

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar)
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE (CCBS)
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA (DFisio)
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA (PPGft)
LABORATÓRIO DE ESPIROMETRIA E FISIOTERAPIA RESPIRATÓRIA (LEFIR)

**INFLUÊNCIA DA FORÇA E POTÊNCIA MUSCULAR SOBRE O
DESEMPENHO FÍSICO DE INDIVÍDUOS COM DPOC**

SÃO CARLOS

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar)
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE (CCBS)
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA (DFisio)
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA (PPGFt)
LABORATÓRIO DE ESPIROMETRIA E FISIOTERAPIA RESPIRATÓRIA (LEFIR)

**INFLUÊNCIA DA FORÇA E POTÊNCIA MUSCULAR SOBRE O
DESEMPENHO FÍSICO DE INDIVÍDUOS COM DPOC**

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

Orientando: Leonardo Garbin Bueno

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Valéria Amorim Pires Di Lorenzo

SÃO CARLOS

2021

FOLHA DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

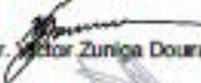
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Leonardo Garbin Bueno, realizada em 23/02/2021.

Comissão Julgadora:


Profa. Dra. Valéria Apertm Pires Di Lorenzo (UFSCar)


Prof. Dr. Victor Zuniga Dourado (UNIFESP)


Profa. Dra. Aniele Cristhine de Medeiros Takahashi (UFSCar)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer à Universidade Federal de São Carlos e ao Departamento de Fisioterapia, como um todo, pela oportunidade que tive de aprender tanto nesses dois anos. Agradeço à Prof^a Dr^a Valéria Amorim Pires Di Lorenzo por toda a orientação, aos meus colegas de laboratório pela amizade e companheirismo, aos ótimos professores que tive a oportunidade de conhecer e trabalhar, além de todas as outras pessoas especiais que convivi durante esse período.

Agradeço também à minha família por todo apoio e, especialmente, à minha namorada Bruna Vidal, que além de ser minha amada e companheira de todas as horas, me ajudou muito estando do meu lado em toda essa caminhada, tornando a jornada muito mais leve do que seria sem ela. Te amo muito! Acredito que levo muitas experiências boas da UFSCar que, com certeza, me ajudarão na construção da minha carreira. Realmente, só tenho que agradecer à tudo e à todos. Muito obrigado!

“Ninguém é tão sábio que não tenha algo para aprender e nem tão tolo que não tenha nada para ensinar”

Blaise Pascal

RESUMO

Introdução: A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é considerada uma das principais causas de morbidade e mortalidade em todo o mundo. Além das alterações pulmonares, várias manifestações extrapulmonares podem aparecer com o agravar da doença, entre as mais prevalentes encontra-se a disfunção muscular que, conseqüentemente, gera menor desempenho físico. Apesar da literatura prévia abordar a relação entre esses dois aspectos, ainda existem lacunas sobre a influência dos componentes da função muscular sobre o desempenho físico, avaliado por diferentes testes funcionais. **Objetivo:** Analisar a influência da função muscular de quadríceps sobre o desempenho físico, avaliado por meio do Teste de caminhada de 6 minutos (TC6) e do Teste de degrau de 6 minutos (TD6), em indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). **Métodos:** Trata-se de um estudo transversal e observacional que avaliou indivíduos com DPOC de ambos os sexos, com idade entre 60 e 80 anos. Foram necessários dois dias de avaliações com intervalo de uma semana, nos quais foram realizadas avaliações como anamnese; composição corporal com equipamento de bioimpedância elétrica; dispneia e atividade física diária com a escala mMRC e o questionário DASI, respectivamente. A função muscular de quadríceps foi avaliada por um dinamômetro computadorizado e o desempenho físico pelos testes TD6 e TC6. O cálculo do tamanho da amostra foi realizado usando o software G* Power versão 3.1.9.2. A análise estatística foi realizada pelo programa Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versão 21.0. A distribuição dos dados foi verificada pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk. As variáveis com distribuição paramétricas foram expressas em média \pm desvio padrão, enquanto as variáveis com distribuição não paramétricas foram expressas em mediana e intervalo interquartil. Para análise das correlações foram utilizados os coeficientes de correlação de Pearson, para variáveis paramétricas, e Spearman, para variáveis não paramétricas. Em seguida, se houvesse correlação entre força, resistência e potência com o desempenho no TC6 e TD6, seria aplicado um modelo de regressão linear múltipla para verificação dos fatores influenciadores (função muscular) na variável desfecho principal (desempenho físico – TC6 e TD6 - separadamente). **Resultados:** O pico de torque – 60°/s (Nm) e a potência – 90°/s (W) tiveram correlação positiva forte com o TD6 ($r = 0.729$ e 0.725 respectivamente; $p \leq 0,000$). As potências musculares – 60°/s e 90°/s (W) apresentaram correlação positiva moderada com o TC6 ($r = 0.576$ e 0.596 respectivamente; $p \leq 0,010$). Os resultados das regressões lineares múltiplas mostraram que o pico de torque – 60°/s (Nm) foi a variável com participação significativa no modelo com o TD6 (R^2 ajustado = 0.504 ; $p \leq 0,000$). Para o modelo envolvendo o TC6, a única variável incluída foi a potência muscular – 90°/s (W) (R^2 ajustado = 0.318 ; $p \leq 0,007$). **Conclusão:** A função muscular de quadríceps influencia diferentemente o desempenho físico avaliado por meio do TD6 e do TC6. Enquanto a força muscular foi capaz de explicar mais o desempenho no TD6, a potência muscular teve mais influência sobre a variação no TC6. Estes achados mostraram que força e potência do músculo quadríceps podem influenciar significativamente o desempenho de atividades físicas como subir e descer degraus e caminhar.

Descritores: Fisioterapia; Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; Dinamômetro de Força Muscular; Desempenho Físico; Exercício.

ABSTRACT

Background: Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is considered a major cause of morbidity and mortality worldwide. In addition to pulmonary changes, several extrapulmonary manifestations can appear with the worsening of the disease, among the most prevalent is muscle dysfunction, which consequently generates less physical performance. Despite the previous literature addressing the relationship between these two aspects, there are still gaps on the influence of the components of muscle function on physical performance, assessed by different functional tests. **Aim:** To analyze the influence of quadriceps muscle function on physical performance, assessed using the 6-minute walk test (6MWT) and the 6-minute step test (6MST), in individuals with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). **Methods:** This is a cross-sectional and observational study that evaluated individuals with COPD of both sexes, aged between 60 and 80 years. It took two days of evaluations with an interval of one week, in which evaluations were carried out as anamnesis; body composition with electrical bioimpedance equipment; dyspnea and daily physical activity with the mMRC scale and the DASI questionnaire, respectively; quadriceps muscle function by a computerized dynamometer and physical performance by Six Minute Step Test (6MST) and Six Minute Walk Test (6MWT). The sample size calculation was performed using G* Power software version 3.1.9.2. Statistical analysis was performed using the Statistical Package for Social Sciences (SPSS) version 21.0. Data distribution was verified by the Shapiro-Wilk normality test. Variables with parametric distribution were expressed as mean \pm standard deviation, while variables with non-parametric distribution were expressed as median and interquartile range. To analyze the correlations, Pearson's correlation coefficients were used for parametric variables and Spearman's for non-parametric variables. Then, if there was a correlation between the variables (strength, endurance or power with 6MWT and 6MST), a multiple linear regression model would be applied to verify the influencing factors (strength, endurance and power) in the main outcome variable (physical performance – 6MWT and 6MST – separately). **Results:** The peak torque - 60°/s (Nm) and power - 90°/s (W) had a strong positive correlation with the 6MST ($r = 0.729$ and 0.725 respectively; $p \leq 0,000$). Muscle powers - 60°/s and 90°/s (W) showed a moderate positive correlation with the 6MWT ($r = 0.576$ and 0.596 respectively; $p \leq 0,010$). The results of multiple linear regressions showed that the peak torque - 60°/s (Nm) was the variable with significant participation in the model with the 6MST (adjusted $R^2 = 0.504$; $p \leq 0,000$). For the model involving the 6MWT, the only variable included was muscle power - 90°/s (W) (adjusted $R^2 = 0.318$; $p \leq 0,007$). **Conclusion:** The quadriceps muscle function differently influences the physical performance assessed by means of the 6MST and 6MWT. While muscle strength was able to explain performance in the 6MST more, muscle power had more influence on the 6MWT variation. These findings showed that the strength and power of the quadriceps muscle can significantly influence the performance of physical activities such as walking up and down steps and walking.

Keywords: Physiotherapy; Pulmonar Disease, Chronic Obstructive; Muscle Strength Dynamometer; Physical Performance; Exercise.

SUMÁRIO

PREFÁCIO	8
CONTEXTUALIZAÇÃO	10
REFERÊNCIAS	16
MANUSCRITO	19
RESUMO	20
ABSTRACT	21
INTRODUÇÃO	22
MÉTODOS	25
Tipo de estudo	25
Aspectos éticos.....	25
Participantes	25
Avaliações	26
Análise estatística.....	30
RESULTADOS	32
DISCUSSÃO	36
CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	40
CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
APÊNDICES	44
ANEXOS	54

PREFÁCIO

A presente dissertação será apresentada como requisito para a obtenção do título de Mestre em Fisioterapia pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), SP - Brasil.

A dissertação está inserida na linha de pesquisa do Programa: “Fisioterapia Cardiovascular, Respiratória, Fisiologia do Exercício e Desempenho Funcional”. Além disso, está incluída na linha de pesquisa da orientadora Prof^ª Dr^ª Valéria Amorim Pires Di Lorenzo: “Avaliação da capacidade funcional e adaptações à reabilitação física em pacientes com doença pulmonar crônica clinicamente estáveis”.

O estudo tem como originalidade o fato de que a identificação e diferenciação de quais aspectos da função muscular de quadríceps podem influenciar mais o desempenho físico avaliado por diferentes testes funcionais pode direcionar futuras intervenções específicas, melhorando a função de membros inferiores durante essas atividades que são realizadas cotidianamente pela população com DPOC.

A contextualização engloba aspectos importantes como a fundamentação teórica e a justificativa para a realização do subsequente estudo que abrange esta dissertação. O manuscrito foi conduzido sob a supervisão da Prof^ª Dr^ª Valéria Amorim Pires Di Lorenzo, no Laboratório de Espirometria e Fisioterapia Respiratória (LEFiR) da UFSCar.

O manuscrito intitulado: “INFLUENCE OF MUSCLE STRENGTH AND POWER ON PHYSICAL PERFORMANCE IN INDIVIDUALS WITH COPD” teve como objetivo analisar a influência da função muscular de quadríceps sobre o desempenho físico, avaliado por meio do TC6 e do TD6, em indivíduos com DPOC. Foi observado que a função muscular de quadríceps influencia diferentemente o desempenho físico avaliado por meio do TD6 e do TC6. Enquanto a força muscular isométrica de quadríceps foi capaz de explicar mais o desempenho no TD6, a potência muscular teve mais influência sobre a variação no TC6. Os

principais avanços científicos proporcionados pelo presente estudo são que a força e potência do músculo quadríceps podem influenciar significativamente o desempenho de atividades físicas como subir e descer degraus e caminhar, respectivamente. Portanto, pesquisas futuras que objetivem realizar programas de reabilitação voltados para essa população terão a oportunidade de direcionar os exercícios terapêuticos para melhora desses dois componentes e, conseqüentemente, otimizar a função dos membros inferiores para a realização dessas duas tarefas especificamente.

