

Michelli Caroline de Camargo Barboza

**AVALIAÇÃO METABÓLICA E VENTILATÓRIA DE PACIENTES COM DOENÇA
PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA DURANTE A REALIZAÇÃO DE DOIS
TESTES DE MEMBROS SUPERIORES**

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia ocupacional da UFMG
2019

Michelli Caroline de Camargo Barboza

**AVALIAÇÃO METABÓLICA E VENTILATÓRIA DE PACIENTES COM DOENÇA
PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA DURANTE A REALIZAÇÃO DE DOIS
TESTES DE MEMBROS SUPERIORES**

Tese de doutorado apresentada à banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências da Reabilitação.

Área de concentração: Desempenho Funcional Humano.

Linha de pesquisa: Desempenho Cardiorrespiratório

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Velloso

Co-Orientadora: prof. Dra. Maria Tereza Aguiar Pessoa Morano

B238a Barboza, Michelli Caroline de Camargo
2019 Avaliação metabólica e ventilatória de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica durante a realização de dois testes de membros superiores. [manuscrito] / Michelli Caroline de Camargo Barboza – 2019.
70 f., enc.: il.

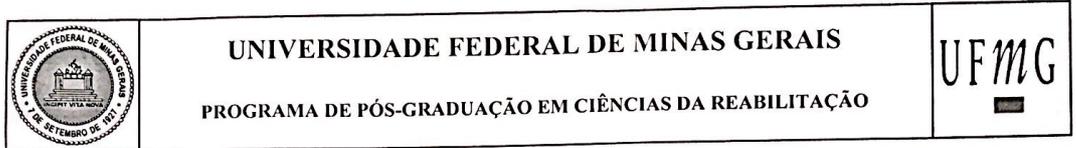
Orientador: Marcelo Velloso
Coorientadora: Maria Tereza Aguiar Pessoa Morano

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 58-61

1. Pulmões – Teses. 2. Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica – Teses. 3. Membros superiores – Teses. I. Velloso, Marcelo. II. Morano, Maria Tereza Aguiar Pessoa. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. IV. Título.

CDU: 616.24



ATA DA DEFESA DE TESE DA ALUNA
MICHELLI CAROLINE DE CAMARGO BARBOZA

Realizou-se, no dia 24 de junho de 2019, às 09:00 horas, Departamento de Fisioterapia - UFC Rua Major Weyne, 1440 - Rodolfo Teófilo - CEP 60430-450 - Fortaleza, da Universidade Federal de Minas Gerais, a defesa de tese, intitulada *AVALIAÇÃO METABÓLICA E VENTILATÓRIA DE PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA DURANTE A REALIZAÇÃO DE DOIS TESTES DE MEMBROS SUPERIORES*, apresentada por MICHELLI CAROLINE DE CAMARGO BARBOZA, número de registro 2016707156, graduada no curso de FISIOTERAPIA, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO, à seguinte Comissão Examinadora: Prof(a). Marcelo Velloso - Orientador (UFMG), Prof(a). Fernanda de Cordoba Lanza (UFMG), Prof(a). Danielle Aparecida Gomes Pereira (Universidade Federal de Minas Gerais), Prof(a). Daniela Gardano Bucharles Mont Alverne (Universidade Federal do Ceará), Prof(a). Mayron Faria de Oliveira (Universidade de Fortaleza).

A Comissão considerou a tese:

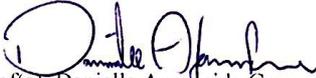
Aprovada

Reprovada

Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.
 Belo Horizonte, 24 de junho de 2019.

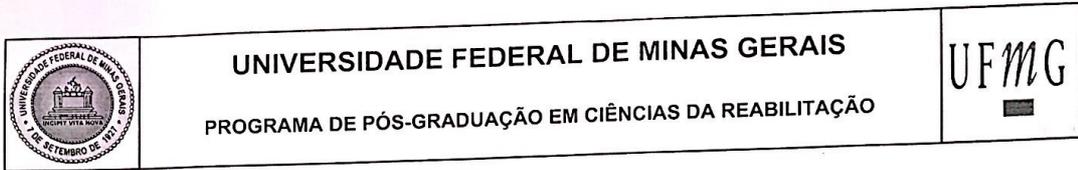

 Prof(a). Marcelo Velloso (Doutor)


 Prof(a). Fernanda de Cordoba Lanza (Doutora)


 Prof(a). Danielle Aparecida Gomes Pereira (Doutora)


 Prof(a). Daniela Gardano Bucharles Mont Alverne (Doutora)


 Prof(a). Mayron Faria de Oliveira (Doutor)



FOLHA DE APROVAÇÃO

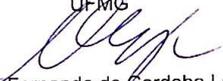
AVALIAÇÃO METABÓLICA E VENTILATÓRIA DE PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA DURANTE A REALIZAÇÃO DE DOIS TESTES DE MEMBROS SUPERIORES

MICHELLI CAROLINE DE CAMARGO BARBOZA

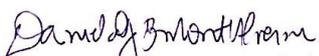
Tese submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO, como requisito para obtenção do grau de Doutor em CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO, área de concentração DESEMPENHO FUNCIONAL HUMANO.

