

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA

**FORÇA MUSCULAR PERIFÉRICA E RESPIRATÓRIA NA DOENÇA PULMONAR
OBSTRUTIVA CRÔNICA**

RUDOLFO HUMMEL GURGEL VIEIRA

NATAL/RN

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA

**FORÇA MUSCULAR PERIFÉRICA E RESPIRATÓRIA NA DOENÇA PULMONAR
OBSTRUTIVA CRÔNICA**

RUDOLFO HUMMEL GURGEL VIEIRA

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) para obtenção do título de mestre em Fisioterapia.

Orientadora: Patrícia Angélica de Miranda Silva Nogueira

Natal/RN

2017

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial do Centro Ciências da Saúde - CCS

Vieira, Rudolfo Hummel Gurgel.

Força muscular periférica e respiratória na doença pulmonar obstrutiva crônica / Rudolfo Hummel Gurgel Vieira. - Natal, 2017.

50f.: il.

Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Orientador: Profa. Dra. Patrícia Angélica de Miranda Silva Nogueira.

1. DPOC - Dissertação. 2. Dinamometria isocinética - Dissertação. 3. Músculos esqueléticos - Dissertação. 4. Músculos respiratórios - Dissertação. I. Nogueira, Patrícia Angélica de

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA

**FORÇA MUSCULAR PERIFÉRICA E RESPIRATÓRIA NA DOENÇA PULMONAR
OBSTRUTIVA CRÔNICA**

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia:

Profº. Drº. Álvaro Campos Cavalcante Marciel

Natal/RN

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA

**FORÇA MUSCULAR PERIFÉRICA E RESPIRATÓRIA NA DOENÇA PULMONAR
OBSTRUTIVA CRÔNICA**

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dr^a Patrícia Angélica de Miranda Silva Nogueira
(Presidente - Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Natal/RN)

Dr. Ivanízia Soares da Silva
(Membro interno - Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Natal/RN)

Dr. Roberta Azoubel
(Membro externo – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Jequié/BA)

Aprovada em ____/____/____

RESUMO

Introdução: A história natural da Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica está associada a numerosas manifestações sistêmicas e comorbidades que complicam sua evolução. Dessas, a disfunção dos músculos esqueléticos e respiratórios destacam-se por acarretar um comprometimento na capacidade funcional. **Objetivo:** Avaliar e comparar a força muscular respiratória e periférica em pacientes com DPOC e indivíduos saudáveis. **Metodologia:** Trata-se de um estudo transversal, analítico e observacional, no qual foram avaliados 18 indivíduos, sendo nove com DPOC e nove saudáveis. Foram avaliados quanto ao desempenho neuromuscular do quadríceps femoral (avaliado por meio da dinamometria isocinética), força de preensão manual (dinamômetro manual) e pressões respiratórias máximas (manovacuometria). Os dados foram expressos por meio de média e desvio padrão, analisados no pacote estatístico SPSS 20.0. Foi considerado um nível de significância de 5% e intervalo de confiança de 95% para todas as medidas. **Resultados:** Os indivíduos com DPOC apresentam desempenho neuromuscular de quadríceps femoral e pressões respiratórias máximas inferiores aos sujeitos saudáveis, no entanto houve diferença estatisticamente significativa apenas para potência muscular e P_{lmáx} ($p < 0,05$). Já a força de preensão manual foi maior em indivíduos com DPOC ($p < 0,05$). **Conclusão:** Os sujeitos com DPOC possuem alterações neuromusculares em músculos periféricos e respiratórios que possivelmente podem causar redução do desempenho funcional.

Palavras-chave: DPOC; Dinamometria isocinética; Músculos esqueléticos; Músculos respiratórios.

Abstract

Introduction: The natural history of Chronic Obstructive Pulmonary Disease is associated with numerous systemic manifestations and comorbidities that complicate its evolution. Of these, dysfunction of the skeletal and respiratory muscles are characterized by a compromised functional capacity. **Objective:** To evaluate and compare respiratory and peripheral muscle strength in patients with COPD and healthy individuals. **Methodology:** This is a cross-sectional, analytical and observational study, in which 18 individuals were evaluated, nine of them with COPD and nine healthy. The femoral quadriceps neuromuscular performance (assessed by means of isokinetic dynamometry), hand grip strength (manual dynamometer) and maximum respiratory pressure (manovacuometry) were evaluated. The data were expressed by mean and standard deviation, analyzed in the statistical package SPSS 20.0. A significance level of 5% and a 95% confidence interval for all measures were considered. **Results:** Individuals with COPD had lower quadriceps femoral neuromuscular performance and lower respiratory pressures than healthy subjects; however, there was a statistically significant difference only for muscle power and MIP ($p < 0.05$). Hand grip strength was higher in individuals with COPD ($p < 0.05$). **Conclusion:** COPD subjects have neuromuscular changes in peripheral and respiratory muscles that may possibly cause reduced functional performance.

Keywords: COPD; Isokinetic dynamometry; Skeletal muscles; Respiratory muscles.

SUMÁRIO

| | |
|---|------|
| Resumo | iv |
| Abstract | v |
| Lista de tabelas | vii |
| Lista de abreviaturas e siglas | viii |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 9 |
| 2. JUSTIFICATIVA..... | 13 |
| 3. OBJETIVOS | 15 |
| 3.1. Objetivo geral..... | 16 |
| 3.2. Objetivos específicos..... | 16 |
| 4. HIPÓTESE CIENTÍFICA | 17 |
| 5. MATERIAIS E MÉTODOS | 19 |
| 5.1. Delineamento, amostra e aspectos éticos | 20 |
| 5.2. Instrumentos | 20 |
| 5.3. Procedimentos e desenho do estudo | 21 |
| 5.3.1. Espirometria | 22 |
| 5.3.2. Força de preensão manual..... | 23 |
| 5.3.3. Pressões respiratórias máximas..... | 23 |
| 5.3.4. Avaliação do desempenho muscular isocinético | 24 |
| 5.4. Análise estatística..... | 25 |
| 6. RESULTADOS..... | 26 |
| 7. DISCUSSÃO | 30 |
| 8. REFERÊNCIAS | 35 |
| 9. APÊNDICES..... | 44 |
| 10. ANEXOS..... | 50 |

Lista de tabelas

Tabela 1. Características da amostra estudada

Tabela 2. Variáveis da dinamometria isocinética de extensores de joelho, dinamometria manual e pressões respiratórias máximas

Lista de abreviaturas e siglas

- DPOC:** Doença pulmonar obstrutiva crônica
- OMS:** Organização Mundial de Saúde
- GOLD:** Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease
- VEF₁:** Volume expiratório forçado no primeiro segundo
- P_{Imáx}:** Pressão inspiratória máxima
- P_{Emáx}:** Pressão expiratória máxima
- GD:** Grupo DPOC
- GS:** Grupo saudáveis
- FPM:** Força de prensão manual
- CNS:** Conselho nacional de saúde
- CEP:** Conselho de ética em pesquisa
- TCLE:** Termo de consentimento livre e esclarecido
- RPE:** Rating perceived exertion
- CPT:** Capacidade pulmonar total
- ATS:** American Thoracic Society
- SBTM:** Sociedade Brasileira de Terapeutas da Mão
- VR:** Volume residual
- DI:** Dinamometro isocinético
- PT:** Pico de torque
- Nm:** Newton Metro
- TW:** Trabalho total
- P:** Potencia muscular
- J:** Joules
- W:** Watt

1. INTRODUÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é uma condição complexa e heterogênea, responsável por considerável morbidade, mortalidade e gastos em saúde em todo o mundo¹. A prevalência estimada de DPOC é de cerca de 1% na população mundial e aumenta acentuadamente em pessoas acima de 40 anos². O número de casos dessa enfermidade quase dobrou nas últimas décadas, entre 1990 e 2014, passando da quarta principal causa de morte, para a terceira, com mais de 210 milhões de casos registrados^{2,3}. Apesar de importantes esforços de saúde pública voltadas para melhor compreender e evitar maiores problemas causados por esta moléstia, a Organização Mundial da Saúde (OMS) prevê que a DPOC se tornará a segunda causa mais comum de morte no mundo em 2030⁴.

