação dos participantes, ou seja, o seu nome não aparecerá na publicação dos resultados.

Caso você tenha dúvidas, poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável Profa. Dra. Marli Maria Knorst, pelo telefone (51) 33598141, Prof. Dr. Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga, pelo telefone (51) 3308-5817, bem como o pesquisador Pedro Schons, pelo telefone (51) 997558197 ou com o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), pelo telefone (51) 33597640, ou no 2º andar do HCPA, sala 2227, de segunda à sexta, das 8h às 17h.

Esse Termo é assinado em duas vias, sendo uma para o participante e outra para os pesquisadores.

---

Nome do participante da pesquisa

---

Assinatura

---

Nome do pesquisador que aplicou o Termo

---

Assinatura

Local e Data: \_\_\_\_\_

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### Grupo Controles

Nº do projeto GPPG ou CAAE \_\_\_\_\_

Título do Projeto: “RESPOSTAS DE POTÊNCIA MUSCULAR E PARÂMETROS FUNCIONAIS EM PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA: COMPARAÇÃO E POSSÍVEIS ASSOCIAÇÕES”

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa cujos objetivos serão analisar a associação entre a potência muscular de membros inferiores e parâmetros funcionais em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), além de comparar o desempenho de pacientes com DPOC com sujeitos sem a doença nos testes de potência muscular, nos testes funcionais e nos questionários. Esta pesquisa está sendo realizada pelo Serviço de Pneumologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA).

Para realização do estudo é necessário comparar os resultados obtidos com o grupo de pacientes que apresentam DPOC com um grupo de pessoas que não apresenta esta doença. Você está sendo convidado para participar do grupo controle do estudo, ou seja, que não possui doença pulmonar.

Se você aceitar participar da pesquisa, os procedimentos envolvidos em sua participação são os seguintes:

- Teste de função pulmonar: será realizado um teste para quantificar a capacidade funcional do seu pulmão, verificando se há dificuldade respiratória. Caso você já tenha realizado esse teste no serviço de pneumologia, os valores registrados no seu prontuário serão utilizados para a pesquisa. Por isso, solicitamos a sua autorização para realizar este acesso;

- Questionários: será pedido que você responda 5 questionários curtos. Esses questionários permitirão compreender se você sente falta de ar nas suas atividades diárias, se você teve alguma queda nos últimos tempos, se você tem medo de cair no seu dia-dia e a quantidade de atividades físicas que você pratica. Caso você tenha algum problema para a leitura dos questionários, será pedido que informe ao pesquisador;

- Teste de potência muscular: para análise da capacidade de fazer força rapidamente com as suas pernas, será pedido que você realize um total de 6 saltos no local. Será dado um intervalo grande entre cada salto para que ocorra sua recuperação completa. Como medida de segurança, a área em torno da região que você irá realizar os saltos será coberta com um tapete de borracha. Além disso, dois avaliadores estarão próximos a você nos testes para servir de apoio caso você se desequilibre.

- Testes funcionais: para análise de sua capacidade de realizar as atividades físicas será pedido que você realize 7 testes:

- 1) Será pedido que você caminhe em uma velocidade confortável por 15 metros;
- 2) Será pedido que você caminhe na maior velocidade possível em uma distância de 10 metros;
- 3) Será pedido que você fique equilibrado em um pé só pelo tempo máximo de 45 segundos, esse teste será realizado com os olhos abertos e fechados;
- 4) Será pedido que levante de uma cadeira e percorra um trajeto de 6 metros para retornar a cadeira e sentar no menor tempo possível;
- 5) Será pedido para você sentar e levantar de uma cadeira o máximo de vezes possível em 30 segundos;
- 6) Será pedido que você suba 10 degraus de escada em menor tempo possível;
- 7) Será pedido que você percorra caminhando a máxima distância em 6 minutos.

- Medidas antropométricas: para realização desta avaliação será necessário medir a sua altura e peso. Também será necessário realizar medidas de dobras cutâneas e circunferências (abdominal, braço, perna), além da medição do comprimento da perna. As dobras cutâneas serão medidas no braço, na perna e no abdômen com um instrumento chamado plicômetro, que irá puxar levemente a pele, em movimento semelhante ao de uma pinça.