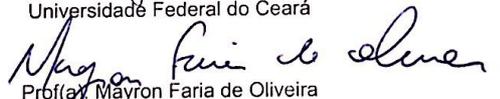
Aprovada em 24 de junho de 2019, pela banca constituída pelos membros:


 Prof(a). Marcelo Velloso - Orientador
 UFMG


 Prof(a). Fernanda de Cordoba Lanza
 UFMG


 Prof(a). Danielle Aparecida Gomes Pereira
 Universidade Federal de Minas Gerais


 Prof(a). Daniela Gardano Bucharles Mont Alverne
 Universidade Federal do Ceará


 Prof(a). Mayron Faria de Oliveira
 Universidade de Fortaleza

Belo Horizonte, 24 de junho de 2019.

**“Aos meus filhos Izadora, Carolina e
Bernardo que me inspiram, a cada dia,
a ser uma pessoa melhor.”**

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida, por iluminar meu caminho e guiar meus passos e por me permitir realizar tantos sonhos nesta existência.

Aos meus pais, Ruy e Cidinha, por sempre acreditarem em mim e por terem abdicado de suas vidas em prol das realizações e da felicidade de seus filhos. Agradeço pelos ensinamentos sobre disciplina, moral, respeito, humildade e dignidade necessários a condução da minha vida pessoal, profissional e acadêmica.

Aos meus filhos Izadora, Carolina e Bernardo por todo amor incondicional. A existência de vocês é o reflexo de Deus em minha vida. É por vocês que sigo em frente, mesmo diante de tantos obstáculos.

Aos meus avós, Ruy e Dirce (in memoriam). Sem eles o primeiro passo não teria sido possível.

Ao meu irmão Jorge, pelo companheirismo ao longo desses anos.

Agradeço especialmente ao meu orientador, Dr. Marcelo Velloso mestre por excelência! Obrigado pelo carinho, amizade e por todos os ensinamentos, correções e apoio durante o período desse doutorado.

A minha querida Maria Tereza Aguiar Pessoa Morano, pelo exemplo de pessoa e profissional, no qual me espelho. Sua sabedoria, simplicidade e amor em tudo que faz são inspirações para mim.

A amiga Daniela Gardano Bucharles Mont'Alverne pelo carinho e apoio em todos os momentos dessa caminhada, pela escuta nos momentos de (in)sanidade e puxões de orelha quando necessários. Sou muito grata por ter você em minha vida!

Aos colegas do DINTER Amene, Bernardo, Francilena, Gláucia, Juliana, Leda, Luana, Ramon, Renata e Socorro pela possibilidade de compartilhar experiências e multiplicar conhecimento. Nos transformamos em verdadeiros amigos ao longo dessa jornada. Obrigado por compartilharem comigo os momentos de alegria e de angústia. Juntos até o final!

Agradeço de forma especial a Glaucia, amiga fiel que esteve ao meu lado em momentos cruciais da elaboração dessa tese dividindo e somando conhecimento. Obrigado pela incrível disponibilidade oferecida, por me abrir as portas da sua casa e dividir comigo um pouquinho da sua família. Sinto que nós percorremos este caminho juntas, nos complementando e nos fortalecendo. Obrigada pela rica troca e cumplicidade. Você foi simplesmente essencial. Agradeço também ao amigo Daniel que tão generosamente me acolheu junto a sua família Glaucia, Flávia e Daniele.

Ao amigo João Paulo de Castro dos Santos Serra por me abrir as portas de seu apartamento oferecendo a tranquilidade que eu necessitava para escrever. Obrigado por todo o carinho e momentos de descontração. Sentirei saudades sempre!

A minha querida Verinha! Obrigado por todo amor e cuidado dedicado a mim e aos meus filhos!

Agradeço a todos os meus amigos, em especial a Cristina, Ivana, Luciana, Ticiane, Denise e Mayron. Obrigado pela fundamental ajuda na reta final e pelo apoio que encontrei nos momentos difíceis.

Ao amigo Felipe, por todo amor dedicado aos nossos filhos e por sempre estar ao meu lado. Obrigado pela torcida, carinho, compreensão e apoio em tantos momentos difíceis desta caminhada.

Aos meus colegas de trabalho, professores do curso de Fisioterapia da Universidade de Fortaleza (UNIFOR), pelo inestimável apoio e valorização deste trabalho.

A todos os professores da UFC e UFMG por marcarem positivamente minha vida pessoal e acadêmica. Em especial ao professor Rodrigo Oliveira e Fabiana Moraleida por fazer o DINTER acontecer!