As diretrizes da Iniciativa Global para Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (*Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease- GOLD*) define a DPOC como uma doença prevenível e tratável, caracterizada por obstrução persistente, progressiva e parcialmente reversível de vias aéreas, associada a uma resposta inflamatória anormal dos pulmões à partículas ou gases nocivos⁵. Além disso, a remodelação das vias aéreas e a perda do recolhimento elástico pela destruição do parênquima pulmonar resulta em um declínio progressivo do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁), inadequado esvaziamento pulmonar durante a expiração, e consequente hiperinsuflação pulmonar estática e dinâmica⁶⁻⁸.

Há evidências que a exposição prolongada ao fumo leva a um desequilíbrio na formação de radicais livres de oxigênio e a capacidade antioxidante, resultando em sobrecarga oxidativa nos pulmões⁷. Esse desequilíbrio leva à infiltração da mucosa, submucosa e tecido glandular por células inflamatórias, levando a um aumento da produção de muco, hiperplasia de células epiteliais, reparação tecidual perturbada pela inativação de antiproteases e aumento da inflamação pulmonar, bem como espessamento da parede nas pequenas vias aéreas de condução⁷⁻¹⁰.

Embora seja uma doença primariamente pulmonar, a história natural da DPOC está associada a numerosas manifestações sistêmicas e comorbidades, tais como perda de peso significativa, fraqueza dos músculos respiratórios, diminuição de força e/ou endurance da musculatura de membros superiores e inferiores, osteoporose, perturbação do humor, anemia e desequilíbrio hormonal. Dessas, a disfunção do

músculo esquelético, definida como perda da força e da resistência muscular, pode atingir músculos respiratórios e periféricos em diferentes graus^{11,12}.

Os músculos respiratórios, particularmente o diafragma, passam a ter suas fibras encurtadas devido a hiperinsuflação pulmonar, levando a uma fraqueza muscular funcional¹³. O efeito dessa anormalidade mecânica, em conjunto com o aumento da resistência das vias aéreas, é um acentuado aumento do trabalho respiratório e maior consumo de oxigênio, o que os torna cronicamente sobrecarregados¹⁴. Dessa forma, apesar de os músculos respiratórios sofrerem uma adaptação positiva, por um efeito tipo treinamento, que os torna mais resistentes à fadiga¹⁵, as pressões máximas inspiratórias e expiratórias, que refletem a força desses grupos musculares, e a resistência desses músculos são frequentemente reduzida nessa população^{11,15,16}.

As alterações adaptativas diafragmáticas incluem: 1) a capacidade de gerar maior pressão transdiafragmática do que os indivíduos saudáveis, durante contração não volitiva, em volumes pulmonares equivalentes elevados¹⁶; 2) o comprimento do sarcômero do diafragma é menor de acordo com o grau de hiperinsuflação pulmonar¹¹; 3) adaptações celulares em resposta à hiperinsuflação, incluindo um aumento na concentração de mitocôndrias nas células musculares e alteração nos tipos e configurações de miofibras recrutadas durante a respiração¹⁷. Essas mudanças coletivas representam remodelação do músculo respiratório e, provavelmente, contribuem para melhorar a força muscular respiratória funcional e resistência em condições mecânicas adversas¹⁷.

Além do diafragma, existem várias alterações adaptativas semelhantes relatadas em outros músculos respiratórios, por exemplo os intercostais externos. Apesar destas impressionantes adaptações temporais, a presença de hiperinsuflação pulmonar grave e redução da capacidade inspiratória significa que a reserva ventilatória na DPOC é diminuída e a capacidade de aumentar a ventilação quando a demanda aumenta subitamente, como no exercício ou exacerbação, é muito limitada^{11,16,17}.

Assim, a disfunção muscular respiratória impõe restrições ventilatórias aos pacientes que podem piorar a insuficiência respiratória crônica subjacente frequentemente presente em pacientes com DPOC, especialmente em estádios avançados¹⁷. Além disso, a disfunção dos músculos respiratórios constitui um fator importante que explica o aumento do risco de reinternação hospitalar¹

Os músculos periféricos, principalmente os de membros inferiores, tornam-se subutilizados devido ao estilo de vida adotado por esses pacientes, levando ao descondicionalamento muscular e/ou à atrofia por desuso, reduzindo sua massa muscular e sua capacidade oxidativa, tornando-os também mais susceptíveis à fadiga¹⁸. Os indivíduos com DPOC também podem experimentar dificuldade no exercício do membro superior¹⁹. Essa dificuldade é parcialmente devida a alterações na mecânica respiratória associada à doença, de modo que os músculos necessários para atividades de membros superiores também são necessários para a respiração²⁰. Conseqüentemente, ao realizar atividades usando seus membros superiores, as pessoas com DPOC podem experimentar falta de ar e cessação precoce da tarefa. Dado que a maioria das atividades de vida diária requerem o uso dos braços, a falta de ar e a cessação precoce das atividades dos membros superiores representam um desafio para as pessoas com DPOC^{19,20}.

A perda de massa muscular esquelética ocorre em aproximadamente 30 % dos portadores de DPOC¹⁸ e é responsável pela redução da força muscular devido a diminuição de unidades funcionais disponíveis para contração muscular com conseqüente instalação da fraqueza²¹. Fatores como a susceptibilidade genética individual e/ou a inadequada amplificação da resposta inflamatória ao estímulo tabágico, o descondicionalamento pelo desuso, a diminuição de hormônios anabólicos (testosterona), desnutrição e uso prolongado de corticoides, são prováveis mecanismos de desenvolvimento de tal manifestação sistêmica^{11,22,23}

A DPOC promove alterações estruturais, fisiológicas e psicológicas na vida de seus pacientes, trazendo importante morbidade e mortalidade naqueles que são acometidos pela enfermidade. Além do impacto trazido na vida dos pacientes, ela promove mudanças na vida de seus familiares, não só pelos gastos com recursos de saúde, como pelas repercussões no dia-a-dia de seus portadores, inclusive em sua qualidade de vida.

2. Justificativa

O número de pacientes com DPOC, pode ser considerada uma epidemia, mas o conhecimento das manifestações sistêmicas da doença e suas consequências ainda está na fase inicial. Os métodos atuais de diagnóstico continuam sendo os mesmos do passado e a ameaça de aumento do número de casos e progressão da doença e suas complicações ainda permanece. Assim sendo, esta afecção representa um grande desafio para pesquisadores, fisioterapeutas, médicos e gestores de saúde.

Diante do exposto, torna-se de extrema importância o desenvolvimento de um estudo para avaliar as forças musculares respiratórias e periféricas e suas relações no paciente com DPOC.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Avaliar e comparar a força muscular respiratória e periférica em pacientes com DPOC e indivíduos saudáveis.

3.2. Objetivos específicos

- Avaliar e comparar o desempenho durante o exercício isocinético (pico de torque, trabalho total e potência muscular) do músculo quadríceps femoral de pacientes com DPOC e indivíduos saudáveis;
- Avaliar e comparar a força de preensão manual de pacientes com DPOC e indivíduos saudáveis;
- Avaliar e comparar a força dos músculos respiratórios (Pressão inspiratória máxima – PImáx; e Pressão expiratória máxima – PEmáx) de pacientes portadores de DPOC e indivíduos saudáveis;

4. HIPÓTESE CIENTÍFICA

Parte-se da hipótese que os pacientes com DPOC apresentam níveis de força muscular periférica e respiratória mais baixos quando comparados com indivíduos saudáveis.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Delineamento, amostra e aspectos éticos

Trata-se de um estudo transversal, analítico e observacional; desenvolvido no Laboratório de aulas práticas (laboratório 03) do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Foram incluídos um total de 25 sujeitos de ambos os sexos, com idade entre 48 e 76 anos. Os voluntários do grupo DPOC (GD) foram recrutados do serviço de pneumologia de um hospital universitário de alta complexidade, tendo diagnóstico médico de DPOC, de acordo com os critérios definidos pelo comitê científico da GOLD⁵; e deveriam ter aderido ao tratamento medicamentoso prescrito e estar clinicamente estáveis, ou seja, sem mudança na dosagem medicamentosa ou exacerbação dos sintomas por pelo menos 1 mês. Já os indivíduos do grupo saudáveis (GS) eram livres de qualquer neoplasia, doença cardíaca, pulmonar, renal, hepática ou infecciosa, sem história de tabagismo e que não praticar atividade física regular durante o último ano.