Os testes podem ser interrompidos em caso de dificuldade de respirar, dor no peito, cansaço extremo, alteração importante na pressão arterial, outro sintoma relatado durante o teste, ou por sua simples vontade.

As avaliações serão realizadas em dois dias. Entre cada dia de avaliação haverá um descanso mínimo de 48 horas. No primeiro dia a visita durará em torno de 2 horas e no segundo dia a visita irá durar 1 hora aproximadamente.

Os possíveis riscos ou desconfortos decorrentes da participação na pesquisa são: Desconfortos: cansaço e falta de ar, tontura, dor de cabeça, dor no peito e nas pernas. Riscos: Quedas durante a realização dos testes. Porém, para diminuir esse risco, terá sempre dois avaliadores próximos a você nos testes para servir de apoio caso você se desequilibre.

Para sua segurança, os testes serão realizados no Serviço de Pneumologia do HCPA que também estará à disposição para qualquer problema que venha a ocorrer durante a realização de todas as avaliações. Caso algum problema acontecer durante os testes, como: dificuldades de respirar, dor no peito, cansaço extremo, alteração importante da pressão arterial, desmaio, dormência nos membros ou queda, o participante será imediatamente



atendido pelo médico do Serviço de Pneumologia e lhe será dado todo atendimento necessário.

Os possíveis benefícios decorrentes da participação na pesquisa são saber a sua capacidade de realizar atividade física da vida diária bem como as condições da sua função pulmonar. Além disso, o resultado do teste que analisa a capacidade de fazer força rapidamente com as suas pernas poderá ajudar na prescrição de exercícios para pacientes com DPOC.

Sua participação na pesquisa é totalmente voluntária, ou seja, não é obrigatória. Caso você decida não participar, ou ainda, desistir de participar e retirar seu consentimento, não haverá nenhum prejuízo ao atendimento que você recebe ou possa vir a receber na instituição.

Não está previsto nenhum tipo de pagamento pela sua participação na pesquisa e você não terá nenhum custo com respeito aos procedimentos envolvidos.

Caso ocorra alguma intercorrência ou dano, resultante de sua participação na pesquisa, você receberá todo o atendimento necessário, sem nenhum custo pessoal.

Os dados coletados durante a pesquisa serão sempre tratados confidencialmente. Os resultados serão apresentados de forma conjunta, sem a identificação dos participantes, ou seja, o seu nome não aparecerá na publicação dos resultados.

Caso você tenha dúvidas, poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável Profa. Dra. Marli Maria Knorst, pelo telefone (51) 33598141, Prof. Dr. Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga, pelo telefone (51) 3308-5817, bem como o pesquisador Pedro Schons, pelo telefone (51) 997558197 ou com o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), pelo telefone (51) 33597640, ou no 2º andar do HCPA, sala 2227, de segunda à sexta, das 8h às 17h.

Esse Termo é assinado em duas vias, sendo uma para o participante e outra para os pesquisadores.

---

Nome do participante da pesquisa

---

Assinatura

---

Nome do pesquisador que aplicou o Termo

---

Assinatura

Local e Data: \_\_\_\_\_

## 10.7 CARTAZ DE DIVULGAÇÃO

**Projeto de pesquisa** seleciona voluntários para participar de pesquisa que investiga as **respostas de potência muscular e parâmetros funcionais em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica**. Necessita-se de voluntários que possam realizar os testes físicos que **não possuam doença respiratória** para constituir o grupo controle.

**Interessados devem preencher os critérios abaixo:**

- **Ter idade acima de 40 anos;**
- **Não ter doenças respiratórias;**
- **Não ter fumado nos últimos 3 meses;**
- **Não ter doenças cardiovasculares significativas;**
- **Não ter osteoporose;**
- **Não ter problemas que comprometam o exercício.**

Para maiores informações entrar em contato com:

Pedro

Fone: (51) 997558197 (8h às 20h)

Observação: ligações ou mensagens de texto

Email: pedroschons@hotmail.com

Pesquisadora Responsável: Profa. Dra. Marli Maria Knorst

Local de realização : Serviço de Pneumologia

Hospital de Clínicas de Porto Alegre