Por fim, o estudo se caracteriza como relevante socialmente pois visa melhorar as condições físicas de saúde da população com DPOC, além de diminuir os gastos públicos com o manejo clínico de possíveis complicações desses indivíduos.

Descrição da dissertação para público leigo: O objetivo da pesquisa foi estudar a importância dos músculos da coxa para subir e descer degraus e caminhar, realizada em idosos com bronquite ou enfisema (DPOC). Como resultado, a força dos músculos da coxa foi mais importante para caminhar, enquanto a rapidez que se faz o movimento foi mais importante para subir e descer degraus.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1122641058639637>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4257-5000>

CONTEXTUALIZAÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é considerada uma das principais causas de morbidade e mortalidade em todo o mundo. Existem estimativas apontando que, até o ano de 2030, a doença estará no topo das causas de morte da população mundial (Ntritsos *et al.*, 2018). Nos últimos anos, a taxa de prevalência global atingiu a marca, aproximadamente, de 10% da população total (Li *et al.*, 2017).

Apesar do tabagismo ser, disparadamente, o principal fator de risco da doença, cerca de 20% das pessoas que desenvolvem a DPOC nunca fumaram em toda sua vida. Nesses indivíduos, as causas passam por fatores como exposição à níveis altos de poluição do ar, utilização de combustíveis com biomassa, exposição à poeira ou algum tipo de material orgânico em ambiente ocupacional, além do tabagismo passivo e sensibilidade anormal para certas substâncias inaladas (Ntritsos *et al.*, 2018). Outro fator de risco em potencial que não vem sendo levado em conta, como outros mais consolidados, é a descendência genética, que pode aumentar muito o risco de desenvolvimento da DPOC e pode estar envolvido com o grande número de casos subdiagnosticados da doença (Li *et al.*, 2017).

A definição mais atual da DPOC mostra que ela é uma síndrome sistêmica, pois atinge outros órgãos e sistemas do corpo além dos pulmões, e multimórbida, pois pode causar diversas complicações à longo prazo e está associada com outras comorbidades importantes (Agustí e Hogg, 2019). Contudo, a doença atinge principalmente o sistema respiratório, por meio de um processo inflamatório crônico das vias aéreas que ocasiona limitação do fluxo aéreo expiratório, perda da elasticidade e destruição irreversível das paredes alveolares (GOLD, 2020).

Essas alterações fisiopatológicas geram sintomas respiratórios que afetam a qualidade de vida de indivíduos com DPOC. Entre os principais estão a dispneia, tosse e a produção de secreção, além de outros menos comuns, mas não menos problemáticos, como aperto e congestão no peito ou respiração ofegante, além da fadiga. De qualquer forma, a frequência e intensidade dos sintomas pode variar, dependendo não somente da gravidade da doença e condição física, mas também de fatores ambientais e socioeconômicos (Miravittles e Ribera, 2017).

Além das alterações pulmonares, várias manifestações extrapulmonares podem aparecer com o agravar da doença. Entre as mais prevalentes encontra-se a disfunção

muscular, definida como a perda de força, resistência e/ou potência, que pode atingir simultaneamente as musculaturas respiratória e periférica, em menor ou maior grau (Barreiro e Gea, 2014). Apesar de, geralmente, existir uma relação de proporcionalidade entre essa disfunção e a gravidade da doença pulmonar, a literatura prévia sobre o tema vem mostrando que indivíduos com DPOC grave podem ter a integridade muscular relativamente preservada, enquanto em graus mais brandos da doença há indivíduos com maior perda de massa e força muscular (Jaitovich e Barreiro, 2018). Quando atinge os músculos respiratórios, essa disfunção pode causar consequências importantes como limitação ao exercício, insuficiência respiratória hipercápnica, aumento do risco de exacerbações e, conseqüentemente, pode levar à morte (Barreiro e Gea, 2014). Da mesma forma, a disfunção muscular de caráter periférico também é um potente preditor de mortalidade, independentemente da função pulmonar (Lemos *et al.*, 2013).

A fisiopatologia da disfunção muscular na DPOC pode ser explicada, primeiramente, pelos estímulos que iniciam o processo de degradação muscular, tais como o próprio tabagismo, a imobilização (em meio à hospitalização), má nutrição, infecções que geram exacerbações agudas da doença, hipoxemia, hipercapnia e uso crônico de corticoesteróides. Posteriormente, existem os fatores intrínsecos que mediam e subsidiam esse processo, que são a disfunção mitocondrial, o estresse oxidativo, dessensibilização do cálcio, supressão anabólica e alterações proteicas. Finalmente, fatores extrínsecos que consolidam essa disfunção são a hiperinsuflação, que leva a uma mudança de posicionamento e perda da eficiência contrátil do diafragma, além da hiperprodução de lactato e diminuição da tolerância ao exercício (Jaitovich e Barreiro, 2018).

Um estudo prévio, utilizando uma divisão didática, considerou 3 domínios que definem a integridade muscular: o aspecto anatômico (total de massa muscular disponível e eficaz para geração de trabalho), o metabólico (função das fibras musculares de transformar energia química em trabalho mecânico por meio do uso de substratos energéticos na geração de ATP) e o clínico/funcional (envolvendo fatores como a capacidade de gerar trabalho muscular, subdividido em componentes como força e resistência) (Jaitovich e Barreiro, 2018). Baseado nessa divisão o estudo afirma que, apesar desses fatores poderem estar prejudicados simultaneamente, existe a possibilidade dos aspectos terem condições independentes, ou seja, um pode ser mais afetado que o outro, confirmando o quão heterogênea pode ser a disfunção muscular na DPOC (Jaitovich e Barreiro, 2018).

Em um contexto mais amplo, pode-se considerar que essa disfunção tem influência tanto do descondicionamento da musculatura por desuso quanto por características de miopatia, (Maltais *et al.*, 2014; Couillard e Prefaut, 2005) que se dá pela diminuição das fibras lentas de tipo I e aumento das fibras rápidas de tipo II, o que configura uma atrofia seletiva para indivíduos com DPOC (Nyberg, Saey e Maltais, 2015). A disfunção muscular é mais prevalente na musculatura de membros inferiores, principalmente no músculo quadríceps, pois a musculatura de membros superiores pode estar preservada pela utilização mais frequente nas atividades básicas de vida diária. (Nyberg, Saey e Maltais, 2015).

Considerando a relevância da disfunção muscular na população com DPOC, destaca-se a importância da avaliação dos componentes previamente descritos nesses indivíduos. A função muscular periférica pode ser medida a partir de testes com dinamômetros computadorizados, considerados padrão-ouro e muito utilizados em outros estudos com DPOC (Frykholm *et al.*, 2018; Nyberg, Tornberg e Wadell, 2016; Maltais *et al.*, 2014). Vários protocolos estão disponíveis, objetivando avaliar aspectos diferentes como contrações estáticas (isométricas) ou dinâmicas, subdivididas em isocinéticas (ritmo constante) e isotônicas (carga constante). As contrações isométricas ou isocinéticas são recomendadas para avaliar a força muscular, definida como uma contração máxima que um grupo muscular consegue exercer contra uma força contrária. Para avaliar a resistência muscular, considerada como a capacidade de contração submáxima contra uma força contrária por um determinado período, diferentes protocolos que incluem medidas isocinéticas, isométricas ou isotônicas podem ser utilizados (Frykholm *et al.*, 2018). Por fim, simultaneamente às avaliações de força e resistência, pode-se medir a potência muscular, componente que vem ganhando cada vez mais espaço em estudos com DPOC, e é definida como a habilidade de produzir energia, com uma contração, em um curto período de tempo (Bui *et al.*, 2019).

Avaliar a presença de disfunção muscular periférica, principalmente de membros inferiores, traz informações sobre a possibilidade de consequências associadas a população com DPOC. Entre as principais está o prejuízo no desempenho físico, que envolve intolerância ao exercício, pior qualidade de vida e mortalidade prematura (Maltais *et al.*, 2014; Spruit *et al.*, 2013).

Segundo Bui *et al* (2017), existem algumas formas de se avaliar o desempenho físico de um indivíduo com DPOC. As mais fidedignas são os testes ergoespirométricos constantes

ou incrementais realizados em esteira ou cicloergômetro (testes máximos), seguido pelos testes de campo funcionais (testes submáximos). Os testes funcionais não tem a mesma especificidade dos testes máximos, no sentido de que não monitoram detalhadamente as variáveis cardiopulmonares e todas as respostas fisiológicas ao exercício, além de não proverem valores precisos de capacidade de exercício máxima e submáxima. Apesar disso, possuem as vantagens de serem de baixo custo, de exigirem pouco equipamento e refletirem mais as atividades de vida diária (AVD) do que os testes ergoespirométricos executados em laboratório.

Além disso, os testes funcionais são úteis para a determinação da tolerância ao exercício, identificação dos mecanismos envolvidos na limitação ao exercício, prescrição e direcionamento de exercícios físicos durante reabilitação pulmonar e obtenção de prognóstico em relação a exacerbações, hospitalizações e mortalidade (Bui *et al.*, 2017).

Em um outro estudo realizado no mesmo ano, Bui *et al* (2017) afirmaram que os testes funcionais tem a função de representar as AVD específicas de acordo com suas propriedades de mensuração, tais como manter a posição em pé, mudar a posição corporal, caminhar e se mover, carregar e/ou mover objetos, além de testes com dois ou mais componentes combinados. Entre os mais utilizados na população com DPOC está o Teste de caminhada de 6 minutos (TC6), que consiste em um teste de caminhada auto cadenciado que mede a distância percorrida de um indivíduo durante 6 minutos em um espaço plano de 30 metros. O TC6 tem sido amplamente utilizado em estudos clínicos e científicos com a população DPOC, apresentando forte validade, confiabilidade e responsividade, quando executado antes e depois de uma reabilitação pulmonar.

Além do TC6, Dal Corso *et al* (2013) citam, ainda, a modalidade dos testes de degrau, representantes da atividade funcional de subir e descer escadas, como importante fonte em potencial de avaliação do desempenho físico na DPOC. Esse grupo de testes possibilita a vantagem de, quando comparados aos testes funcionais de caminhada, necessitarem de menos espaço para sua realização devido a portabilidade e facilidade do uso do degrau.

Dentre esses, destaca-se o Teste do degrau de 6 minutos (TD6), um teste auto cadenciado realizado em um degrau com dimensões padronizadas, no qual mede-se a quantidade de vezes que o indivíduo é capaz de subir e descer do degrau durante o tempo de 6 minutos. Devido ao tempo de execução, é o teste com degrau que mais se aproxima do TC6, sendo validado para a população com DPOC (Pessoa *et al.*, 2014).

Entre os diversos fatores que podem influenciar o desempenho físico durante testes funcionais, a função muscular é um dos mais importantes, ainda mais em indivíduos com DPOC devido às particularidades relacionadas ao comportamento muscular dessa população. Quando busca-se a relação entre função muscular e desempenho físico na literatura prévia, dentro desse contexto, há uma gama de resultados para serem abordados e discutidos.

Estudos anteriores que relacionaram somente a força (tanto isométrica quanto isocinética), e não resistência muscular de quadríceps com o desempenho físico, no teste de caminhada de 6 minutos (TC6), obtiveram resultados divergentes. Enquanto alguns não encontraram relação significativa (Malaguti *et al.*, 2011; Hillman *et al.*, 2012; Bui *et al.*, 2019), outro estudo mostrou que esta variável pode explicar parcialmente o desempenho dos indivíduos no TC6 (Rodrigues *et al.*, 2009).