A pesquisa seguiu os critérios da resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde que rege as pesquisas com seres humanos no Brasil. O presente estudo foi cadastrado na Plataforma Brasil, base nacional e unificada de registros de pesquisas envolvendo seres humanos, para apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e recebeu parecer favorável número 1.323.824.

Os participantes da pesquisa receberam explicações sobre os objetivos, importância e procedimentos necessários para a realização do estudo. Os dados foram coletados após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (Apêndice A) com informações sobre os propósitos, riscos e benefícios da pesquisa.

5.2. Instrumentos

Para avaliação da função pulmonar foi utilizado um espirômetro modelo Koko Digidoser (Spide, Longmont, USA). A análise do desempenho do Quadríceps foi realizada por meio de um dinamômetro isocinético computadorizado (Biodex Multi-Joint System 3 pro, USA). O dinamômetro JAMAR[®] hidráulico (Sammons Preston Rolyan, 4, Sammons Court, Bolingbrook, IL, 60440) foi utilizado para a mensuração da força de preensão manual. Para avaliação das pressões respiratórias máximas (Pimáx e Pemáx) foi utilizado um Manovacuometro digital (MVD300, Globalmed).

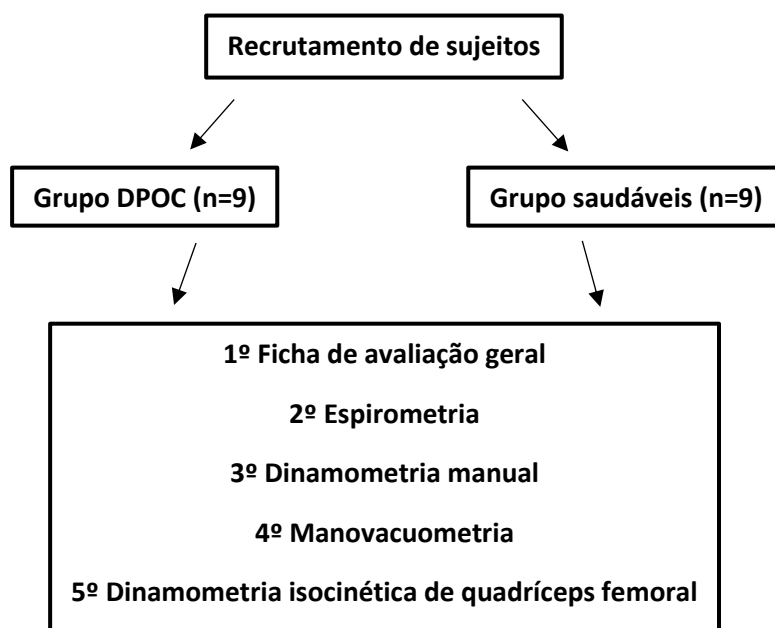
A percepção de esforço pelos pacientes foi avaliada através da escala *Rating Perceived Exertion* (RPE) de BORG²⁴, versão em português. A escala apresenta valores numéricos de 0 a 10 e expressões que classificam grau de dificuldade, cujos valores maiores refletem a maior sensação de falta de ar (anexo 1). Outros instrumentos como esfigmomanômetro da marca Eternum, frequencímetro da marca Polar e oxímetro de pulso da marca Geratherm OxyControl foram utilizados para monitoramento da pressão arterial, frequência cardíaca e saturação periférica de oxigênio, respectivamente.

5.3. Procedimentos e desenho do estudo

Após a aprovação do projeto pelo CEP-UFRN, os pacientes que atenderam aos critérios de inclusão preconizados e que concordaram participar do estudo foram esclarecidos e orientados quanto à natureza e importância do estudo proposto e assinaram o TCLE.

Os procedimentos foram realizados em um único dia no qual todos os indivíduos foram avaliados e uma ficha de avaliação geral (Apêndice B) foi preenchida contendo informações relativas a identificação, dados antropométricos e estado clínico. Após a coleta de tais informações, as avaliações foram realizadas na seguinte ordem: um exame de espirometria para avaliar a atual função pulmonar dos participantes, seguida da dinamometria manual a fim de avaliar a força de preensão palmar, manovacuometria e, por fim, um teste de desempenho neuromuscular no dinamômetro isocinético para o músculo quadríceps femoral. Todos os procedimentos foram realizados no mesmo período do dia e envolveram os mesmos avaliadores devidamente treinados para tais procedimentos.

Para uma melhor compreensão segue um fluxograma dos procedimentos realizados:



5.3.1. Espirometria

Todos os participantes foram submetidos a uma avaliação espirométrica para classificar a gravidade da obstrução e estabelecer como critério de inclusão do paciente no estudo. Todos os testes foram realizados por um mesmo avaliador por meio de um espirômetro modelo Koko Digidoser (Spide, Longmont, USA) previamente calibrado e em ambiente climatizado.

Os pacientes foram orientados a evitar refeições volumosas uma hora antes do exame, não consumir alimentos ou bebidas que contenham cafeína por pelo menos 6 horas antes e não ingerir bebidas alcoólicas no dia do teste²⁵. Antes de iniciar a avaliação, o voluntário permaneceu em repouso por um período de 10 minutos ou até os sinais vitais retornassem para seus níveis basais.

O teste consiste em uma manobra de inspiração até a capacidade pulmonar total (CPT), seguida de uma expiração máxima forçada até o volume residual (VR), realizadas através do aparelho. As provas foram executadas na posição sentada com flexão de quadris e joelhos a 90°, de acordo com os critérios previamente estabelecidos pela *American Thoracic Society (ATS)*²⁶. Foram procedidas pelo menos três testes, com variação inferior a 5% e o maior valor obtido em um dos testes foi comparado com os valores preditos dos parâmetros de função pulmonar para população brasileira²⁷.

5.3.2. Força de preensão manual

A aferição da força de preensão manual (FPM) foi realizada por um avaliador treinado, utilizando o dinamômetro mecânico JAMAR®. Os pacientes executaram o teste com o membro dominante em posição sentada, com o cotovelo flexionado em ângulo de 90º, antebraço e pulso em posição neutra, de acordo com as recomendações da SBTM (Sociedade Brasileira de Terapeutas da Mão)²⁸. Os sujeitos foram instruídos a realizar três contrações isométricas máximas, com uma pausa de um minuto entre as medidas; o maior valor obtido foi utilizado.

Após a avaliação, calculou-se para cada paciente a FPM prevista, com base na equação proposta por Novaes et al.²⁹:

$$\text{FPM-D} = 39,996 - (0,382 \times \text{idade}) + (0,174 \times \text{peso}) + (13,628 \times \text{sexo})$$

Onde:

FPM-D = força de preensão manual do membro dominante, expressa em quilograma força (kgf);

Idade = idade do paciente, expressa em anos;

Peso = peso do paciente, expresso em quilograma (kg);

Sexo = sexo biológico do paciente (para o sexo masculino adota-se valor 1 e para o sexo feminino adota-se valor 0).