A todos que fazem parte do Hospital de Messejana, em especial aos amigos Dra. Penha, Lucas, Paulinha, Luciane, Rose, Taisa e Andressa pela ajuda inestimável e pelo apoio e empenho na fase mais difícil da pesquisa, a coleta de dados.

Aos pacientes que foram elementos fundamentais e ativos na elaboração coletiva deste estudo. A eles agradeço pelos ensinamentos de vida e por estarem presentes nesta conquista.

Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes.

Isaac Newton

RESUMO

Introdução: Indivíduos com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) geralmente apresentam dispneia progressiva aos esforços, que pode ser exacerbada em atividades simples, realizadas com os membros superiores (MMSS) sem apoio. Diante disso, a avaliação da capacidade funcional dos MMSS tem sido objeto de estudo. O *Unsupported Upper Limb Exercise Test* (UULEX) e o Teste de argolas de 6 minutos (TA6) foram considerados os que melhor mimetizam as AVD que utilizam os MMSS elevados e sem apoio, além de serem práticos, de baixo custo, com validade e confiabilidade adequadas. Entretanto, embora sejam utilizados como medidas de avaliação da capacidade funcional de MMSS, não existe um consenso sobre como ocorrem os mecanismos que provocam as limitações durante as atividades que utilizam os MMSS sem apoio. **Objetivo geral:** Investigar os possíveis mecanismos que levam à limitação de indivíduos com DPOC durante a realização de dois testes de MMSS sem apoio (UULEX e o 6PBRT). **Objetivos Específicos:** Verificar a existência de hiperinsuflação dinâmica (HD) durante a realização do TA6 e do UULEX, além de associa-la ao tempo de execução do UULEX e ao número de argolas movidas durante o TA6 (artigo 1) e também investigar o comportamento das variáveis metabólicas e ventilatórias de indivíduos com DPOC durante a realização do UULEX e do TA6 (artigo 2). **Métodos:** Trata-se de um estudo transversal realizado em uma amostra de conveniência composta por 14 indivíduos (artigo 1) e 15 indivíduos (artigo 2) com DPOC selecionados nos ambulatórios de Pneumologia do Hospital de Messejana - Dr. Carlos Alberto Studart Gomes localizado na cidade de Fortaleza – CE entre janeiro a abril de 2019. Inicialmente os indivíduos foram submetidos a avaliação para caracterização da amostra e registro das variáveis sociodemográficas, antropométricas e clínicas, bem como aplicação do Questionário *Pulmonary Functional Status and Dyspnea Questionnaires* – (PFSDQ-M). Em seguida cada indivíduo realizou os dois testes de forma randomizada. A mensuração das variáveis ventilatórias e metabólicas durante a execução do UULEX e do TA6 foi realizada pelo analisador de gases expirados Cortex Metalyzer® 3B (Leipzig/Alemanha) antes, imediatamente após os testes e após dois minutos de descanso. Foram medidas também a saturação periférica de oxigênio (SpO₂), a dispneia e a fadiga de MMSS pela escala de Borg modificada. A capacidade inspiratória (CI) foi medida pela manobra de capacidade vital lenta antes (repouso) e imediatamente após a conclusão dos testes. **Resultados:** Os resultados do artigo 1 mostraram HD no TA6 em apenas

6 indivíduos (42,9%) ($1,60 \pm 0,62$ ml versus $1,62 \pm 0,72$ ml; $p=0,6$) e no UULEX em 9 indivíduos (64,3%) ($1,58 \pm 0,76$ ml versus $1,53 \pm 0,68$ ml; $p=0,2$), entretanto sem significância estatística em ambos os testes. Foi observado correlação positiva entre a HD no UULEX com o tempo do teste ($r=0,576$; $p=0,031$) e a carga máxima ($r=0,617$; $p=0,019$), entretanto não foi evidenciado a correlação entre a HD durante o TA6 com o número de argolas movidas ($r= -0,088$; $p=0,756$). Ao analisar a correlação entre a HD e as variáveis ergoespirométricas, foi evidenciado correlação positiva para o UULEX com o VO_2 pico ($r=0,755$; $p=0,002$), o $\%VO_2$ máx ($r=0,587$; $p=0,027$), a VCO_2 ($r=0,718$; $p=0,004$) e o VE ($r=0,722$; $p=0,004$). Para o TA6 foi evidenciado correlação negativa com o $\%VO_2$ máx ($r = -0,547$; $p=0,035$). Os resultados do artigo 2, demonstraram que todas as variáveis ergoespirométricas foram maiores durante a realização do UULEX quando comparado ao TA6, sendo que as variáveis VO_2 pico, $\%VO_2$ máx, VCO_2 e o VE apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,005$). Ao comparar os valores do VO_2 máx esperado para a população com o VO_2 pico encontrado após os testes, houve diferença estatisticamente significativa em ambos os grupos ($p \leq 0,000$), sendo que o UULEX apresentou maior VO_2 pico. Além disso, ao correlacionar status funcional dos indivíduos com VO_2 pico, observamos que somente o domínio influência das mudanças nas AVD não apresentou correlação com o TA6 e com o UULEX. **Conclusão:** Os dois testes de MMSS estudados (UULEX e TA6) promoveram aumento significativo nas respostas metabólicas, ventilatórias e na sensação de dispneia em indivíduos com DPOC, entretanto o UULEX promoveu maiores respostas quando comparado ao TA6. Tanto o UULEX quanto o TA6 levaram a redução da CI e, portanto, a HD após o teste, porém esta redução não foi estatisticamente significativa. Além disto, observou-se que quanto maior o tempo de realização do UULEX, maior a HD. Quanto ao TA6 observamos que não existe correlação entre o número de argolas movidas com a HD.