Em relação a resistência muscular, alguns estudos também fizeram sua associação com o desempenho físico. Um deles mostrou que a resistência de quadríceps está mais relacionada com a distância percorrida no TC6 do que a força muscular (Nyberg, Tornberg e Wadell, 2016). Já Lopes *et al* (2018) constataram que a resistência da musculatura de quadríceps teve maior capacidade preditiva do que a força muscular para o teste de exercício cardiopulmonar, e McNamara *et al* (2018) mostraram maior relação da resistência de quadríceps (representada pelo trabalho total em jaules) tanto com a distância percorrida no TC6 quanto com o pico do consumo de oxigênio (VO_2 pico) no teste ergoespirométrico.

Ainda existem estudos mais recentes que comprovaram que a potência muscular está relacionada com o desempenho nos testes físicos em indivíduos com DPOC, como o estudo de Bui *et al* (2019), que mostrou correlação moderada entre a potência muscular (Watts) e o desempenho total no Short Physical Performance Battery (SPPB), além do estudo de Hernández *et al* (2017) que obteve correlação moderada com a distância percorrida no TC6.

Ademais, há uma questão relacionada às evidências prévias mostrando que a função muscular de quadríceps influencia o desempenho em outros testes físicos além do TC6, como o teste do degrau de 6 minutos (TD6) que foi relacionado com a função muscular de quadríceps (representada pela potência, força isométrica e isocinética concêntrica) em obesos sedentários (Carvalho *et al.*, 2015), porém não em indivíduos com DPOC. De qualquer forma, estudos que comparam a influência da função muscular de quadríceps por meio de diferentes testes físicos são escassos na literatura.

Sendo assim, o presente estudo tem como ponto forte a identificação e diferenciação de quais aspectos da função muscular de quadríceps podem influenciar mais o desempenho físico avaliado por diferentes testes funcionais, utilizando-os como alvo de intervenções futuras específicas que melhorem a função de membros inferiores durante essas atividades, realizadas cotidianamente pela população com DPOC. Considerando que ainda não há consenso na literatura sobre quais componentes da função muscular periférica podem interferir no desempenho físico, além da importância terapêutica para direcionar intervenções futuras, justifica-se a realização desta dissertação de mestrado com o desenvolvimento do artigo intitulado: INFLUÊNCIA DA FORÇA E POTÊNCIA MUSCULAR SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO DE INDIVÍDUOS COM DPOC.

REFERÊNCIAS

- AGUSTÍ, A.; HOGG, J. C. Update on the pathogenesis of chronic obstructive pulmonary disease. **New England Journal of Medicine**, v. 381, n. 13, p. 1248-1256, 2019.
- BARREIRO, E.; GEA, J. Respiratory and limb muscle dysfunction in COPD. **COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease**, v. 12, n. 4, p. 413-426, 2015.
- BUI, K. L. *et al.* Reliability of quadriceps muscle power and explosive force, and relationship to physical function in people with chronic obstructive pulmonary disease: an observational prospective multicenter study. **Physiotherapy Theory and Practice**, p. 1-9, 2019.
- BUI, K. L. *et al.* Functional tests in chronic obstructive pulmonary disease, part 1: clinical relevance and links to the international classification of functioning, disability, and health. **Annals of the American Thoracic Society**, v. 14, n. 5, p. 778-784, 2017.
- BUI, K. L. *et al.* Functional tests in chronic obstructive pulmonary disease, part 2: measurement properties. **Annals of the American Thoracic Society**, v. 14, n. 5, p. 785-794, 2017.
- CARVALHO, L. P. *et al.* Prediction of cardiorespiratory fitness by the six-minute step test and its association with muscle strength and power in sedentary obese and lean young women: a cross-sectional study. **PloS one**, v. 10, n. 12, p. e0145960, 2015.
- COUILLARD, A.; PREFAUT, C. From muscle disuse to myopathy in COPD: potential contribution of oxidative stress. **European Respiratory Journal**, v. 26, n. 4, p. 703-719, 2005.
- DAL CORSO, S. *et al.* A symptom-limited incremental step test determines maximum physiological responses in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Respiratory medicine**, v. 107, n. 12, p. 1993-1999, 2013.
- FRYKHOLM, E. *et al.* Inter-day test–retest reliability and feasibility of isokinetic, isometric, and isotonic measurements to assess quadriceps endurance in people with chronic obstructive pulmonary disease: A multicenter study. **Chronic Respiratory Disease**, v. 16, p. 1–9, 2018.
- GLOBAL INITIATIVE FOR CHRONIC OBSTRUCTIVE DISEASE (GOLD). Global initiative for chronic Obstructive Disease: Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease, updated 2020, 2020.
- HERNÁNDEZ, M. *et al.* The relationships between muscle power and physical activity in older men with chronic obstructive pulmonary disease. **Journal of aging and physical activity**, v. 25, n. 3, p. 360-366, 2017.
- HILLMAN, C.M. *et al.* Relationship between body composition, peripheral muscle strength and functional exercise capacity in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. **Intern Med J**, v. 42, n. 5, p. 578-81, 2012.

JAITOVICH, A.; BARREIRO, E. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. What we know and can do for our patients. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 198, n. 2, p. 175-186, 2018.

LEMOS, F. A. *et al.* Lower limb musculoskeletal biomechanics in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **ASSOBRAFIR Ciência**, v. 4, n. 1, p. 43-57, 2013.

LI, L. S. K. *et al.* "What are my chances of developing COPD if one of my parents has the disease?" A systematic review and meta-analysis of prevalence of co-occurrence of COPD diagnosis in parents and offspring. **International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease**, v. 12, p. 403, 2017.

LOPES, A. J. *et al.* Ventilation distribution, pulmonary diffusion and peripheral muscle endurance as determinants of exercise intolerance in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Physiological research**, v. 67, n. 6, 2018.

MALAGUTI, C. *et al.* Relationship between peripheral muscle structure and function in patients with chronic obstructive pulmonary disease with different nutritional status. **J Strength Cond Res**, v. 25, n. 7, p.1795-803, 2011.

MALTAIS, F. *et al.* An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: update on limb muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 189, n. 9, p. e15-e62, 2014.

MCNAMARA, R. J. *et al.* Determinants of functional, peak and endurance exercise capacity in people with chronic obstructive pulmonary disease. **Respiratory medicine**, v. 138, p. 81-87, 2018.

MIRAVITLLES, M.; RIBERA, A. Understanding the impact of symptoms on the burden of COPD. **Respiratory research**, v. 18, n. 1, p. 67, 2017.

NTRITSOS, G. *et al.* Gender-specific estimates of COPD prevalence: a systematic review and meta-analysis. **International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease**, v. 13, p. 1507, 2018.

NYBERG, A.; SAEY, D.; MALTAIS, F. Why and how limb muscle mass and function should be measured in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Annals of the American Thoracic Society**, v. 12, n. 9, p. 1269-1277, 2015.

NYBERG, A.; TÖRNBERG, A.; WADELL, K. Correlation between limb muscle endurance, strength, and functional capacity in people with chronic obstructive pulmonary disease. **Physiotherapy Canada**, v. 68, n. 1, p. 46-53, 2016.

PESSOA, B. V. *et al.* Validity of the six-minute step test of free cadence in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Brazilian journal of physical therapy**, v. 18, n. 3, p. 228-236, 2014.

RODRIGUES, S. L. *et al.* The influence of lung function and muscular strength on the functional capacity of chronic obstructive pulmonary disease patients. **Rev Port Pneumol**, v. 15, n.2, p. 199-214, 2009.

SPRUIT, M. A. *et al.* An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 188, n. 8, p. e13-e64, 2013.

MANUSCRITO

*INFLUENCE OF MUSCLE STRENGTH AND POWER ON PHYSICAL PERFORMANCE
OF INDIVIDUALS WITH COPD*

Artigo submetido ao periódico COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease

RESUMO

Objetivo: Analisar a influência da função muscular de quadríceps sobre o desempenho físico, avaliado por meio do Teste de caminhada de 6 minutos (TC6) e do Teste de degrau de 6 minutos (TD6), em indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). **Métodos:** Trata-se de um estudo transversal e observacional que avaliou indivíduos com DPOC de ambos os sexos, com idade entre 60 e 80 anos. Além da caracterização da amostra, as principais avaliações feitas foram da função muscular de quadríceps por um dinamômetro computadorizado e o desempenho físico pelos testes TD6 e TC6. A análise estatística foi realizada pelo programa Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versão 21.0. **Resultados:** O pico de torque – 60°/s (Nm) e a potência – 90°/s (W) tiveram correlação positiva forte com o TD6 ($r = 0.729$ e 0.725 respectivamente; $p \leq 0.000$). As potências musculares – 60°/s e 90°/s (W) apresentaram correlação positiva moderada com o TC6 ($r = 0.576$ e 0.596 respectivamente; $p \leq 0.010$). Os resultados das regressões lineares múltiplas mostraram que o pico de torque – 60°/s (Nm) foi a variável com participação significativa no modelo com o TD6 (R^2 ajustado = 0.504; $p \leq 0.000$). Para o modelo envolvendo o TC6, a única variável incluída foi a potência muscular – 90°/s (W) (R^2 ajustado = 0.318; $p \leq 0.007$). **Conclusão:** A função muscular de quadríceps influencia diferentemente o desempenho físico avaliado por meio do TD6 e do TC6. Enquanto a força muscular foi capaz de explicar mais o desempenho no TD6, a potência muscular teve mais influência sobre a variação no TC6. Estes achados mostraram que força e potência do músculo quadríceps podem influenciar significativamente o desempenho de atividades físicas como subir e descer degraus e caminhar.

ABSTRACT

Aim: To analyze the influence of quadriceps muscle function on physical performance, assessed using the 6-minute walk test (6MWT) and the 6-minute step test (6MST), in individuals with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). **Methods:** This is a cross-sectional and observational study that evaluated individuals with COPD of both sexes, aged between 60 and 80 years. In addition to the characterization of the sample, the main assessments made were of quadriceps muscle function and physical performance. Statistical analysis was performed using the Statistical Package for Social Sciences (SPSS) version 21.0. **Results:** The peak torque - 60°/s (Nm) and power - 90°/s (W) had a strong positive correlation with the 6MST ($r = 0.729$ and 0.725 respectively; $p \leq 0.000$). Muscle powers - 60°/s and 90°/s (W) showed a moderate positive correlation with the 6MWT ($r = 0.576$ and 0.596 respectively; $p \leq 0.010$). The results of multiple linear regressions showed that the peak torque - 60°/s (Nm) was the variable with significant participation in the model with the 6MST (adjusted $R^2 = 0.504$; $p \leq 0.000$). For the model involving the 6MWT, the only variable included was muscle power - 90°/s (W) (adjusted $R^2 = 0.318$; $p \leq 0.007$). **Conclusion:** The quadriceps muscle function differently influences the physical performance assessed by means of the 6MST and 6MWT. While muscle strength was able to explain performance in the 6MST more, muscle power had more influence on the 6MWT variation. These findings showed that the strength and power of the quadriceps muscle can significantly influence the performance of physical activities such as walking up and down steps and walking.

INTRODUÇÃO

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é definida como uma síndrome sistêmica e multimórbida (Agustí e Hogg, 2019) que atinge principalmente o sistema respiratório, causada por processo inflamatório crônico das vias aéreas que acarreta limitação do fluxo aéreo expiratório, perda da elasticidade e destruição irreversível das paredes alveolares (GOLD, 2020).