5.3.3. Pressões respiratórias máximas

A avaliação da pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) e pressão expiratória máxima (PE_{máx}) foram realizados por um mesmo avaliador treinado para todos os voluntários. Para determinar a PI_{máx}, os indivíduos eram orientados a realizar inspirações partindo do volume residual (VR); na avaliação da PE_{máx} cada voluntário foi instruído a realizar esforços expiratórios partindo da capacidade pulmonar total (CPT). O indivíduo era incentivado pelo avaliador durante toda a manobra para que atingisse esforços máximos. Foram consideradas as pressões máximas sustentadas por no mínimo um segundo. As medidas foram realizadas por no máximo dez vezes, até que fossem obtidos três valores com variação menor que 5%, sendo considerado para a análise o maior valor obtido³⁰.

Por fim, calculou-se para cada paciente os valores previstos de PI_{máx} e PE_{máx}, com base na equação proposta por Neder et al.³⁰:

| | PImáx (y) | PEmáx (z) |
|----------|------------------------------------|------------------------------------|
| Homens | $y = -0.80 (\text{idade}) + 155.3$ | $z = -0.81 (\text{idade}) + 165.3$ |
| Mulheres | $y = -0.80 (\text{idade}) + 155.3$ | $z = -0.61 (\text{idade}) + 115.6$ |

5.3.4. Avaliação do desempenho muscular isocinético

Os testes foram realizados utilizando um dinamômetro isocinético (DI) computadorizado (Biodex Medical Systems 3, Shirley, Nova Iorque) calibrado previamente a execução do teste, de acordo com instruções do fabricante. Antes de iniciar o teste, o voluntário realizou um aquecimento com duração de 5 minutos em uma bicicleta ergométrica com baixa intensidade.

No DI foi realizada a avaliação do desempenho muscular dos extensores de joelho, do membro dominante, com o sujeito posicionado na cadeira ajustável do DI, com quadril flexionado a aproximadamente 90° e pelve neutra. Logo após, o sujeito foi estabilizado na cadeira do DI, com cintos na região pélvica e torácica, bem como na coxa do membro inferior avaliado. O eixo de rotação do DI foi alinhado ao nível do epicôndilo lateral do fêmur (eixo de rotação anatômico do joelho) e o braço de alavanca fixado a aproximadamente 3 cm acima do maléolo medial do tornozelo^{31,32}. Durante todo o teste, os sujeitos foram orientados a segurar firmemente os apoios laterais do assento, no intuito de manter a estabilização do corpo. Todos os testes foram realizados pelos mesmos examinadores, com encorajamento verbal padronizado e instruções rigorosamente aplicadas para todos os voluntários.

Os sujeitos foram orientados a executar 20 repetições concêntricas em uma velocidade angular de 120°/seg³³, numa amplitude de movimento articular de 85° no total. Da mesma forma, previamente ao início da coleta foi realizado um pré-teste (em média 3 repetições em uma intensidade sub-máxima) para familiarização do sujeito com o DI, a fim de reduzir o efeito apredizado. Ao final do teste as variáveis analisadas foram: pico de torque (PT) dado em Newton-metro (Nm), trabalho total (TW) dado em Joules (J) e Potência (P) dado em Watt (W).

Os valores preditos para PT foram calculados com base na equação de Neder et al.³⁴

$$PT = -1,53 \times \text{idade} + 133 \times \text{altura} + 0,75 \times \text{peso} + 34,44 \times \text{sexo} - 66,44$$

Onde:

PT = pico de torque do membro dominante, expressa em Newton·metro (Nm);

Idade = idade do paciente, expressa em anos;

Altura = altura do paciente, expressa em metros (m);

Peso = peso do paciente, expresso em quilograma (kg);

Sexo = sexo biológico do paciente (para o sexo masculino adota-se valor 1 e para o sexo feminino adota-se valor 0)

5.4. Análise estatística

Os dados estão apresentados por meio de medidas de tendência central e dispersão para variáveis quantitativas, e frequências absolutas e relativas para as variáveis qualitativas. A normalidade de distribuição dos dados será verificada por meio do teste Shapiro-Wilk. O teste T-student foi utilizado, nos casos de distribuição normal dos dados, para comparação das variáveis estudadas em ambos os grupos; nos casos de distribuição anormal, o teste utilizado foi o Mann Whitney; para analisar as correlações existentes entre as variáveis analisadas, foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson, em caso de distribuição normal dos dados, ou coeficiente de correlação de Spearman em caso de distribuição anormal dos dados. Para significância estatística foi considerando p-valor menor ou igual a 0,05.

Os dados foram analisados com o software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 20.0 para Windows. Em toda análise estatística foi considerado um intervalo de confiança (IC) de 95% e nível de significância de 5%.

6. RESULTADOS

A amostra populacional deste estudo foi composta por indivíduos com DPOC e saudáveis. Foram incluídos um total de 25 sujeitos. Desses, 16 pacientes com diagnóstico de DPOC (de 48 a 76 anos) foram avaliados. Sete foram excluídos durante o estudo: três por falta de compreensão para realizar o teste da espirometria e quatro por não completarem toda a avaliação. Para o grupo saudáveis (GS) foram avaliados 9 indivíduos saudáveis (de 48 a 70 anos) livres de qualquer neoplasia, doença cardíaca, pulmonar, renal, hepática ou infecciosa, sem história de tabagismo e que não praticaram atividade física regular durante o último ano. Portanto, fizeram parte do presente estudo 9 pacientes com DPOC (7 homens e 2 mulheres) e 9 indivíduos saudáveis (7 homens e 2 mulheres).

A Tabela 1 apresenta a caracterização da amostra com os valores de média (\pm desvio padrão) dos dados antropométricos (idade, massa corporal, estatura e IMC), bem como da severidade da doença. Observou-se que não houve diferenças antropométricas estatisticamente significante entre os grupos estudados. Os dados espirométricos, também ilustrados na tabela 1, mostram valores normais para os indivíduos do GS, caracterizando-os como indivíduos sem distúrbio ventilatório, portanto saudáveis do ponto de vista pulmonar. Já os do GD mostram valores de VEF1/ CVF < 70% caracterizando-os como indivíduos com distúrbio ventilatório obstrutivo, presente na DPOC.

No que tange a frequência cardíaca (FC) em repouso, o GD apresentou média de $81,0 \pm 10,4$; e o GS $80,4 \pm 9,7$, expressando um $p=0,90$. A avaliação da saturação periférica de oxigênio (SpO₂) apresentou média $96,8 \pm 1,4$ para o GD e $97,4 \pm 1,42$ no GS, com $p=0,42$; portanto não houve diferença significativa entre os grupos nessas variáveis. Já em relação a frequência respiratória (FR) e repouso, encontramos diferença significativa ($p<0,002$), quando o GD manifestou uma média de $22,5 \pm 4,0$ e o GS $15,6 \pm 3,7$.

Tabela 1. Características da amostra estudada.

| | Grupo DPOC n= 9 | Grupo Controle n= 9 | p valor |
|--|--------------------|------------------------|---------|
| Antropometria | | | |
| Idade (anos) | 63,4 ± 8,5 | 59,4 ± 6,9 | 0,29 |
| Mulheres (%) | 2 (22,2%) | 2 (22,2%) | |
| Homens | 7 (77,8%) | 7 (77,8%) | |
| Peso | 69,4 ± 13,1 | 78,3 ± 16,6 | 0,22 |
| Altura | 1,64 ± 0,03 | 1,70 ± 0,07 | 0,06 |
| IMC (Kg/m) | 25,4 ± 4,5 | 26,7 ± 3,6 | 0,52 |
| Severidade da Doença | | | |
| Anos/maço* | 69,4 ± 27,8 | - | - |
| VEF1 (% predito) | 31,1 ± 21,2 | 93,0 ± 10,5 | 0,000 |
| VEF1 (L) | 1,1 ± 0,5 | 3,2 ± 0,6 | 0,000 |
| CVF (% predito) | 62,2 ± 20,8 | 92,7 ± 8,9 | 0,001 |
| CVF (L) | 2,2 ± 0,6 | 3,9 ± 0,7 | 0,000 |
| FEF1/CVF | 0,4 ± 0,1 | 0,8 ± 0,05 | 0,000 |
| FEF1/CVF(% predito) | 61,0 ± 13,7 | 101,1 ± 5,3 | 0,000 |
| GOLD I (FEV1 > 80% do valor predito), n (%) | 1 (11,1) | - | - |
| GOLD II (FEV1, 50–80% do valor predito) | 4 (44,4) | - | - |
| GOLD III (FEV1, 30–50% do valor predito) | 3 (33,3) | - | - |
| GOLD IV (FEV1 ≤ 30% do valor predito) | 1 (11,1) | - | - |

DPOC – Doença pulmonar obstrutiva crônica; IMC – índice de massa corpórea; Anos/maço* = número de anos de fumo × número médio de cigarros fumados por dia/ 20; VEF1, volume expiratório forçado em 1 segundo; CVF, capacidade vital forçada; GOLD, Iniciativa Global para a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica.