Palavras Chave: Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; Membro superior; Teste de esforço.

ABSTRACT

Introduction: Individuals with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) usually present progressive dyspnea on exertion, which may be exacerbated by simple activities performed by the unsupported upper limbs. Therefore, the evaluation of the functional capacity of the upper limbs has been on the subject of the study. The unsupported upper limb exercise test (UULEX) and the 6-minute pegboard and ring test (PBRT) were considered the most effective to mimic the ADLs using an elevated and unsupported upper limb, as well as being practical, low cost, with validity and reliability. However, even though they are used as measures to assess the functional capacity of the upper limbs, there is no consensus about the mechanisms that cause limitations during the activities that use the unsupported upper limbs. **General Aim:** To investigate the possible mechanisms that limit the individuals with COPD during two unsupported upper limbs tests (UULEX and 6PBRT). **Specifics Aim:** To verify the existence of dynamic hyperinflation (DH) during the PBRT and UULEX, in addition to associating it with the UULEX execution time and the number of rings that moved during PBRT (article 1) and also to investigate the metabolic and ventilatory variables on individuals with COPD during UULEX and PBRT (article 2). **Methods:** This is a cross-sectional study carried out in a convenience sample of 14 individuals (article 1) and 15 individuals (article 2) with COPD selected at the Pulmonology Outpatient Clinic of the Messejana Hospital - Dr. Carlos Alberto Studart Gomes located in the city of Fortaleza - Ceará between January and April 2019. Initially the individuals were submitted to the evaluation to characterize the sample and record sociodemographic, anthropometric and clinical variables and the Pulmonary Functional Status and Dyspnea Questionnaire - (PFSDQ-M). Then each individual performed two tests in randomized form. The evaluation of ventilatory and metabolic variables during the execution of UULEX and PBRT was performed by the expired gas analyzer Cortex Metalyzer® 3B (Leipzig / Germany) before, immediately after tests and after two minutes of rest. The peripheral oxygen saturation (SpO_2), dyspnea and fatigue of the upper limbs were also measured by a modified Borg scale. Inspiratory capacity (IC) was measured by slow vital capacity maneuver before (rest) and immediately after the completion of tests. **Results:** The results of article 1 showed DH in the PBRT in only 6 subjects (42.9%) (1.60 ± 0.62 ml versus 1.62 ± 0.72 ml, $p = 0.6$) and in the UULEX of 9 individuals (64.3%) (1.58 ± 0.76 ml vs 1.53 ± 0.68 ml, $p = 0.2$), however without any

statistical significance on both tests. A positive correlation was found between DH in the ULLEX, the test time ($r = 0.576$, $p = 0.031$) and the maximum load ($r = 0.617$, $p = 0.019$), however, the correlation between the DH during the PBRT and number of moved rings ($r = -0.088$; $p = 0.756$) was not evidenced. When analyzing the correlation between the DH and the ergospirometric variables, a positive correlation was found for ULLEX between DH and VO_2 peak ($r = 0.755$, $p = 0.002$), $\%VO_2$ máx ($r = 0.587$; $p = 0.027$), VCO_2 ($r = 0.718$, $p = 0.004$) and VE ($r = 0.722$, $p = 0.004$). Regarding the PBRT, a negative correlation with VO_2 relative ($r = -0.547$; $p = 0.035$) was evidenced. The results of article 2, showed that all ergospirometric variables were higher during the UULEX when compared to the PBRT, however the variables of VO_2 peak, $\%VO_2$ max, VCO_2 and VE presented a significant statistic difference ($p \leq 0.005$). When comparing the expected value of VO_2 peak in the population along with the VO_2 peak after the test result, there was a significant statistic difference in both groups ($p \leq 0,000$), with the UULEX having a higher VO_2 peak. Besides that, when correlating the functional status of the subjects with VO_2 peak, we noticed that only the domain influence of changes in the ADL did not correlate with the PBRT and the UULEX. **Conclusion:** The two tests of the upper limb studied (UULEX and PBRT) promoted a significant increase in the metabolic, ventilatory and dyspnea responses in individuals with COPD, however the UULEX promoted greater responses when compared to the PBRT. Both UULEX and PBRT leads to a reduction of IC and, therefore, to the DH after the test, but this reduction was not statistically significant. In addition, it was observed that the longer the UULEX time, the greater the DH. Regarding the PBRT, we observed that there is no correlation between the number of rings moved with DH.