Além das alterações pulmonares, várias manifestações extrapulmonares podem aparecer com o agravar da doença. Entre as extrapulmonares, a disfunção muscular periférica, definida como a perda de força e/ou resistência, é uma das mais prevalentes (Lemos *et al.*, 2013) e um potente preditor de mortalidade independentemente da função pulmonar. Esta pode ser dividida em local, na qual ocorre a redução da contratilidade muscular, inflamação local e alterações no sistema redox muscular, e sistêmica, na qual há influência de má nutrição alimentar, tratamento com corticoesteróides, hipoxemia, hipercapnia, inflamação sistêmica e desequilíbrio proteico. (Evans *et al.*, 2015; Maltais *et al.*, 2014).

De forma geral, essa disfunção tem influência tanto do descondicionamento da musculatura por desuso quanto por características de miopatia, (Maltais *et al.*, 2014; Couillard e Prefaut, 2005) que se dá pela diminuição das fibras lentas de tipo I e aumento das fibras rápidas de tipo II, o que configura uma atrofia seletiva para indivíduos com DPOC (Nyberg, Saey e Maltais, 2015). A disfunção muscular é mais prevalente na musculatura de membros inferiores, principalmente no músculo quadríceps, pois a musculatura de membros superiores pode estar preservada pela utilização mais frequente nas atividades de vida diária. (Nyberg, Saey e Maltais, 2015).

A função muscular periférica pode ser medida a partir de testes com dinamômetros computadorizados, considerados padrão-ouro e muito utilizados em outros estudos com DPOC (Frykholm *et al.*, 2018; Nyberg, Tornberg e Wadell, 2016; Maltais *et al.*, 2014). Vários protocolos estão disponíveis, objetivando aspectos diferentes como contrações estáticas (isométricas) ou dinâmicas, subdivididas em isocinéticas (ritmo constante) e isotônicas (carga constante). Contrações isométricas ou isocinéticas são recomendadas para avaliar a força muscular, definida como uma contração máxima que um grupo muscular consegue exercer contra uma resistência. Para avaliar a resistência muscular, considerada

como a capacidade de contração submáxima contra uma resistência por um determinado período, diferentes protocolos que incluem medidas isocinéticas, isométricas ou isotônicas podem ser utilizados (Frykholm *et al.*, 2018). Por fim, simultaneamente às avaliações de força e resistência, pode-se medir a potência muscular, definida como a habilidade de produzir energia em um curto período de tempo (Bui *et al.*, 2019).

Avaliar a presença de disfunção muscular periférica, principalmente de membros inferiores, traz informações sobre a possibilidade de consequências associadas a população com DPOC. Entre as principais está o prejuízo no desempenho físico, que envolve intolerância ao exercício, pior qualidade de vida e mortalidade prematura (Maltais *et al.*, 2014; Spruit *et al.*, 2013). Este desempenho pode ser definido como a habilidade de realizar atividades necessárias para viver de forma independente (Katz *et al.*, 2010), tais como ações que envolvam manter ou executar trocas posturais (ajoelhar-se ou agachar-se), transportar ou mover objetos, além de caminhar e se mover (caminhar pela rua ou subir e descer escadas) (ICF, 2001).

Estudos anteriores que relacionaram somente a força (tanto isométrica quanto isocinética), e não resistência muscular de quadríceps com o desempenho físico, no teste de caminhada de 6 minutos (TC6), obtiveram resultados divergentes. Enquanto alguns não encontraram relação significativa (Malaguti *et al.*, 2011; Hillman *et al.*, 2012; Bui *et al.*, 2019), outro estudo mostrou que esta variável pode explicar parcialmente o desempenho dos indivíduos no TC6 (Rodrigues *et al.*, 2009).

Em relação a resistência muscular, alguns estudos também fizeram sua associação com o desempenho físico. Um deles mostrou que a resistência de quadríceps está mais relacionada com a distância percorrida no TC6 do que a força muscular. (Nyberg, Tornberg e Wadell, 2016). Já Lopes *et al* (2018) constataram que a resistência da musculatura de quadríceps teve maior capacidade preditiva do que a força muscular para o teste de exercício cardiopulmonar, e McNamara *et al* (2018) mostraram maior relação da resistência de quadríceps (representada pelo trabalho total em jaules) tanto com a distância percorrida no TC6 quanto com o pico do consumo de oxigênio (VO₂ pico) no teste ergoespirométrico.

Ainda existem estudos mais recentes que comprovaram que a potência muscular está relacionada com o desempenho nos testes físicos em indivíduos com DPOC, como o estudo de Bui *et al* (2019), que mostrou correlação moderada entre a potência muscular (Watts) e o

desempenho no Short Physical Performance Battery (SPPB) e o estudo de Hernández *et al* (2017) que obteve correlação moderada com a distância percorrida no TC6.

Por outro lado, há uma questão importante relacionada às evidências prévias mostrando que a função muscular de quadríceps influencia o desempenho em outros testes físicos além do TC6, como o teste do degrau de 6 minutos (TD6) que foi relacionado com a função muscular de quadríceps (representada pela potência e força isométrica e isocinética concêntrica) em obesos sedentários (Carvalho *et al.*, 2015), porém não em indivíduos com DPOC. Atividades como subir e descer degraus pode ter maior relação com a função muscular de quadríceps por ser uma atividade que exige mais dos membros inferiores quando comparada à caminhada, seja pelo fato de ser realizada contra a gravidade ou por ser uma atividade mais exclusiva de membros inferiores. Entretanto, estudos que comparam a influência da função muscular de quadríceps por meio de diferentes testes físicos são escassos na literatura.

Diante do exposto, o estudo se justifica pela identificação e diferenciação de quais aspectos da função muscular de quadríceps explicam mais o desempenho físico avaliado por diferentes testes funcionais, utilizando-os como alvo de intervenções futuras específicas que melhorem a função de membros inferiores durante essas atividades, realizadas cotidianamente pela população com DPOC. As principais hipóteses do estudo são que a função muscular de quadríceps, independentemente do componente, terá mais influência sobre o desempenho do TD6 em comparação com o TC6 pela exigência muscular e metabólica dos dois testes, além de que os dois testes físicos terão mais influência da resistência muscular do que da força ou potência, haja visto que são testes com duração de 6 minutos e, portanto, teoricamente necessitam do metabolismo oxidativo para sua execução.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi analisar a influência da função muscular de quadríceps sobre o desempenho físico, avaliado por meio do TC6 e do TD6, em indivíduos com DPOC.

MÉTODOS

Tipo de estudo

Trata-se de um estudo transversal e observacional que foi realizado no período de março de 2019 a fevereiro de 2020 no Laboratório de Espirometria e Fisioterapia Respiratória da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Este estudo seguiu as recomendações do STROBE *statement* (von Elm et al., 2014).

A seleção dos participantes foi realizada de modo ativo, com indivíduos que frequentam os serviços de saúde, que estão sob acompanhamento médico e se encaixaram nos critérios de inclusão estabelecidos neste projeto. Após as explicações foi obtida a assinatura no termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Aspectos éticos

O presente projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (CAAE 23042919.9.0000.5504).

Participantes

Os critérios de inclusão dos participantes no presente estudo foram idade entre 60 e 80 anos; de ambos os sexos; diagnóstico espirométrico de DPOC - GOLD (VEF₁/ CVF < 0.70 após BD); em acompanhamento médico; com ou sem uso de oxigênio suplementar; ausência de exacerbação nas últimas 12 semanas; ausência de história de arritmias, angina instável e infarto do miocárdio nos últimos 3 meses; ausência de problemas ortopédicos, reumáticos, neuromusculares, vestibulares, cognitivos e visuais graves, além de dispositivos de auxílio à marcha, que impossibilitassem a deambulação e/ou subir e descer um degrau. Os indivíduos não poderiam estar envolvidos em programas de reabilitação de membros inferiores nos últimos 6 meses; não poderiam apresentar IMC ≤ 18 kg/m² ou ≥ 35 kg/m²; e não poderiam apresentar instabilidade hemodinâmica que contra indicasse a realização de atividades físicas. Os critérios de exclusão foram arritmias diagnosticadas previamente e/ou alterações instáveis dos sinais vitais durante as avaliações que impossibilitassem a realização dos testes físicos e a não participação em todas as avaliações.

Avaliações

Coleta de informações iniciais: Foram coletados os dados em uma ficha de avaliação individual com nome, idade, sexo, hábitos do tabagismo, sendo classificada como: “nunca fumou” (< 100 cigarros na vida), “ex-fumante” (3 meses atrás), ou “fumante” (< 3 meses) e a carga tabágica definida em anos/maço, além do histórico de atividade física (tempo transcorrido desde o último período de atividade física regular), o histórico de internação nos últimos três anos, uso de medicações habitual e disposição para realizar as avaliações. Foram verificados também os sinais vitais de repouso, sendo eles a frequência cardíaca (FC) e saturação periférica de oxigênio (SpO₂) que foram medidas por meio de oxímetro de pulso (Nonim®, modelo 2500, Minneapolis, Mn, USA), a frequência respiratória (FR) (número de incursões respiratórias em um minuto) e a pressão arterial não invasiva (PA) com um esfigmomanômetro aneróide e estetoscópio, com o objetivo de promover a segurança dos indivíduos durante os testes físicos e como parte da caracterização da amostra.

Composição corporal: Foi realizada por meio de um equipamento de bioimpedância elétrica chamado Body Composition Analyzer InBody 720 (Biospace Co. Ltd., Cerritos Corporate Dr., Unit C, Cerritos, USA). Esse equipamento mede a impedância total nas frequências de 1, 5, 50, 100, 500 e 1000 kHz. (Gažarová, Galšneiderová e Mečiarová, 2019). Antes da avaliação, os participantes foram orientados a permanecer em jejum por pelo menos 4 horas antes da realização do teste. Dados como o IMC (kg/m²), massa livre de gordura (kg) e percentual de gordura corporal (%) foram utilizados para caracterização da amostra.

Escala e Questionário: Foram aplicados a escala modificada do Medical Research Council (mMRC) que possibilita avaliar o grau de sensação de dispneia nas atividades de vida diária relatado pelo próprio indivíduo DPOC (Bestall *et al.*, 1999) e o questionário Duke Activity Status Index (DASI), que avalia atividades físicas diárias, com o objetivo de estimar o desempenho físico relacionado com as atividades físicas diárias desses indivíduos (Tavares *et al.*, 2012).

Função pulmonar: A espirometria foi realizada por operadores treinados em espirômetro portátil Microquark (Cosmed®) com objetivo de caracterização e confirmação do diagnóstico espirométrico de DPOC, seguindo as recomendações da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (2002). Vale esclarecer que foram definidos os critérios de gravidade da doença de acordo com a classificação de GOLD (2020).