A tabela 2 apresenta os valores referentes a avaliação do desempenho muscular no DI, força de prensão manual e pressões respiratórias máximas (PI_{máx} e PE_{máx}), mostrando que houve diferença estatisticamente significativa para potência muscular de extensores de joelho, FPM e PI_{máx}. As demais variáveis dependentes avaliadas não apresentaram diferença significativa.

Tabela 2. Variáveis da dinamometria isocinética de extensores de joelho, dinamometria manual e pressões respiratórias máximas.

| | DPOC n=9 | Controle n=9 | p valor |
|--|----------------|-----------------|---------|
| Dinamometria isocinética | | | |
| PT (Nm) | 85,7 ± 24,4 | 104,4 ± 31,0 | 0,17 |
| PT (% do predito) | 62,9 ± 9,6 | 66,3 ± 8,8 | 0,45 |
| TW (J) | 1305,5 ± 329,9 | 1671,5 ± 444,5 | 0,06 |
| P (W) | 99,9 ± 21,0 | 145,1 ± 51,5 | 0,02* |
| Dinamometria manual | | | |
| FPM (Kgf) | 63,5 ± 19,0 | 38,7 ± 9,7 | 0,005* |
| FPM (% predito) | 167,4 ± 49,3 | 93,9 ± 15,8 | 0,002* |
| Pressões respiratórias máximas | | | |
| PI _{máx} (cmH ₂ O) | 73,0 ± 27,7 | 131,4 ± 53,2 | 0,001* |
| PI _{máx} (% predito) | 73,6 ± 22,5 | 126,7 ± 41,0 | 0,004* |
| PE _{máx} (cmH ₂ O) | 120,8 ± 51,9 | 147,8 ± 50,0 | 0,27 |
| PE _{máx} (% predito) | 112,3 ± 35,0 | 133,8 ± 31,9 | 0,19 |

PT – pico de torque (em newtons·metro); TW – trabalho total (em joules); P -Potência muscular (em watt); FPM – força de prensão manual (em kilograma força); PI_{máx} – pressão inspiratória máxima (em centímetros de água); PE_{máx} – pressão expiratória máxima(em centímetros de água); * p valor < 0,05.

7. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi avaliar e comparar a força muscular periférica e respiratória de pacientes com DPOC e indivíduos saudáveis. Para tanto, foi utilizado um protocolo de 20 repetições concêntrica/concêntrica com velocidade angular de 120°/s em um DI para avaliar músculos de MMII; dinamometria manual para avaliar a FPM e manovacuometria para avaliar as pressões respiratórias máximas (PI_{máx} e PE_{máx}) dos sujeitos com DPOC e indivíduos saudáveis.

Os dados coletados a partir da avaliação dos músculos extensores de joelho no DI, indicam que os voluntários com DPOC apresentaram uma potência, isto é, a velocidade de movimento, 31% menor, sendo estatisticamente significante ($p=0,02$), quando comparados com indivíduos saudáveis da mesma faixa etária. Tal resultado sugere que pessoas com DPOC possuem uma capacidade reduzida, no entanto suficiente, para realizar a referida tarefa de forma satisfatória.

De acordo com Abizanda Soler et al³⁵ a inatividade física pode ser um dos mecanismos desta disfunção muscular periférica. Izquierdo et al³⁶, avaliando a força e a potência muscular em homens de meia idade, concluiu que a potência do músculo esquelético, diminui mais precocemente do que o pico de torque com o avançar da idade. Tal conclusão corrobora com nossos achados, os quais não foi encontrado diferença estatisticamente significante para PT e TW entre os grupos.

O fato de não existir essa diferença pode ser elucidada por uma provável perda de massa muscular, infiltração fibrótica ou ainda a existência de depósitos de gordura intramuscular nesta população^{15,37}. Ademais, esse déficit pode não está ligado apenas à fatores intrínsecos ao músculo avaliado, acredita-se que exista uma íntima relação com a limitação ventilatória, hiperinsuflação dinâmica ou aumento do trabalho dos músculos respiratórios, em oposição à uma incapacidade do grupo muscular avaliado de produzir a potência requerida pela tarefa³⁸. Robles et al³⁹ concluiu que a fraqueza muscular, representada pelo PT no DI relaciona-se mais intimamente com a má qualidade muscular dos indivíduos com DPOC em comparação a saudáveis.

Apesar dos valores de PT e TW não terem apresentado uma significância estatística, os resultados podem indicar uma relevância clínica, uma vez que o seu valor médio para o GD foi menor 18 e 22% respectivamente, do que o GS. Esses dados podem estar associados a uma anormalidade no metabolismo muscular, o qual apresenta menor atividade oxidativa, contribuindo para o surgimento de limitações funcionais nos

participantes^{38,40}.

A deterioração funcional dos músculos dos membros superiores e inferiores pode não ser homogênea^{11,36}, sendo, nos músculos dos membros inferiores, em grande parte responsável pelas limitações em atividades como andar e subir escadas e, além disso, uma redução na força do quadríceps é um potente preditor de mortalidade em DPOC grave⁴¹. Por outro lado, sabe-se que as atividades básicas da vida cotidiana, que são principalmente realizadas com os membros superiores, também são mal toleradas pelos pacientes com DPOC⁴².

Estudos recentes têm mostrado a diminuição de força muscular periférica preferencialmente localizada nos membros inferiores^{43,44}. Yende et al⁴⁵ sugerem que a força muscular das extremidades superiores é preservada em pacientes com DPOC; tal como nossos achados, que nos mostrou FPM superior e estatisticamente significativa quando comparados com indivíduos saudáveis. De fato, a força distal (punho) pode ser possivelmente preservada, uma vez que os pacientes são capazes de continuar a realizar atividades de vida diária que envolvem movimentos repetidos do punho, incluindo agarrar, segurar e carregar objetos.

Entre as explicações possíveis para isso, podem ser citadas: 1) pacientes com DPOC são inativos nas atividades de vida diária, com menor dispêndio de tempo diário com atividades que envolvem sustentação de peso, como caminhar e ficar na posição ortostática e, ao contrário, gastam maior tempo sentados e deitados⁴⁶; 2) predomínio das atividades de vida diária realizadas com a parte superior do corpo; e 3) grande parte dos músculos de cintura escapular, responsáveis pela elevação dos membros superiores, participa concomitantemente da respiração acessória^{11,17}.

Além disso, a literatura mostra importantes alterações na proporção do tipo de fibras musculares em pacientes com DPOC, quando comparados a saudáveis. Resultados de biópsias musculares em pacientes com DPOC, mostram atrofia tanto das fibras musculares do tipo I quanto do tipo II⁴⁷. Nos membros superiores não foi observada desproporção entre os dois tipos de fibras musculares, provavelmente em função da grande necessidade da parte superior do corpo nas atividades de vida diária⁴⁸, enquanto, nos membros inferiores, foi descrita redução do percentual das fibras musculares do tipo I em relação às do tipo II^{47,48}.