Keywords: Chronic Obstructive Pulmonary Disease; Upper limb; Stress test.

LISTA DE TABELAS

Artigo 1:

Tabela 1 - Análise descritiva da amostra geral (n=14).....	35
Tabela 2 - Comparação da capacidade inspiratória (CI) antes e após a realização do UULEX e TA6 (n=14).....	36
Tabela 3 – Correlação entre a hiperinsuflação dinâmica (HD) e as variáveis ergoespirométricas e Borg para dispneia e fadiga de membros superiores durante o UULEX (n=14).....	37
Tabela 4 - Correlação entre a hiperinsuflação dinâmica (HD) e as variáveis ergoespirométricas e Borg para dispneia e fadiga de membros superiores durante o TA6 (n=14).....	38

Artigo 2:

Tabela 1 - Análise descritiva da amostra geral (n=15).....	49
Tabela 2 - Comparação das variáveis ergoespirométricas durante os testes TA6 e UULEX (n=15).....	50
Tabela 3 - Comparação do TA6 e UULEX nas variáveis hemodinâmicas e Borg dispneia e fadiga membros superiores (n=15).....	51
Tabela 4 - Correlação entre o status funcional (PFSDQ-M) e o VO ₂ pico obtido ao término dos testes (n=15).....	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATS	<i>American Thoracic Society</i>
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADL	<i>Activities of Daily Living</i>
AVD	Atividades de vida diária
BOLD	<i>Burden of Obstructive Lung Diseases</i>
CE	Ceará
CI	Capacidade Inspiratória
CRF	Capacidade Residual Funcional
CVF	Capacidade Vital Forçada
DH	<i>Dynamic Hyperinflation</i>
DINTER	Doutorado Interinstituições
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
ERC	<i>European Respiratory Society</i>
f	Frequência respiratória
FC	Frequência Cardíaca
GOLD	<i>Global Initiative for Obstructive Lung Disease</i>
GST	<i>Grocery Shelving Task</i>
HD	Hiperinsuflação Dinâmica
IC	<i>Inspiratory capacity</i>
IMC	Índice de Massa Corpórea
MMII	Membros Inferiores
MMSS	Membros Superiores
OMS	Organização Mundial da Saúde

PetCO ₂	Pressão expirada de dióxido de carbono
PFSDQ-M	<i>Pulmonary Functional Status and Dyspnea Questionnaires</i>
Pulso O ₂	Pulso de Oxigênio
RER	Taxa de troca respiratória
RP	Programa de Reabilitação Pulmonar
RR	<i>Respiratory rate</i>
SpO ₂	Saturação Periférica de Oxigênio
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
TA6	Teste de argola de 6 minutos
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UULEX	<i>Unsupported Upper Limb Exercise Test</i>
VC	Volume Corrente
VCO ₂	Produção de dióxido de carbono
VE/ VCO ₂	Equivalente ventilatório para o dióxido de carbono
VE/ VO ₂	Equivalente ventilatório para o oxigênio
VE	Ventilação minuto
VEF ₁	Volume Expiratório forçado no primeiro segundo
VEF ₁ /CVF	Índice de Tiffeneau
VO ₂	Consumo de oxigênio
VO ₂ máx	Consumo máximo de oxigênio
VO ₂ pico	Consumo de oxigênio pico
VVM	Ventilação voluntária máxima
WHO	<i>World Health Organization</i>

6PBRT *6 – minute Pegboard and Ring Test*

SUMÁRIO

PREFÁCIO.....	19
1 INTRODUÇÃO.....	20
2 OBJETIVOS.....	28
3 ARTIGO 1 – Hiperinsuflação Pulmonar Dinamica durante dois testes de membros superiores sem apoio em indivíduos com DPOC.....	29
4 ARTIGO 2 - Alterações metabólicas e ventilatórias durante a realização de dois testes de membro superior em indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica.....	44
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
REFERÊNCIAS.....	58
ANEXOS.....	62
MINI-CURRÍCULO.....	70

PREFÁCIO

A presente tese de doutorado foi realizada na modalidade Doutorado Interinstitucional (DINTER) oferecido pela parceria entre as Universidades Federal de Minas Gerais (UFMG) e Federal do Ceará (UFC).

A elaboração da mesma, segue o formato opcional descrito na resolução N° 004/2018 sobre a regulamentação para elaboração das Dissertações e Teses do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.