Função muscular de quadríceps: O dinamômetro computadorizado Biodex System 3 Pro® (Biodex Medical Systems, Inc. 20 Ramsay Road, Shirley, New York, EUA) foi utilizado para avaliação da força e resistência muscular de quadríceps do membro inferior direito de indivíduos com DPOC. O equipamento foi calibrado previamente às avaliações e a correção do efeito da gravidade nas medidas de torque foi conduzida de acordo com o manual de instruções do equipamento (Biodex Multi Joint System, 2000). O posicionamento do indivíduo foi o padrão para avaliação de joelho: participante sentado com os quadris e joelhos flexionados a 90°, duas cintas estabilizadoras cruzando o tronco, e outra envolvendo a cintura. O eixo de rotação do dinamômetro foi alinhado ao epicôndilo lateral do fêmur (Malaguti *et al.*, 2011) e o braço de alavanca foi fixado distalmente na articulação do tornozelo, 5 cm acima do maléolo medial (Figura 1). A amplitude de movimento para as avaliações foi de 20° a 90° de flexão de joelho (extensão completa de joelho= 0°) para diminuição da resistência passiva de isquiotibiais.



Figura 1. Posicionamento para avaliação da função muscular de quadríceps no dinamômetro computadorizado (Biodex).

Durante as avaliações, os indivíduos receberam encorajamento verbal, de maneira vigorosa e padronizada, para estimular uma maior produção de força durante as contrações.

O estímulo ocorreu da seguinte maneira: “FORÇA, FORÇA PARA ESTICAR O JOELHO. A VOLTA PODE SER DEVAGAR”. Após o aquecimento com uma caminhada livre, os participantes realizaram uma familiarização com cada protocolo especificamente, que consistiu em 3 contrações submáximas e 2 contrações máximas.

Após um repouso de 3 minutos, iniciou-se o **protocolo de força** de avaliação isocinética no modo concêntrico composta por cinco repetições de contrações máximas, na velocidade de 60°/s. As variáveis isocinéticas analisadas foram pico de torque (Nm) e a potência média (W).

Em relação ao **protocolo de resistência** isocinética do quadríceps, o mesmo ocorreu em 15 contrações máximas em 90°/s (Franssen *et al.*, 2005) em um protocolo concêntrico com amplitude de movimento (ADM) determinada de 90 até 20° de flexão de joelho. Medidas como trabalho total (J) que é a produção de força ao longo de toda ADM e potência (W), que é a geração do pico de força no menor tempo possível, foram usadas na análise estatística.

É importante enfatizar que os dados da função muscular de quadríceps foram normalizados de acordo com a massa corporal de cada indivíduo com a seguinte fórmula: Variável/kg*100 (De Marche Baldon *et al.*, 2009).

Desempenho físico:

O Teste de caminhada de seis minutos (TC6) foi utilizado de acordo com as diretrizes da European Respiratory Society/American Thoracic Society (Holland *et al.*, 2014) (Figura 2). Houve monitorização dos principais sinais vitais como PA, FC, SpO2 e percepção de dispneia e fadiga de MMII (BORG CR-10) tanto no repouso, quanto imediatamente após o fim do teste e durante a recuperação do indivíduo. A distância percorrida ao final do teste foi registrada em metros e utilizada na análise estatística para avaliação do desempenho físico.



Figura 2. Teste de caminhada de 6 minutos (TC6)

O Teste do degrau de seis minutos (TD6) foi realizado em um degrau de 20 cm de acordo com o modelo proposto por Dal Corso *et al.* (2007) e padronizado conforme Pessoa (2014) (figura 3). As medidas da PA, FC, SpO2 e percepção de dispneia e fadiga de MMII (BORG CR-10) foram verificadas no repouso, imediatamente após os testes e no primeiro, terceiro e sexto minutos da recuperação. A quantidade de vezes que o participante subiu e desceu o degrau em 6 minutos foi representante do desempenho do indivíduo no teste e considerada para a análise estatística. (Arcuri *et al.*, 2016).



Figura 3. Teste do degrau de 6 minutos (TD6)

Análise estatística

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado usando o software G * Power (Versão 3.1.9.2; Kiel University, Alemanha) para os dados de correlação. Assim, foi utilizado o nível de significância $\alpha = 0,08$, $\beta = 0,8$ como parâmetros para as análises de correlação e estimado $r = 0,6$ para uma correlação moderada, o que resultou em um tamanho de amostra de 16 participantes.

Os resultados deste estudo foram analisados pelo programa Statistical Package for Social Sciences for Windows, versão 21.0 (SPSS Inc, Chicago, IL). A distribuição dos dados foi verificada pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk. As variáveis com distribuição paramétricas foram expressas em média \pm desvio padrão, enquanto as variáveis não paramétricas foram expressas em mediana e intervalo interquartil. Para análise das correlações foram utilizados os coeficientes de correlação de Pearson, para variáveis paramétricas, e Spearman, para variáveis não paramétricas. Em seguida, se houvesse correlação entre as variáveis, seria aplicado um modelo de regressão linear múltipla para

verificação dos fatores influenciadores (componentes da função muscular) sobre as variáveis que são o desfecho principal (desempenho no TD6 e TC6, separadamente). Os valores de r foram interpretados usando a seguinte categoria: $0 - 0.4 =$ baixa; $0.4 - 0.75 =$ moderada à forte; $0.75 - 1.00 =$ muito forte; (Fleiss, 1986). O nível de significância adotado foi de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

A figura 4 mostra o fluxograma de inclusão dos participantes do presente estudo.

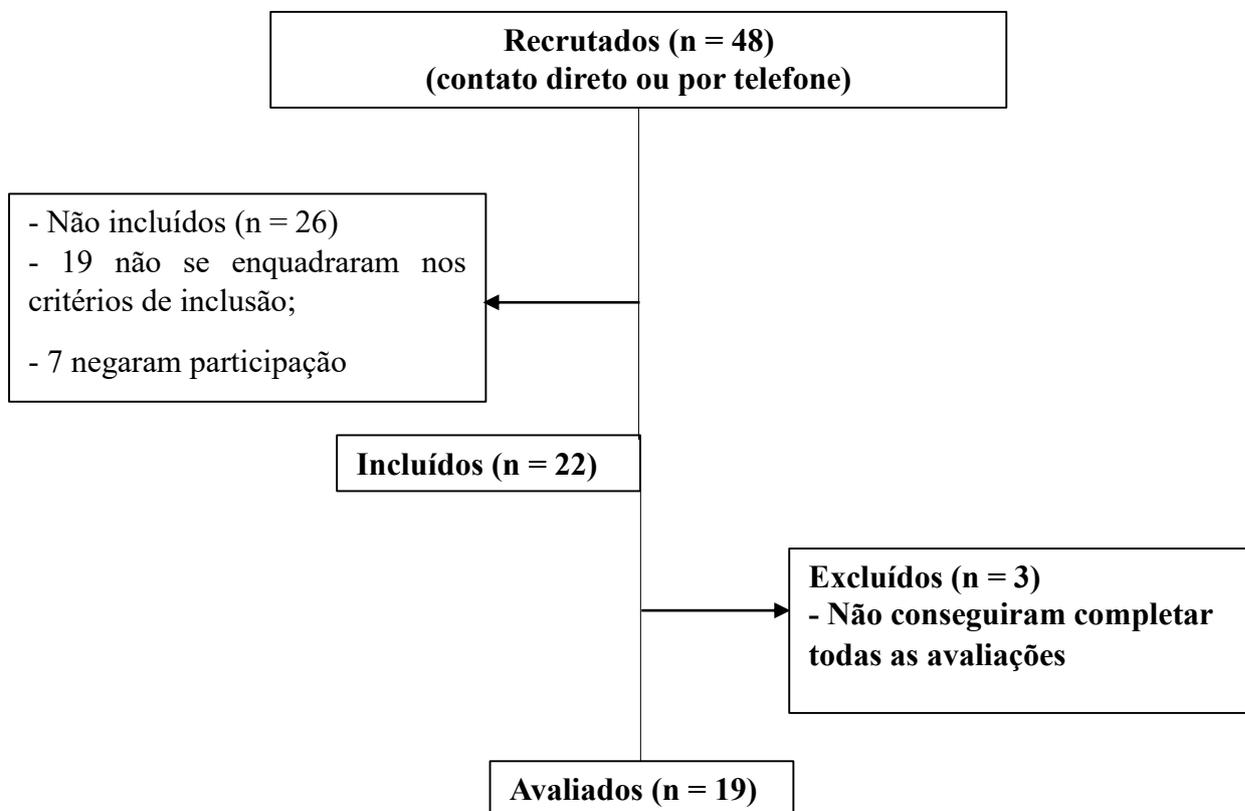


Figura 4. Fluxograma de inclusão dos indivíduos com DPOC

A tabela 1 apresenta as características demográficas, antropométricas, clínicas e funcionais. A amostra do estudo foi composta por idosos, na sua maioria do sexo masculino, eutróficos e com grau de obstrução moderado a grave.

Tabela 1. Características demográficas, antropométricas, clínicas e funcionais da amostra

Características	Total (n = 19)
Idade (anos)	67 ± 6
Sexo M/F (n)	15/4
IMC (kg/m ²)	26.1 ± 6.1
Massa magra livre de gordura (kg)	49.1 ± 8.6
Percentual de gordura corporal (%)	29.5 ± 10.3
VEF ₁ (% do predito)	53.7 ± 16.4
GOLD I/II/ III/ IV (n)	1/10/7/1
mMRC	1.7 (1 - 2)
DASI	30.7 ± 12
TD6 (ciclos)	82.6 ± 27.9
TC6 (m)	417 ± 97.2
Pico de torque - 60°/s (Nm/kg *100)	173.2 ± 51.3
Potência – 60°/s (W/kg*100)	62.5 ± 23.6
Trabalho total - 90°/s (J/kg*100)	1913.9 ± 979.5
Potência – 90°/s (W/kg*100)	64 ± 27.6

Dados apresentados em média ± desvio padrão e mediana (intervalo interquartil); M = masculino; F = feminino; IMC = Índice de massa corpórea; VEF₁ = Volume de fluxo expirado no primeiro segundo; GOLD = Iniciativa global para DPOC; mMRC = modified Medical Research Council; CAT = COPD Assesment Test; DASI = Duke Activity Status Index; TD6 = Teste do degrau de 6 minutos; TC6 = Teste de caminhada de 6 minutos.

As principais correlações entre os testes físicos e as variáveis da função muscular de quadríceps estão ilustradas na figura 5. Os gráficos A e C correspondem ao TD6 e os gráficos B e D ao TC6. O pico de torque – 60°/s (Nm) e a potência – 90°/s (W) tiveram correlação positiva forte com o TD6 ($r = 0.729$ e 0.725 respectivamente; $p \leq 0.000$) e moderada com o TC6 ($r = 0.564$ e 0.596 respectivamente; $p \leq 0.012$).