Assim como a perda de força de membros superiores e inferiores não ocorre de forma homogênea em pacientes com DPOC, a redução da força muscular inspiratória parece ocorrer de forma mais intensa do que a expiratória na mesma população. Em nosso estudo, os pacientes com DPOC apresentaram valores de $P_{Imáx}$ 44% menor do que sujeitos normais da mesma faixa etária, enquanto que a diferença percentual entre os valores de $P_{Emáx}$ foi de 18%; corroborando com a literatura.

Há uma evidência crescente de que o grau de disfunção do músculo esquelético em pacientes com DPOC não é homogêneo entre vários grupos musculares. De fato, Gosselink et al.⁴⁹ encontraram que a força muscular inspiratória é mais severamente reduzida do que a força muscular expiratória em pacientes com DPOC estáveis. Uma possível explicação para essas alterações pode ser também as alterações da tipagem de fibras musculares no diafragma dessa população.

O diafragma de pacientes com DPOC têm proporções aumentadas de fibras de tipo I em comparação com os indivíduos de controle¹⁵. Isto foi documentado pela primeira vez por Levine et al.¹⁵, que relataram que a proporção de fibras de tipo I atinge em média 64% das fibras totais nos diafragmas de pacientes com DPOC, enquanto a proporção dessas fibras é em média de apenas 45% do número total de fibras nos diafragmas de controle.

As razões por trás dessas diferenças entre os vários músculos esqueléticos permanecem obscuras, porém muitos pesquisadores têm proposto que o recrutamento e a ativação diária do músculo em grande parte determina o grau em que um determinado músculo é afetado nesses pacientes¹⁸. Por exemplo, os músculos ventilatórios, particularmente o diafragma, têm cargas de trabalho diferentes do que os músculos dos membros inferiores. Os músculos ventilatórios estão em estado de sobrecarga crônica devido ao aumento do trabalho de respiração provocado pela obstrução do fluxo de ar e hiperinsuflação¹⁶.

A redução da resistência do diafragma em pacientes com DPOC tem sido tradicionalmente atribuída ao encurtamento do comprimento diafragmático induzido pela hiperinflação, o que influencia negativamente a relação comprimento-tensão¹². Esta visão é corroborada pela observação de que a cirurgia de redução do volume pulmonar resulta em aumento do comprimento do diafragma e restauração de $P_{Imáx}$ em pacientes com DPOC⁵⁰.

Limitações do estudo

Algumas limitações na metodologia podem afetar as suposições decorrentes deste estudo. O tamanho limitado da amostra deve ser ponderado quando se aplicam os resultados à população mais ampla de DPOC, enquanto que os dados dos saudáveis e com a mesma idade do grupo, não pode ser extrapolada para além uma população num contexto mais amplo.

Outra limitação do estudo encontra-se no protocolo proposto para avaliação do desempenho muscular no DI, visto que a velocidade angular adotada ($120^\circ/s$) pode não ser a ideal para avaliar a força muscular do quadríceps femoral, sendo necessário utilizar velocidade angular menor, em torno de 60 a $90^\circ/s$.

Conclusão

No presente estudo obtivemos evidências de que a força do musculo quadríceps femoral e dos músculos respiratórios estão reduzidos em pacientes com DPOC; enquanto que os músculos de MMSS podem permanecer preservada. São necessários mais estudos para identificar os mecanismos de perda de força nessa população.

8. Referências

1. Soriano JB. An Epidemiological Overview of Chronic Obstructive Pulmonary Disease: What Can Real-Life Data Tell Us about Disease Management? *COPD J Chronic Obstr Pulm Dis* [Internet]. Taylor & Francis; 2017 Mar 15 [cited 2017 Apr 12];14(sup1):S3–7. Available from:
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15412555.2017.1286165>
2. Rosenberg S, Kalhan R, Mannino D. Epidemiology of Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Prevalence, Morbidity, Mortality, and Risk Factors. *Semin Respir Crit Care Med* [Internet]. 2015 Aug 3;36(4):457–69. Available from:
<http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0035-1555607>
3. Diaz-Guzman E, Mannino DM. Epidemiology and prevalence of chronic obstructive pulmonary disease. *Clin Chest Med* [Internet]. Elsevier Inc; 2014;35(1):7–16. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ccm.2013.10.002>
4. WHO. World Health Statistics [Internet]. 2014 [cited 2015 Sep 16]. Available from:
http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/112738/1/9789240692671_eng.pdf
5. Vogelmeier CF, Criner GJ, Martínez FJ, Anzueto A, Barnes PJ, Bourbeau J, et al. GLOBAL STRATEGY FOR THE DIAGNOSIS, MANAGEMENT, AND PREVENTION OF COPD (2017 REPORT). *Arch Bronconeumol* [Internet]. 2017 Mar; Available from:
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300289617300352>
6. Vestbo J, Hurd SS, Agustí AG, Jones PW, Vogelmeier C, Anzueto A, et al. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 2013 Feb 15;187(4):347–65. Available from:
<http://www.atsjournals.org/doi/abs/10.1164/rccm.201204-0596PP>
7. Decramer M, Janssens W, Miravittles M. Chronic obstructive pulmonary disease. *Lancet* [Internet]. Elsevier Ltd; 2012;379(9823):1341–51. Available from:
[http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60968-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60968-9)
8. Narsingam S, Bozarth AL, Abdeljalil A. Updates in the management of stable chronic obstructive pulmonary disease. *Postgrad Med* [Internet]. 2015 Nov 4

- [cited 2015 Sep 29];127(7):758–70. Available from:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26330087>
9. Celli BR, Decramer M, Wedzicha J a., Wilson KC, Agusti a., Criner GJ, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: research questions in COPD. *Eur Respir J* [Internet]. 2015;45(4):879–905. Available from: <http://erj.ersjournals.com/cgi/doi/10.1183/09031936.00009015>
 10. Bonini M, Usmani OS. The role of the small airways in the pathophysiology of asthma and chronic obstructive pulmonary disease. *Ther Adv Respir Dis* [Internet]. 2015 Jun 2 [cited 2015 Sep 29]; Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26037949>
 11. Cielen N, Maes K, Gayan-Ramirez G. Musculoskeletal Disorders in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Biomed Res Int* [Internet]. Hindawi Publishing Corporation; 2014;2014:1–17. Available from: <http://www.hindawi.com/journals/bmri/2014/965764/>
 12. Evans RA, Morgan MDL. The Systemic Nature of Chronic Lung Disease. *Clin Chest Med* [Internet]. 2014 Jun [cited 2015 Sep 30];35(2):283–93. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272523114000173>
 13. Barreiro E, Gea J. Respiratory and Limb Muscle Dysfunction in COPD. *COPD J Chronic Obstr Pulm Dis* [Internet]. 2015 Jul 4 [cited 2015 Sep 30];12(4):413–26. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25438125>
 14. Dubé B-P, Vermeulen F, Laveneziana P. Disnea de esfuerzo en las enfermedades respiratorias crónicas: de la fisiología a la aplicación clínica. *Arch Bronconeumol* [Internet]. 2017 Feb [cited 2017 Apr 22];53(2):62–70. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300289616302423>
 15. Levine S, Bashir MH, Clanton TL, Powers SK, Singhal S. COPD elicits remodeling of the diaphragm and vastus lateralis muscles in humans. *J Appl Physiol* [Internet]. American Physiological Society; 2013 May [cited 2017 Apr 22];114(9):1235–45. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23264538>