A tese está estruturada em cinco capítulos. O capítulo um compreende a introdução da tese e a revisão da literatura sobre o tema proposto. No capítulo dois estão descritos os objetivos gerais e específicos desta tese. O terceiro capítulo traz o primeiro artigo da tese, com o título “Hiperinsuflação pulmonar dinâmica durante dois testes de membros superiores sem apoio em indivíduos com DPOC”, onde foi verificada a ocorrência de hiperinsuflação dinâmica (HD) durante a execução dos testes *Unsupported Upper Limb Exercise Test* (ULLEX) e do Teste das argolas de 6 minutos (TA6). No quarto capítulo encontra-se o segundo artigo da tese, intitulado: “Alterações metabólicas e ventilatórias durante a realização de dois testes de membro superior sem apoio em indivíduos com DPOC”, que investigou o comportamento das variáveis metabólicas e ventilatórias dos indivíduos durante a realização do UULEX e do TA6. Após a defesa e considerações da banca, os artigos apresentados serão corrigidos e submetidos para publicação. Já o quinto capítulo compreende as considerações finais da tese, e em seguida, estão indicadas as referências utilizadas formatadas de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas técnicas (ABNT), os anexos e apêndices citados durante a tese.

1 INTRODUÇÃO

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é uma doença comum, evitável e tratável, caracterizada por sintomas respiratórios persistentes e limitação ao fluxo aéreo. Isso ocorre devido a alterações nas vias aéreas e nos alvéolos causadas por exposições significativas a partículas e gases nocivos (GOLD, 2019).

De acordo com o *Burden of Obstructive Lung Diseases (BOLD)*, em 2010, o número estimado de casos de DPOC foi de 384 milhões, com uma prevalência global de 11,7%. A Organização Mundial da Saúde (OMS) prevê aumento de 30% no número de mortes por DPOC nos próximos 10 anos, tornando-a a terceira maior causa de morte no mundo, podendo haver mais de 4,5 milhões de mortes ao ano. As causas desse aumento estão relacionadas ao alto índice de tabagismo, envelhecimento da população mundial e à redução da mortalidade decorrente de outras causas de morte, como as doenças cardiovasculares. Diante deste cenário é fundamental que se tome medidas urgentes para reduzir os fatores de risco, principalmente o tabagismo (GOLD, 2019; WHO, 2019).

A inalação de partículas ou gases tóxicos, causada principalmente pelo tabagismo, leva a uma inflamação crônica dos pulmões gerando alterações estruturais, estreitamento das pequenas vias aéreas (bronquiolite obstrutiva) e destruição do parênquima pulmonar (enfisema). A perda de ligações alveolares com as pequenas vias aéreas diminui o recolhimento elástico pulmonar. A capacidade das vias aéreas permanecerem abertas diminui durante a expiração levando a característica principal da doença que é a limitação crônica do fluxo aéreo. Vale ressaltar que essas alterações nem sempre ocorrem juntas e variam relativamente de indivíduo para indivíduo (GOLD, 2019; SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISOLOGIA, 2004).

O sintoma característico da DPOC é a dispneia geralmente aos esforços que é de caráter progressivo e a tosse com expectoração. Esses sintomas podem variar ao longo do tempo e podem ter início antes do desenvolvimento da limitação do fluxo aéreo, assim como a limitação do fluxo aéreo pode estar presente sem dispneia

crônica e/ou tosse com expectoração (GOLD, 2019; SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISOLOGIA, 2004; MANNINO, 2003).

Além disso, as manifestações clínicas da DPOC podem evoluir para além dos pulmões, afetando outros órgãos e sistemas corporais (DECRAMER, et al 2005). Essas alterações incluem as anormalidades nutricionais e perda de peso, inflamação sistêmica, disfunção musculoesquelética, bem como, comprometimento dos sistemas cardiovascular e nervoso (DOURADO et al., 2006; DECRAMER et al., 2005; AGUSTÍ, 2003).

Várias comorbidades podem estar associadas a DPOC, como as doenças cardíacas isquêmicas, diabetes, disfunções musculares, caquexia, osteoporose, depressão e câncer de pulmão, sendo que o risco para o desenvolvimento delas aumenta quando associadas à inatividade física e ao envelhecimento (GOLD, 2019; DECRAMER; JANSSENS; MIRAVITLLES, 2012).

Essa característica de se tornar uma doença sistêmica tem impacto importante na funcionalidade, uma vez que funcionalidade/incapacidade se refere a experiências positivas e negativas que o indivíduo tem em relação ao meio, a dificuldade imposta pela doença diminui a possibilidade de realização de atividades simples, o que consequentemente gera prejuízos nas atividades de participação.

Com o agravamento do quadro, o indivíduo fica cada vez mais restrito ao seu próprio domicílio e diminui suas relações sociais, o que retroalimenta a inatividade. Essa relação contextual prejudica as questões referentes a estrutura e função e tem também impacto importante nas questões psíquicas, podendo levar a quadros depressivos e/ou de ansiedade, com redução significativa na qualidade de vida (VELLOSO; JARDIM, 2006; SILVA et al., 2016).