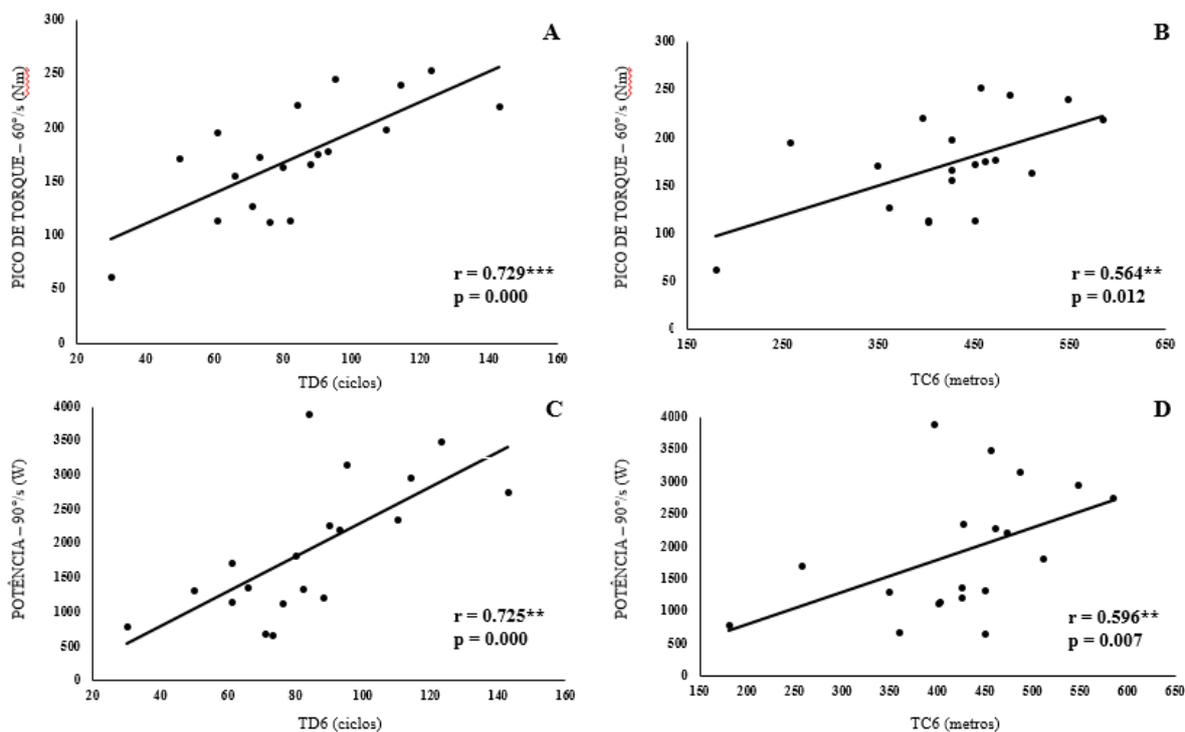


Figura 5. Correlações entre TD6 com pico de torque (A) e potência – 90°/s (C); Correlações entre TC6 com pico de torque (B) e potência – 90°/s (D).

A tabela 2 agrupa as regressões lineares múltiplas (modo passo a passo) entre os testes físicos e a função muscular de quadríceps. Os resultados mostraram que o pico de torque – 60°/s (Nm) foi a variável com participação significativa no modelo com o TD6 (R^2 ajustado = 0.504; $p \leq 0.000$). Para o modelo envolvendo o TC6, a variável incluída foi a potência muscular – 90°/s (W) (R^2 ajustado = 0.318; $p \leq 0.007$). As outras variáveis da função muscular foram automaticamente excluídas por não apresentarem relevância estatística para nenhum dos dois modelos.

Tabela 2. Regressões lineares múltiplas com os testes TD6 e TC6 entre força, resistência e potência muscular.

			R² ajustado	Beta	p
	Modelo	Força muscular: PT – 60°/s (Nm)	0.504	0.729	0.000*
TD6	Variável excluída	Potência muscular – 90°/s (W)	-	0.388	0.183
	Modelo	Potência muscular – 90°/s (W)	0.318	0.596	0.007*
TC6	Variável excluída	Força muscular: PT – 60°/s (Nm)	-	0.231	0.509

* = $p < 0.05$; TD6 = Teste do degrau de 6 minutos; TC6 = Teste de caminhada de 6 minutos; PT = Pico de torque.

DISCUSSÃO

Os principais achados do presente estudo mostraram que a função muscular de quadríceps teve influência diferente em relação ao desempenho nos dois testes físicos. A força muscular, representada pelo pico de torque, explicou 50,4% da variação do desempenho no TD6. Enquanto isso, a potência muscular (W), avaliada no protocolo de resistência – 90°/s, explicou 31,8% da variação no TC6.

Na literatura há alguns estudos prévios que tiveram como objetivo analisar o a influência da função muscular de quadríceps sobre o desempenho físico, principalmente usando o TC6. De acordo com os achados, houveram diferenças e semelhanças com o presente estudo.

O estudo de Rodrigues *et al* (2009) mostrou que a força muscular isométrica voluntária é um preditor significativo do desempenho no TC6 ($r^2 = 0.38$; $p = 0.002$). Porém, nesse estudo não foram avaliadas a potência ou resistência muscular, fato que impossibilitou uma comparação mais completa com os nossos desfechos.

Diferentemente do presente estudo, Nyberg, Tornberg e Wadell (2016) evidenciaram que a resistência muscular (avaliada em um dinamômetro computadorizado), quando comparada à força, tem mais influência sobre o desempenho físico no TC6 ($r = 0.616$; $p < 0.001$). De forma geral, a explicação dada pelos autores para tal resultado se dá pelo fato de que o desempenho físico tem mais semelhanças com a fisiologia da resistência muscular do que com a força, haja visto que testes funcionais que duram alguns minutos necessitam da utilização da via oxidativa como fonte energética. Contudo, é importante ressaltar que o estudo comparou apenas força e resistência muscular, não considerando a potência como possível variável influenciadora do desempenho no TC6, como realizado no presente estudo.

Além dos estudos já citados, há outros em que houve a constatação de que a potência muscular teve maior influência sobre a variação do desempenho físico. O estudo de Bui *et al* (2019) mostrou correlação moderada entre potência muscular e o teste SPPB em indivíduos com DPOC ($r = 0.457$; $p < 0.000$), justificando esse achado pelo fato de que mensurações dinâmicas estão mais relacionadas com determinantes do desempenho físico do que mensurações estáticas. Hernández *et al* (2017), encontraram uma correlação positiva moderada entre a distância percorrida no TC6 e a potência muscular ($r = 0.40$; $p = 0.013$), salientando que esse componente é o melhor preditor de limitações na mobilidade em tarefas

como, sentar e levantar, subir escadas ou caminhar em uma velocidade autocadenciada. Esse resultado corrobora o encontrado no presente estudo, já que a potência muscular superou tanto força quanto resistência e foi a principal variável da função muscular de quadríceps que explicou, parcialmente, a distância percorrida no TC6.

Segundo Reid e Fielding (2012), que avaliaram idosos saudáveis, a potência muscular é um preditor mais discriminativo do desempenho físico do que a força muscular por si só. Adicionalmente, mesmo que ainda não haja uma base fisiológica que explique diretamente o declínio da potência muscular com o envelhecimento, estudos sugerem que haja estreita relação com aspectos como a diminuição da ativação neuromuscular, além dos declínios tanto da massa quanto da força muscular, mudanças que podem ocorrer de forma ainda mais acentuada em indivíduos com DPOC (Reid *et al.*, 2014).

Essas considerações se tornam ainda mais relevantes se pensarmos em como aplicá-las durante treinamento físico, já que identificar a potência muscular como um componente essencial da reabilitação pode direcionar os exercícios resistidos a serem realizados por meio de contrações rápidas, com intensidade de leve a moderada (40 a 60% de 1 repetição máxima), otimizando o desenvolvimento desse componente específico. (Hernández *et al.*, 2017). É importante salientar que treinamentos para potência muscular vêm sendo realizados em idosos frágeis, se mostrando um método tolerado, seguro e efetivo (Reid e Fielding, 2012). Mesmo assim, pesquisas futuras que objetivem realizar esse tipo de treinamento em indivíduos com DPOC serão de grande importância para a comunidade científica.

Em relação à participação da força muscular sobre o desempenho no TD6, um estudo prévio mostrou resultados semelhantes. O estudo de Bonnevie *et al* (2019) verificou correlação moderada entre o TD6 e o teste de 1RM ($r = 0.40$; $p < 0.01$), e justificou esse achado pelo fato dos indivíduos com DPOC terem aumento das fibras rápidas do tipo II (relacionadas à força) em detrimento da diminuição das fibras lentas do tipo I (relacionadas à resistência). Por outro lado, um estudo prévio comprovou que o TD6 se correlaciona com o VO_2 pico, mostrando que o teste também exige participação da resistência (via oxidativa) durante sua execução (Grosbois *et al.*, 2016).

Levando em consideração estes dois achados, no presente estudo, os indivíduos que apresentaram mais força muscular (representada pelo pico de torque) também tiveram melhor desempenho no TD6. Isto pode ocorrer por terem predomínio da participação das fibras musculares do tipo II durante a execução do teste, principalmente se partirmos do

pressuposto de que todos os indivíduos com DPOC têm diminuição das fibras de resistência do tipo I, em menor ou maior grau. De qualquer forma, são necessários mais estudos futuros que foquem no TD6 como representante do desempenho físico dessa população e que investiguem como a função muscular, de quadríceps e de outros músculos de membros inferiores, se comporta durante a execução desse teste, tal qual representa uma atividade cotidiana essencial que é subir e descer escadas.

O presente estudo apresentou como limitações a pequena amostra de indivíduos com DPOC que impossibilitou a avaliação proporcional de indivíduos com diferentes gravidades da doença e de homens e mulheres, todavia, os resultados não sofreram viés devido a estas limitações e foram tanto estatísticas quanto clinicamente significativos. Outra limitação do estudo é que o desenho transversal restringiu uma relação de causa e efeito da função muscular do quadríceps com o desempenho físico, portanto, estudos longitudinais são necessários para confirmar e ampliar nossos achados. Por outro lado, o estudo trouxe contribuições relevantes quanto à influência da força e potência sobre o desempenho físico avaliado pelo TD6 e TC6. Estes componentes da função muscular poderão ser estudados em projetos futuros, com amostra maior, tendo o intuito de esclarecer questionamentos e direcionar a intervenção terapêutica desses indivíduos.

Por fim, o estudo confirmou a hipótese de que a função muscular de quadríceps tem mais influência sobre o desempenho no TD6 em comparação com o TC6, fato demonstrado pelos resultados das regressões lineares múltiplas. Entretanto, não foi atingida a hipótese inicial de que a resistência muscular poderia explicar mais o desempenho nos testes físicos, em comparação com força e potência muscular. Este desfecho pode ter ocorrido pois os indivíduos com DPOC, mesmo em testes com duração de 6 minutos, dependem mais dos componentes de força e potência muscular devido a limitação do metabolismo oxidativo característico da própria doença.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a função muscular de quadríceps influencia diferentemente o desempenho físico avaliado por meio do TD6 e do TC6. Enquanto a força muscular foi capaz de explicar mais o desempenho no TD6, a potência muscular teve mais influência sobre a variação no TC6. Estes achados mostraram que força e potência do músculo quadríceps, podem influenciar significativamente o desempenho de atividades físicas como subir e descer degraus e caminhar.