16. O'Donnell DE, Elbehairy AF, Webb KA, Neder JA. The Link between Reduced Inspiratory Capacity and Exercise Intolerance in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Ann Am Thorac Soc* [Internet]. 2017 Apr 11 [cited 2017 Apr 21];AnnalsATS.201610-834FR. Available from:
<http://www.atsjournals.org/doi/10.1513/AnnalsATS.201610-834FR>
17. Alter A, Aboussouan LS, Mireles-Cabodevila E. Neuromuscular weakness in chronic obstructive pulmonary disease. *Curr Opin Pulm Med* [Internet]. 2017 Jan [cited 2017 Apr 21];23(2):1. Available from:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28079615>
18. Donaldson A V., Maddocks M, Martolini D, Polkey MI, Man WDC. Muscle function in COPD: A complex interplay [Internet]. *International Journal of COPD*. 2012 [cited 2017 Mar 6]. p. 523–35. Available from:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22973093>
19. ZJ M, VellosoM, VP L, JA A. Upper limb exercise training for COPD. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;(11).
20. Meijer K, Annegarn J, Lima Passos V, Savelberg HH, Schols AM, Wouters EF, et al. Characteristics of daily arm activities in patients with COPD. *Eur Respir J*. 2014;43(6).
21. Hul AV, Harlaar J, Gosselink R, Hollander P, Postmus P, Kwakkel G. Quadriceps muscle endurance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Muscle Nerve* [Internet]. 2004 Feb [cited 2015 Oct 26];29(2):267–74. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14755493>
22. Barnes PJ, Chowdhury B, Kharitonov SA, Magnussen H, Page CP, Postma D, et al. Pulmonary Biomarkers in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. American Thoracic Society; 2006 Jul [cited 2016 Dec 14];174(1):6–14. Available from:
<http://www.atsjournals.org/doi/abs/10.1164/rccm.200510-1659PP>
23. Barnes PJ. Inflammatory mechanisms in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Allergy Clin Immunol* [Internet]. 2016 Jul [cited 2016 Dec

- 14];138(1):16–27. Available from:
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0091674916303621>
24. Borg E. On perceived exertion and its measurement [Internet]. *Psychology*. 2007. 1927-1934 p. Available from: <http://su.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:197216>
25. Pereira CA de C. Diretrizes para Testes de Função Pulmonar. *J Bras Pneumol*. 2002;28(3):45–51.
26. Miller MR. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J* [Internet]. 2005 Aug 1;26(2):319–38. Available from:
<http://erj.ersjournals.com/cgi/doi/10.1183/09031936.05.00034805>
27. Pereira CA de C, Sato T, Rodrigues SC. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. *J Bras Pneumol*. 2007;33(4):397–406.
28. ASHT - American Society of Hand Therapists. Clinical assessment recommendations. 3rd ed. Casanova JS, editor. Chicago; 2017.
29. Novaes RD, Miranda AS de, Silva J de O, Tavares BVF, Dourado VZ. Equações de referência para a predição da força de preensão manual em brasileiros de meia idade e idosos. *Fisioter e Pesqui* [Internet]. 2009;16(3):217–22. Available from:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-29502009000300005&lng=pt&nrm=iso&tlng=en
30. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Brazilian J Med Biol Res*. 1999;32(6):719–27.
31. Dvir Z. *Isokinetics: muscle testing - interpretation and clinical applications*. 2nd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 2004.
32. Stumbo TA, Merriam S, Nies K, Smith A, Spurgeon D, Weir JP. The effect of hand-grip stabilization on isokinetic torque at the knee. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2001 Aug [cited 2015 Oct 29];15(3):372–7. Available from:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11710668>

33. van den Borst B, Slot IGM, Hellwig VAC V, Vosse BAH, Kelders MCJM, Barreiro E, et al. Loss of quadriceps muscle oxidative phenotype and decreased endurance in patients with mild-to-moderate COPD. *J Appl Physiol* [Internet]. 2013 May 1 [cited 2015 Oct 26];114(9):1319–28. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22815389>
34. Neder JA, Nery LE, Shinzato GT, Andrade MS, Peres C, Silva AC. Reference values for concentric knee isokinetic strength and power in nonathletic men and women from 20 to 80 years old. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. 1999 Feb [cited 2017 May 22];29(2):116–26. Available from: <http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.1999.29.2.116>
35. Abizanda Soler P, López-Torres Hidalgo J, Romero Rizos L, López Jiménez M, Sánchez Jurado PM, Atienzar Núñez P, et al. [Frailty and dependence in Albacete (FRADEA study): reasoning, design and methodology]. *Rev Esp Geriatr Gerontol* [Internet]. 2011 Mar [cited 2017 May 16];46(2):81–8. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0211139X10002544>
36. Izquierdo, Ibanez, Gorostiaga, Garrues, Zuniga, Anton, et al. Maximal strength and power characteristics in isometric and dynamic actions of the upper and lower extremities in middle-aged and older men. *Acta Physiol Scand* [Internet]. 1999 Sep [cited 2017 May 15];167(1):57–68. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1046/j.1365-201x.1999.00590.x>
37. Cannon DT, Coelho AC, Cao R, Cheng A, Porszasz J, Casaburi R, et al. Skeletal muscle power and fatigue at the tolerable limit of ramp-incremental exercise in COPD. *J Appl Physiol* [Internet]. American Physiological Society; 2016 Nov [cited 2017 Mar 6];121:1365–73. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Skeletal+muscle+power+and+fatigue+at+the+tolerable+limit+of+ramp-incremental>
38. Roig M, Eng JJ, MacIntyre DL, Road JD, Reid WD. Deficits in Muscle Strength, Mass, Quality, and Mobility in People With Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev* [Internet]. 2011 Jan [cited 2015 Sep 10];31(2):120–4. Available from:

<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3326068&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>

39. Robles PG, Mathur S, Janaudis-Fereira T, Dolmage TE, Goldstein RS, Brooks D. Measurement of Peripheral Muscle Strength in Individuals With Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev* [Internet]. 2011 [cited 2017 Apr 25];31(1):11–24. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=01273116-201101000-00003>
40. Hernández M, Zambom-Ferraresi F, Cebollero P, Hueto J, Cascante JA, Antón MM. The Relationships between Muscle Power and Physical Activity in Older Men with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *J Aging Phys Act* [Internet]. 2016 Nov 11 [cited 2017 May 15];1–26. Available from: <http://journals.humankinetics.com/doi/10.1123/japa.2016-0144>
41. Nyberg A, Törnberg A, Wadell K. Correlation between Limb Muscle Endurance, Strength, and Functional Capacity in People with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Physiother Canada* [Internet]. Canadian Physiotherapy Association; 2016 Feb [cited 2017 May 15];68(1):46–53. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27504047>
42. Takeda K, Kawasaki Y, Yoshida K, Nishida Y, Harada T, Yamaguchi K, et al. The 6-minute pegboard and ring test is correlated with upper extremity activity of daily living in chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* [Internet]. 2013 Jul [cited 2017 May 16];8:347–51. Available from: <http://www.dovepress.com/the-6-minute-pegboard-and-ring-test-is-correlated-with-upper-extremity-peer-reviewed-article-COPD>
43. Man WD-C, Soliman MGG, Nikolettou D, Harris ML, Rafferty GF, Mustfa N, et al. Non-volitional assessment of skeletal muscle strength in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* [Internet]. 2003 Aug [cited 2017 May 16];58(8):665–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12885979>
44. FRANSSEN FME, BROEKHUIZEN R, JANSSEN PP, WOUTERS EFM, SCHOLS AMWJ.