Os principais elementos que impactam no prejuízo da qualidade de vida do indivíduo com DPOC são a dispneia e a fadiga, que cursam com mudanças importantes nos comportamentos sociais e atividades desses indivíduos. A dispneia e a fadiga podem ser exacerbadas com atividades simples, como vestir e tomar banho. Com isso, atividades que antes o indivíduo realizava com destreza, ficam dificultadas, levando a limitações e restrições (KOVELIS et al., 2008).

A redução da tolerância ao exercício físico ocorre pela dispnéia e pela disfunção dos músculos periféricos, sendo esta alteração uma importante manifestação extrapulmonar da DPOC, contribuindo significativamente para a redução da tolerância ao esforço físico (CESTARO et al., 2010).

O indivíduo com DPOC geralmente adota um estilo de vida sedentário que leva inevitavelmente as alterações musculares que, associado à dispneia leva a mais inatividade e intolerância ao exercício (DONALDSON et al., 2012; GOLD, 2019). O comprometimento da força muscular periférica promove importante limitação física com piora também da disfunção respiratória, gerando descondição físico, que por sua vez leva à atrofia muscular com diminuição da força muscular, do metabolismo oxidativo, capilarização muscular e redistribuição de fibras musculares, com redução de fibras do tipo I e aumento das fibras do tipo IIb (SILVA et al., 2018).

As alterações das fibras musculares ocorrem pela baixa capacidade oxidativa, capacidade glicolítica normal ou aumentada e metabolismo anaeróbio alático diminuído, com predomínio do sistema láctico durante a realização de exercícios (DOURADO et al., 2006; FABBRI; RABE, 2007; MIRANDA; MALAGUTI; DAL CORSO, 2011).

Os indivíduos com DPOC apresentam menor força muscular e endurece dos membros superiores (MMSS) e membros inferiores (MMII) quando comparados a indivíduos saudáveis, entretanto ainda existem controvérsias na literatura sobre a distribuição dessa disfunção (MIRANDA; MALAGUTI; DAL CORSO, 2011). Sabe-se que a diminuição de força muscular é predominante nos MMII pois os indivíduos evitam atividades relacionadas a marcha como caminhar, subir ladeiras e/ou escadas em decorrência da sensação de dispneia, mantendo as atividades de vida diária (AVD) que utilizam a elevação dos MMSS. Isto explicaria o fato da musculatura dos MMSS estar relativamente preservada nesses indivíduos (CESTARO et al., 2010; MIRANDA; MALAGUTI; DAL CORSO, 2011).

Porém é preciso reconhecer que as AVD, especialmente aquelas que exigem a manutenção dos MMSS sem apoio, exigem maior demanda energética para sua realização quando comparados indivíduos com DPOC e indivíduos saudáveis. Durante essas atividades os indivíduos com DPOC relatam maior sensação de

dispneia e fadiga (DOURADO et al., 2006; REGUEIRO et al., 2006; SOUZA et al., 2010; MIRANDA; MALAGUTI; DAL CORSO, 2011; SOUZA et al., 2010). Considerando que grande parte das AVD são realizadas com elevação dos MMSS sem apoio, indivíduos com DPOC necessitam de maiores períodos de descanso entre elas, ocasionando diminuição da capacidade funcional (POTTER; OLAFSSON; HYATT, 1971; LEYDI, 1999).

De acordo com o estudo de Velloso et al. (2003), atividades simples realizadas com os MMSS sem apoio, como varrer o chão, apagar lousa, trocar lâmpadas e levantar potes, levam os indivíduos com DPOC a ter maior consumo de oxigênio (VO_2), acima de 50% do consumo de oxigênio máximo (VO_{2max}) calculado para o indivíduo, além de promover aumento da ventilação pulmonar que pode atingir valores acima de 60% da ventilação voluntária máxima (VVM).

Assim, fica evidente que atividades simples com os MMSS sem apoio ocasionam aumento da demanda ventilatória para estes indivíduos fazendo com que os mesmos utilizem grande parte de sua reserva ventilatória, levando-os a relatar maior sensação de dispneia e conseqüentemente limitando a execução de suas AVD (VELLOSO *et al.*, 2003). O aumento da demanda ventilatória ocorre porque esses indivíduos apresentam dificuldade em otimizar a ventilação pelo aumento do volume corrente (VC), uma vez que os mesmos já respiram a altos volumes pulmonares. Assim, a única forma de aumentar o VC é aumentando a frequência respiratória (f) que leva ao término prematuro da expiração causando mais aprisionamento aéreo e diminuindo a capacidade inspiratória (CI) (SCLAUSER PESSOA et al., 2007).