REFERÊNCIAS

- AGUSTÍ, A.; HOGG, J. C. Update on the pathogenesis of chronic obstructive pulmonary disease. **New England Journal of Medicine**, v. 381, n. 13, p. 1248-1256, 2019.
- ARCURI, J. F. *et al.* Validity and reliability of the 6-minute step test in healthy individuals: a cross-sectional study. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 26, n. 1, p. 69-75, 2016.
- BESTALL, J. C. *et al.* Usefulness of the Medical Research Council (MRC) dyspnea scale as a measure of disability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax**, v. 54, n. 7, p. 581-586, 1999.
- BONNEVIE, T. *et al.* The six-minute stepper test is related to muscle strength but cannot substitute for the one repetition maximum to prescribe strength training in patients with COPD. **International journal of chronic obstructive pulmonary disease**, v. 14, p. 767, 2019.
- BUI, K. L. *et al.* Reliability of quadriceps muscle power and explosive force, and relationship to physical function in people with chronic obstructive pulmonary disease: an observational prospective multicenter study. **Physiotherapy Theory and Practice**, p. 1-9, 2019.
- CARVALHO, L. P. *et al.* Prediction of cardiorespiratory fitness by the six-minute step test and its association with muscle strength and power in sedentary obese and lean young women: a cross-sectional study. **PloS one**, v. 10, n. 12, p. e0145960, 2015.
- COUILLARD, A.; PREFAUT, C. From muscle disuse to myopathy in COPD: potential contribution of oxidative stress. **European Respiratory Journal**, v. 26, n. 4, p. 703-719, 2005.
- DAL CORSO, S. *et al.* A step test to assess exercise-related oxygen desaturation in interstitial lung disease. **European Respiratory Journal**, v. 29, n. 2, p. 330-336, 2007.
- DE MARCHE BALDON, R. *et al.* Eccentric hip muscle function in females with and without patellofemoral pain syndrome. **Journal of athletic training**, v. 44, n. 5, p. 490-496, 2009.
- EVANS, R. A. *et al.* Is quadriceps endurance reduced in COPD? a systematic review. **Chest**, v. 147, n. 3, p. 673-684, 2015.
- FLEISS, R.L. **The design and analysis of clinical experiment**. New York: John Wiley and Sons, 1986.
- FRANSSSEN, F. M. *et al.* Limb muscle dysfunction in COPD: effects of muscle wasting and exercise training. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 37, n. 1, p. 2-9, 2005.
- FRYKHOLM, E. *et al.* Inter-day test–retest reliability and feasibility of isokinetic, isometric, and isotonic measurements to assess quadriceps endurance in people with chronic obstructive pulmonary disease: A multicenter study. **Chronic Respiratory Disease**, v. 16, p. 1–9, 2018.

GLOBAL INITIATIVE FOR CHRONIC OBSTRUCTIVE DISEASE (GOLD). Global initiative for chronic Obstructive Disease: Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease, updated 2020, 2020.

GROSBOIS, J. M. *et al.* Six-minute stepper test: a valid clinical exercise tolerance test for COPD patients. **International journal of chronic obstructive pulmonary disease**, v. 11, p. 657, 2016.

HERNÁNDEZ, M. *et al.* The relationships between muscle power and physical activity in older men with chronic obstructive pulmonary disease. **Journal of aging and physical activity**, v. 25, n. 3, p. 360-366, 2017.

HILLMAN, C.M. *et al.* Relationship between body composition, peripheral muscle strength and functional exercise capacity in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Intern Med J*, v. 42, n. 5, p. 578-81, 2012.

HOLLAND, A.E. *et al.* An official European Respiratory Society/American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease. **Eur Respir J**, v. 44, p. 1428–1446, 2014.

KATZ, Patricia P. *et al.* Disability in valued life activities among individuals with COPD and other respiratory conditions. **Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention**, v. 30, n. 2, p. 126, 2010.

LEMOIS, F. A. *et al.* Lower limb musculoskeletal biomechanics in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **ASSOBRAFIR Ciência**, v. 4, n. 1, p. 43-57, 2013.

LI, L. S. K. *et al.* “What are my chances of developing COPD if one of my parents has the disease?” A systematic review and meta-analysis of prevalence of co-occurrence of COPD diagnosis in parents and offspring. **International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease**, v. 12, p. 403, 2017.

LOPES, A. J. *et al.* Ventilation distribution, pulmonary diffusion and peripheral muscle endurance as determinants of exercise intolerance in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Physiological research**, v. 67, n. 6, 2018.

MALAGUTI, C. *et al.* Relationship between peripheral muscle structure and function in patients with chronic obstructive pulmonary disease with different nutritional status. *J Strength Cond Res*, v. 25, n. 7, p.1795-803, 2011.

MALTAIS, F. *et al.* An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: update on limb muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 189, n. 9, p. e15-e62, 2014.

MCNAMARA, R. J. *et al.* Determinants of functional, peak and endurance exercise capacity in people with chronic obstructive pulmonary disease. **Respiratory medicine**, v. 138, p. 81-87, 2018.

MIRAVITLLES, M.; RIBERA, A. Understanding the impact of symptoms on the burden of COPD. **Respiratory research**, v. 18, n. 1, p. 67, 2017.

NTRITSOS, G. *et al.* Gender-specific estimates of COPD prevalence: a systematic review and meta-analysis. **International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease**, v. 13, p. 1507, 2018.

NYBERG, A.; SAEY, D.; MALTAIS, F. Why and how limb muscle mass and function should be measured in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Annals of the American Thoracic Society**, v. 12, n. 9, p. 1269-1277, 2015.

NYBERG, A.; TÖRNBERG, A.; WADELL, K. Correlation between limb muscle endurance, strength, and functional capacity in people with chronic obstructive pulmonary disease. **Physiotherapy Canada**, v. 68, n. 1, p. 46-53, 2016.

PESSOA, B. V. *et al.* Validity of the six-minute step test of free cadence in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Brazilian journal of physical therapy**, v. 18, n. 3, p. 228-236, 2014.

REID, K. F. *et al.* Longitudinal decline of lower extremity muscle power in healthy and mobility-limited older adults: influence of muscle mass, strength, composition, neuromuscular activation and single fiber contractile properties. **European journal of applied physiology**, v. 114, n. 1, p. 29-39, 2014.

REID, K. F.; FIELDING, R. A. Skeletal muscle power: a critical determinant of physical functioning in older adults. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 40, n. 1, p. 4, 2012.

RODRIGUES, S. L. *et al.* The influence of lung function and muscular strength on the functional capacity of chronic obstructive pulmonary disease patients. *Rev Port Pneumol*, v. 15, n.2, p. 199-214, 2009.

SPRUIT, M. A. *et al.* An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 188, n. 8, p. e13-e64, 2013.

TAVARES, L. A. *et al.* Adaptação cultural e avaliação da reprodutibilidade do Duke Activity Status Index para pacientes com DPOC no Brasil. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 38, n. 6, p. 684-691, 2012.

VON ELM, E. *et al.* The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement: guidelines for reporting observational studies. **International journal of surgery**, v. 12, n. 12, p. 1495-1499, 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION *et al.* **International classification of functioning, disability and health: ICF**. Geneva: World Health Organization, 2001.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A execução do presente estudo possibilitou identificar que a função muscular de quadríceps influencia de maneira distinta o desempenho físico avaliado por meio do TD6 e do TC6. A força muscular foi capaz de explicar mais o desempenho no TD6, enquanto a potência muscular teve mais influência sobre a variação no TC6. Estes achados suportam a ideia de que tanto força quanto potência do músculo quadríceps podem influenciar significativamente o desempenho de atividades físicas como subir e descer degraus e caminhar.

Em contrapartida, a resistência muscular não apresentou participação significativa no desempenho físico como força e potência, contrariando uma das hipóteses do estudo. Como justificativa, esse fato pode ter ocorrido pois os indivíduos com DPOC, mesmo em testes com duração de 6 minutos, acabam não utilizando o metabolismo oxidativo de maneira integral, mais envolvido com ações de resistência, pela limitação fisiopatológica característica da própria doença.

De qualquer maneira o estudo confirmou, por meio dos resultados das regressões lineares múltiplas, que a função muscular de quadríceps tem mais influência sobre o desempenho no TD6 em comparação com o TC6, confirmando outra hipótese delineada no projeto inicial.

Por fim, esses resultados geram a possibilidade de desenvolver alguns desdobramentos futuros. Primeiramente, uma amostra maior poderá esclarecer questionamentos sobre cada componente da função muscular de quadríceps e direcionar a intervenção terapêutica desses indivíduos. Esse tipo de intervenção, focada em trabalhar exercícios voltados para melhora da força e potência, pode trazer resultados promissores para o desempenho físico da população com DPOC. Além disso, estudar a função muscular de outros músculos dos membros inferiores, além dos quadríceps, pode auxiliar no entendimento de todos esses aspectos. Ademais, estudos longitudinais também são necessários para confirmar e amplificar esses achados.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Termo de consentimento livre e esclarecido



Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Departamento de Fisioterapia
Laboratório de Espirometria e Fisioterapia Respiratória



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Resolução 466/2012 do CNS)

O (a) Senhor (a) está sendo convidado (a) para participar da pesquisa **INFLUÊNCIA DA FUNÇÃO MUSCULAR PERIFÉRICA NO DESEMPENHO FÍSICO FUNCIONAL DE INDIVÍDUOS COM DPOC** que será realizada no Laboratório de Fisioterapia Respiratória, Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos.

O (a) senhor (a) foi selecionado (a) por apresentar idade acima de 60 anos, diagnóstico de DPOC - GOLD ($VEF_1/ CVF < 0.70$ após BD), estar em acompanhamento médico e não ter tido piora grave dos sintomas nas últimas 12 semanas. Você não poderia participar da pesquisa caso tivesse participado de programa de exercício para as pernas nos últimos 6 meses, fosse muito obeso, apresentasse impossibilidade de execução dos protocolos dos testes propostos, angina instável e infarto do miocárdio nos meses anteriores e/ou arritmias e alterações instáveis de pressão arterial.

A pesquisa tem como objetivo analisar a influência da força e resistência dos músculos das pernas sobre a capacidade de exercício de indivíduos com DPOC.

As avaliações necessitarão de dois dias para realização de todos os testes, e em cada dia você permanecerá por aproximadamente 1h30 no Laboratório de espirometria e fisioterapia respiratória. Será submetido a uma avaliação inicial para coleta dos dados pessoais, idade, hábitos de vida diária e medicações em uso. Além disso, realizará avaliações da força muscular dos joelhos (dinamômetros Byodex e MicroFet) nas quais o paciente será

orientado a executar a força máxima das pernas, da quantidade de massa e gordura do corpo (bioimpedância elétrica) bem como uma avaliação da função do pulmão (espirometria). Realizará um teste de caminhada que consiste em caminhar em um corredor durante 6 minutos, um teste de subir e descer um degrau de 20 cm por 6 minutos e um teste de sentar e levantar de uma cadeira durante 1 minuto. A quantidade de oxigênio, a pressão arterial, a frequência respiratória e batimentos cardíacos serão monitorados durante todos os procedimentos. As duas avaliações serão realizadas em 2 dias com intervalo de 7 dias entre cada avaliação. No primeiro momento serão feitas avaliações da massa e gordura do corpo, da força dos joelhos com o dinamômetro MicroFet, além do teste de subir e descer o degrau e o teste de sentar e levantar de 1 minuto. Já no segundo momento (após 7 dias) serão executados o teste de caminhada de 6 minutos, os questionários sobre a sensação de falta de ar e estado geral de saúde e a avaliação da força dos joelhos com o dinamômetro Biodex.

Os benefícios esperados que terá incluem as avaliações das condições respiratória (espirometria), dos músculos da perna (dinamômetros), da quantidade de gordura, massa magra e óssea do seu corpo (bioimpedância elétrica), observando assim, clinicamente sua situação física.

A possibilidade de qualquer risco é mínima durante os procedimentos propostos. Porém caso você venha sentir tontura, visão embaçada, falta de ar, cansaço, 'batedeira', fadiga e qualquer tipo de dor ou mal estar o fisioterapeuta responsável imediatamente interromperá a realização das avaliações. Caso os sintomas permaneçam, você será conduzido pelo pesquisador responsável até um serviço de atenção à saúde para receber assistência médica e será acompanhado pelo pesquisador até estar estável. Para aumentar a sua segurança, a frequência cardíaca, pressão arterial e a saturação periférica de oxigênio serão monitorizadas antes e após a avaliação proposta, e no caso de apresentar alterações não esperadas as atividades também serão imediatamente suspensas.