- Limb Muscle Dysfunction in COPD: Effects of Muscle Wasting and Exercise Training. *Med Sci Sport Exerc* [Internet]. 2005 Jan [cited 2015 Oct 26];37(1):2–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15632660>
45. Yende S, Waterer GW, Tolley EA, Newman AB, Bauer DC, Taaffe DR, et al. Inflammatory markers are associated with ventilatory limitation and muscle dysfunction in obstructive lung disease in well functioning elderly subjects. *Thorax* [Internet]. 2006 Jan 21 [cited 2017 May 16];61(1):10–6. Available from: <http://thorax.bmj.com/cgi/doi/10.1136/thx.2004.034181>
46. Hernandez NA, Teixeira D de C, Probst VS, Brunetto AF, Ramos EMC, Pitta F. Profile of the level of physical activity in the daily lives of patients with COPD in Brazil. *J Bras Pneumol* [Internet]. 2009 Oct [cited 2017 May 16];35(10):949–56. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19918626>
47. Kim HC, Mofarrahi M, Hussain SNA. Skeletal muscle dysfunction in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* [Internet]. 2008 Jan [cited 2015 Oct 1];3(4):637–58. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2650609&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
48. Gosker HR, Zeegers MP, Wouters EFM, Schols AMWJ. Muscle fibre type shifting in the vastus lateralis of patients with COPD is associated with disease severity: a systematic review and meta-analysis. *Thorax* [Internet]. 2007 May 25 [cited 2015 Oct 5];62(11):944–9. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2117111&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
49. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Distribution of muscle weakness in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil* [Internet]. 2000 [cited 2017 May 16];20(6):353–60. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11144041>
50. LANDO Y, BOISELLE PM, SHADE D, FURUKAWA S, KUZMA AM, TRAVALINE JM, et al. Effect of Lung Volume Reduction Surgery on Diaphragm Length in Severe Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet].

1999 Mar [cited 2017 May 17];159(3):796–805. Available from:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10051253>

9. APÊNDICE

Apêndice A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Este é um convite para o senhor (a) participar da pesquisa **“RELAÇÃO ENTRE FORÇA MUSCULAR E BIOMARCADORES INFLAMATÓRIOS NA DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA”**, coordenado pela professora Dra. Patrícia Angélica de Miranda Silva Nogueira.

A participação é voluntária, o que significa que o senhor (a) poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento, sem que isso lhe traga nenhum prejuízo ou penalidade.

Essa pesquisa tem o propósito avaliar o comportamento dos níveis de biomarcadores inflamatórios sistêmicos, a força muscular periférica e respiratória em pacientes com DPOC e indivíduos saudáveis.

O senhor (a) passará por apenas um dia de avaliação no qual fará um exame de sangue para analisar os níveis interleucina 2 e 6 (IL-2 e IL-6). Após colher o sangue, o senhor fará um exame chamado de espirometria, no qual irá soprar em um aparelho para analisar os volumes e capacidades pulmonar, ou seja, quanto de ar que cabe dentro dos seus pulmões.

Após realizar esses exames, será a vez de avaliar a sua força de preensão palmar por meio de um dinamômetro mecânico JAMAR®. Nesse exame, o senhor (a) irá apertar o equipamento com a mão que mais usa, com a maior força que conseguir.

A força dos músculos respiratórios será avaliada logo em seguida por meio de um manovacúmetro digital, modelo MVD300 da marca Globalmed, fabricado no Brasil. Aqui, o senhor terá que fazer o máximo de força para soprar e puxar o ar no aparelho, em momentos diferentes

Por último, será iniciada teste em um aparelho chamado dinamômetro isocinético, o qual irá avaliar a força dos músculos da coxa. O senhor (a) irá realizar 20 movimentos de flexão-extensão (esticar e dobrar) de joelho sequenciais com o máximo de força que conseguir.

Os possíveis riscos que podem ocorrer durante a pesquisa são a sensação de tontura, dor de cabeça, ficar com o rosto vermelho enquanto realiza a espirometria; aparecimento das dores musculares nos membros inferiores, o cansaço pela força exaustiva, desconforto durante e após o exercício de força e risco quanto aparecimento de hematomas no local da coleta sanguínea.

O senhor (a) será atendido por fisioterapeutas formada e capacitada para realizar as técnicas, todo o ambiente no qual será realizada a pesquisa será adequado para evitar acidentes. Caso algum problema venha a acontecer com o senhor (a) durante os procedimentos, o senhor (a) será levado (a) imediatamente para um serviço médico.

Todas as informações obtidas serão sigilosas e o seu nome não será identificado em nenhum momento. Os dados serão guardados em local seguro e a divulgação dos resultados será feita sem a sua identificação e de forma conjunta, permitindo uma melhor confidencialidade. Será preservada a proteção da imagem dos indivíduos e não utilização das informações em prejuízo das pessoas.

Você ficará com uma cópia deste Termo (caso queira) e em caso de dúvidas a respeito desta pesquisa ou necessidade de entrar em contato com os pesquisadores, poderá entrar em contato através dos endereços e telefones a seguir:

- Prof^a. Dr^a. Patrícia Angélica de Miranda Silva Nogueira, Departamento de Fisioterapia – UFRN - Campus Universitário, Lagoa Nova, Caixa Postal 1524 - CEP: 59072-970 - Natal-RN. Fone: 3342 2001
- Rudolfo Hummel Gurgel Vieira , Rua da Saudade, 135, Emaús – CEP 59148-550 – Parnamirim-RN. Fone (84) 98169-5910

Caso haja dúvidas a respeito da ética dessa pesquisa o contato poderá ser feito através do seguinte endereço:

Praça do Campus Universitário, Lagoa Nova, Caixa Postal 1666, CEP 59072-970.

Natal/RN. Telefone/Fax (84)215-3135.

Pesquisador responsável

Autorização

Eu, _____

declaro estar ciente e informado (a) sobre os procedimentos de realização da pesquisa, conforme explicados acima, e pretendo participar voluntariamente da mesma.

Assinatura: _____



Local

___ / ___ / ___

Data

Apêndice B – Ficha de avaliação

FICHA DE AVALIAÇÃO**1- IDENTIFICAÇÃO**

Data da Avaliação Inicial: ___/___/___

Nome: _____ Sexo: ()M - ()F

Endereço: _____

Bairro: _____ Cidade: _____ UF: _____

Data de Nascimento: ___/___/___ Idade: _____ Grau de instrução: _____

Profissão: _____ Telefone: (84) _____

Membro dominante: ()E ()D

Medicamentos:

Peso: _____ Altura: _____ Registro no Isocinético: _____

2- Sinais Vitais de Repouso

| |
|----------------------|
| - PA: |
| - FC: |
| - FR: |
| - SpO ₂ : |
| - Borg: |

3- Análise Bioquímica () ok 4- Espirometria () ok

6- Dinamômetro

| |
|-----------------------|
| - 1ª medida: |
| - 2ª medida: |
| - 3ª medida: |
| - Maior medida: _____ |

7- Manovacuometria

| PI_{máx} | PE_{máx} |
|-------------------------|-------------------------|
| - 1ª medida: | - 1ª medida: |
| - 2ª medida: | - 2ª medida: |
| - 3ª medida: | - 3ª medida: |
| - 4ª medida: | - 4ª medida: |
| - 5ª medida: | - 5ª medida: |
| - 6ª medida: | - 6ª medida: |
| - 7ª medida: | - 7ª medida: |
| - 8ª medida: | - 8ª medida: |

- Maior medida: _____

8- Isocinético

| Variáveis | Pré-Intervenção | Pós-Intervenção |
|---------------------------|------------------------|------------------------|
| -Deslocamento da cadeira: | -Trabalho: | |
| -Altura do Acessório: | -Potência | |
| -Deslocamento da Cadeira: | -Índice de Fadiga: | |
| -Profundidade do Assento: | | |

| Sinais Vitais pré-intervenção INICIAL | Sinais Vitais pré-intervenção FINAL |
|--|--|
| - PA: | |
| - FC: | |
| - FR: | |
| - SpO ₂ : | |
| - Borg: | |

| Sinais Vitais PÓS-intervenção INICIAL | Sinais Vitais PÓS-intervenção FINAL |
|--|--|
| - PA: | |
| - FC: | |
| - FR: | |
| - SpO ₂ : | |
| - Borg: | |

*No 2º Isocinético após a intervenção

OBS:

10. ANEXOS

Anexo 1: Escala Modificada de Borg.

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