As informações obtidas durante as avaliações e os exames serão mantidos em segredo, portanto você não será identificado (a). Além disso, essas informações não poderão ser consultadas por pessoas não ligadas ao estudo. As informações assim obtidas, no entanto, poderão ser utilizadas para fins científicos, sempre resguardando sua identidade. Você terá a garantia de receber respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento e qualquer dúvida a respeito dos procedimentos, riscos e benefícios e de outras situações relacionadas com a pesquisa. Além disso, os pesquisadores responsáveis se comprometem a lhe fornecer informações atualizadas sobre o estudo, mesmo que isso possa afetar a sua vontade em

continuar participando da pesquisa. Você está ciente da importância do protocolo que será submetido e procurará seguir com o programa, salvo algum problema que possa surgir que lhe impossibilite de participar.

Durante qualquer período poderá deixar de participar da pesquisa se assim for seu desejo, sem que isso lhe traga nenhum tipo de prejuízo em sua relação com os pesquisadores ou com a instituição.

A pesquisa não traz nenhum benefício financeiro para o(a) senhor(a), bem como nada lhe será cobrado. Entretanto, todas as despesas com transporte e alimentação decorrentes da sua participação na pesquisa, quando for o caso, serão pagas no dia da coleta. Em caso de dano pessoal diretamente causado pelos procedimentos propostos neste estudo (com comprovação), o(a) senhor(a) terá direito a tratamento médico nessa instituição, bem como as indenizações estabelecidas por lei.

O (A) senhor (a) receberá uma via deste termo, rubricada em todas as páginas pelo (a) senhor (a) e pelo pesquisador, onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal. O (A) senhor (a) poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação agora ou a qualquer momento. Você declara que entendeu os objetivos, riscos e benefícios de sua participação na pesquisa e concorda em participar. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP – Brasil. Fone (16) 3351-8028. Endereço eletrônico: cephumanos@ufscar.br

Para questões relacionadas a este estudo, **contate (24 horas por dia e sete dias por semana):**

Leonardo Garbin Bueno (pesquisador responsável) fone (14) 99684-5538 ou e-mail: leogarbin1707@gmail.com

Valéria Amorim Pires Di Lorenzo (coordenadora do projeto): fone (16) 3351-8343 ou e-mail: vallorenzo@ufscar.br

São Carlos, _____ de _____ de _____.

Assinatura do(a) voluntário(a)

Ft Leonardo Garbin Bueno

Responsável pela pesquisa

Profª Drª Valéria Amorim Pires Di Lorenzo

Coordenadora do projeto



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
LABORATÓRIO DE ESPIROMETRIA E FISIOTERAPIA RESPIRATÓRIA

Nome:				Data:	
Data de Nascimento:		Idade:	Sexo:	Religião:	Raça:
Escolaridade:		Profissão:		Estado civil:	
Endereço:			Telefone para contato:		
Tempo de diagnóstico e início dos sintomas:					
Comorbidades:					
Massa corporal:		Estatura:		IMC:	
Fumante () SIM () NÃO		Quanto tempo?	Quantos cigarros?	Quanto tempo parou?	
Carga tabágica (maços/dia):					
Medicamento em uso:					
Histórico de atividade física:					
Histórico de reabilitação pulmonar:					
Histórico de internação (3 anos, 1 ano e 3 meses):					
Espirometria					
VEF ₁ PRÉ BD: _____ VEF ₁ Pós BD: _____ CVF: _____ Relação: _____					
Gravidade da doença:					

Sensação de Dispneia? mMRC

(0) Tenho falta de ar ao realizar exercício intenso.	(1) Tenho falta de ar quando apresso o meu passo, subo escadas ou ladeiras.
(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 100m ou poucos minutos de caminhada plano.
(4) Sinto falta de ar que não saio de casa, ou preciso de ajuda para me vestir ou tomar banho sozinho	

Dinamometria manual		
Resistência QD	Direita	
Força QD	Direita	Esquerda

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
 LABORATÓRIO DE ESPIROMETRIA E FISIOTERAPIA
 RESPIRATÓRIA

Teste de Degrau de Seis Minutos

Nome:			Paciente nº:
Idade:		Nasc:	FCsubmáx:
Medicação:			
Data:		Predito	
		Masculino: 209- [1.05 · idade(anos)]	
Avaliador:		Feminino: 174- [1.05 · idade(anos)]	

Teste

**COMANDO PRÉ
TESTE**

Este é o Teste de Degrau de Seis Minutos, o objetivo deste teste é que você suba a maior quantidade de degraus possíveis no período de seis minutos. Quanto mais degraus você subir, melhor estará a sua capacidade física. Você deverá subir o degrau, apoiando os dois pés sobre ele, e depois descer ao chão, onde você iniciou o teste e repetir o processo quantas vezes conseguir. Você pode usar qualquer uma das pernas para iniciar a subida, e poderá mudar de perna a qualquer momento que quiser. Demonstre uma subida e descida no degrau, começando com uma perna, e depois repita, iniciando com a outra perna. Você não pode apoiar seus braços para ajudar na subida, mas

Tem po	F C	Sp O ₂	Di sp	M MII	S ub
-----------	--------	----------------------	----------	----------	---------

Rep					X
2'					
4'					
6'					

Rec
1'

Rec 3'				
Rec 6'				

Pressão arterial	Repouso:
Pico	6min
3min	% predito

Intercorrências
Pausas/ causa/tempo:

caso sinta que possa cair, você pode apoiá-los para recuperar o equilíbrio. Mas você precisa deixar de apoiar assim que possível. Seis Minutos é um período longo para subir e descer escadas, então, você estará controlando a velocidade. Você poderá diminuir a velocidade, parar e até mesmo sentar nesta cadeira, mas deverá reiniciar o teste assim que puder. Se seu coração bater muito rápido, ou caso o oxigênio do seu sangue cair muito, eu irei pedir para que pare por um tempo, e irei avisar quando você poderá reiniciar o teste. Mesmo que você pare, o cronômetro continuará correndo. Podemos começar? Se sim, inicie assim que achar que está pronto, ao completar o tempo total do teste você será avisado.

1º Minuto	2º Minuto	3º Minutos
O Sr está indo muito bem	Continue assim	O Sr está indo muito bem
Faltam 5º	Faltam 4º	Faltam 3º

4º Minutos	5º Minuto	15" antes do fim
O Sr está indo muito bem	Contune assim	O (A) Sr (a)deverá parar
Faltam 2º	Faltam 1º	quando eu pedir

Caso a FC se apresentasse maior do que a submáxima (FCSub) ou ainda a SpO2 menor que 85%, o avaliador solicitava ao indivíduo que este descansasse até que a FC diminuísse para um valor de 10bpm abaixo da FCSub ou até a SpO2 se elevasse para valores iguais ou maiores que 88%. A FCSub foi calculada utilizando as equações $[FCSub(bpm) = (220 - Idade(anos)) \times 0,85]$ para homens e $[FCSub(bpm) = (210 - Idade(anos)) \times 0,85]$ para mulheres.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
 LABORATÓRIO DE ESPIROMETRIA E FISIOTERAPIA RESPIRATÓRIA

Teste de Caminhada de Seis Minutos

Nome:	Paciente nº:
-------	--------------

Idade:	Altura:	Peso:	Nasc:	FCsubmáx:
--------	---------	-------	-------	-----------

Medicação:

Data:

Distância Predita:
$DTC6 = 511 + altura^2 \times 0,0066 - idade^2 \times 0,030 - IMC^2 \times 0,068$

Avaliador:

Teste

Tempo	FC	SpO ₂	Disp	MMII	DP
Rep					X

2'					
4'					
6'					
Rec 1'					
Rec 3'					
Rec 6'					

Pressão arterial	Repouso:
Pico:	6 min:
3 min:	DP:

1º Minuto	2º Minuto	3º Minutos
O Sr está indo muito bem	Contune assim	O Sr está indo muito bem
Faltam 5º	Faltam 4º	Faltam 3º

Intercorrências:

DUKE ACTIVITY STATUS INDEX (DASI)

Responda:
Você consegue: (por favor, marque sim ou não)
1. Cuidar de si mesmo, ou seja, comer, vestir-se, tomar banho ou usar o banheiro? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
2. Caminhar em torno de sua casa? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
3. Caminhar um ou dois quarteirões em terreno plano? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
4. Subir um andar de escadas ou subir uma ladeira? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
5. Correr uma curta distância? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
6. Realizar tarefas domésticas, como tirar pó ou lavar pratos? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
7. Realizar trabalhos de casa moderadamente pesados, como aspirar pó, varrer pisos ou carregar sacos de supermercado? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
8. Fazer trabalhos pesados dentro de casa, como esfregar chão, levantar ou mover móveis pesados? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
9. Fazer trabalhos de jardinagem, como recolher folhas, podar ou cortar grama com um cortador elétrico? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
10. Ter relações sexuais? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
11. Participar de atividades recreativas moderadas como dança, jogo de tênis de dupla, corrida leve, voleibol, chutar bola de futebol no gol? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
12. Participar de esportes praticados com grande esforço como natação, andar de bicicleta, jogo de tênis de simples, futebol, basquetebol? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não

ANEXOS

ANEXO 1 – Aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa da UFSCar



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: INFLUÊNCIA DA FUNÇÃO MUSCULAR NA CAPACIDADE FUNCIONAL DE INDIVÍDUOS COM DPOC

Pesquisador: LEONARDO GARBIN BUENO

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 23042919.9.0000.5504

Instituição Proponente: Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia - PPGFt

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.658.222

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo observacional e longitudinal. Serão realizadas avaliações como anamnese completa, função pulmonar (espirometria), antropometria (balança e estadiômetro), questionários sobre estado geral de saúde (mMRC e CAT), composição corporal (bioimpedância elétrica), função muscular (dinamômetros manual e computadorizado) e capacidade funcional (TC6, TD6 e TSL1).

Amostra será composta por 50 idosos diagnosticados com DPOC, GOLD (VEF1/ CVF < 0.70 após BD) e em acompanhamento médico.

Objetivo da Pesquisa:

Verificar o quanto a força e resistência muscular de quadríceps podem explicar a capacidade funcional de indivíduos com DPOC. Promover a validação concorrente de um protocolo de resistência em um dinamômetro manual comparando-o com o padrão-ouro feito no dinamômetro computadorizado.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

A possibilidade de qualquer risco é mínima durante os procedimentos propostos. Porém caso haja tontura, visão embaçada, falta de ar, cansaço, 'batedeira', fadiga e qualquer tipo de dor ou mal estar o fisioterapeuta responsável imediatamente interromperá a realização das avaliações. Caso

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235	CEP: 13.565-905
Bairro: JARDIM GUANABARA	
UF: SP	Município: SAO CARLOS
Telefone: (16)3351-9685	E-mail: cephumanos@ufscar.br

Submission Confirmation

[Print](#)

Thank you for your submission

Submitted to
Physical Therapy

Manuscript ID
PTJ-2021-0012

Title
INFLUENCE OF MUSCLE STRENGTH AND POWER ON PHYSICAL PERFORMANCE OF INDIVIDUALS WITH COPD

Authors
Bueno, Leonardo
de Oliveira, Bruna Shara
Silva, Marcela
Carvalho, Cristiano
Arcuri, Juliano
Di Lorenzo, Valéria

Date Submitted
06-Jan-2021

[Author Dashboard](#)