Além disso, alguns estudos demonstram que a elevação dos MMSS aumenta a capacidade residual funcional dos indivíduos com DPOC, por alongamento passivo dos músculos torácicos e à expansão da caixa torácica, que impõe maior carga a ser superada pelo diafragma, causando a hiperinsuflação dinâmica (HD) (DECRAMER; JANSSENS; MIRAVITLLES, 2012; JANUADIS-FERREIRA et al., 2012; DOURADO et al., 2006; DECRAMER et al., 2005).

A hiperinsuflação pulmonar é caracterizada pelo aumento do volume pulmonar ao final da expiração em decorrência da obstrução ao fluxo aéreo e da perda da retração elástica pulmonar que os indivíduos com DPOC apresentam. Ela pode

acontecer no repouso hiperinsuflação estática (HE) e também durante a atividade física hiperinsuflação dinâmica (HD) (SOARES; CARVALHO, 2009).

Durante a atividade física, a HD ocorre pela limitação ao fluxo expiratório e a um tempo expiratório reduzido ao esforço, em função do aumento da demanda ventilatória, deslocando a capacidade residual funcional (CRF) em direção à capacidade pulmonar total (CPT), além disso, o esforço requer elevação do VC e da frequência respiratória, contribuindo para um tempo expiratório menor gerando um círculo vicioso de aprisionamento aéreo que caracteriza a HD (SCLAUSER PESSOA et al., 2007; SOARES; CARVALHO, 2009; GAGNON; GUENETTE; *et al.*, 2014).

A HD associada a atividade de MMSS pode ser explicada pela dupla tarefa da musculatura da cintura escapular que executa os movimentos dos MMSS e também auxiliam na respiração, causando maior demanda ventilatória, maior frequência respiratória, diminuição do tempo expiratório e conseqüentemente causando dispneia (PORTO et al., 2009).

Outras explicações podem também justificar a hiperinsuflação, como o estudo de Lind et al. (1964), que demonstrou que durante um exercício de punho, ocorre aumento da tensão muscular com redução do fluxo sanguíneo para os músculos do antebraço, sendo essa redução correlacionada inversamente com o aumento da ventilação pulmonar. Já em outro estudo, realizado por Bevegard et al. (1968), a redução do fluxo sanguíneo durante o exercício de sustentação dos MMSS ocorre por causa da produção adrenérgica e da vasoconstrição, que leva a maior acúmulo de lactato e com isso aumento da estimulação da ventilação pulmonar.

A principal consequência da fadiga muscular respiratória é o aumento do fluxo vasoconstritor simpático para os músculos dos membros que estão em atividade. Esse reflexo metabólico reduz o fluxo sanguíneo para esses músculos aumentando a gravidade da fadiga muscular induzida pelo exercício. Esse aumento na fadiga do músculo locomotor pode desempenhar um papel crucial na determinação da tolerância ao exercício através de um efeito direto sobre a força muscular e um efeito de retroalimentação na percepção do esforço. Diante disso, o trabalho muscular respiratório pode desempenhar um papel particularmente importante na determinação da fadiga do membro e, conseqüentemente, da tolerância ao exercício em indivíduos

com DPOC, pois, nesses indivíduos os músculos dos membros são mais fatigáveis e o VO₂ é maior em comparação com indivíduos saudáveis (ROMER; POLKEY, 2007).

Diante do exposto, o estudo da gravidade da doença e o impacto da dispneia durante as AVD que utilizam os MMSS sem apoio é relevante e pode demonstrar a relação entre a capacidade ventilatória reduzida e o descondicionamento físico que esses indivíduos apresentam (CLINI; AMBROSINO, 2014). Dessa forma, se um programa de treinamento de resistência para os MMSS sem apoio for incluído no programa de reabilitação pulmonar, indivíduos com DPOC podem melhorar sua capacidade de exercício e de resistência dos MMSS, refletindo positivamente na realização de suas AVD com os MMSS (MCKEOUGH et al., 2015).

Entretanto, embora haja recomendação da *American Thoracic Society/ European Respiratory Society* (ATS/ERS) que o treinamento dos MMSS seja realizado em programas de reabilitação pulmonar, dadas as evidências de melhora na função dos MMSS, a melhor forma de treinamento ainda precisa ser determinada. De fato, os dois principais problemas na definição do papel exato e da contribuição do treinamento de MMSS na DPOC ainda são a adequação dos métodos para avaliar o comprometimento e os prováveis mecanismos pelos quais o treinamento melhora a função e a habilidade dos MMSS (JANUADIS-FERREIRA et al., 2012; MCKEOUGH et al., 2015).

Uma revisão sistemática recente, revelou que a ergometria de MMSS pode ser melhor para medir o pico de capacidade de exercício e resistência dos MMSS durante exercícios sustentados, porém o *Unsupported Upper Limb Exercise Test* (UULEX), o *6 – minute Pegboard and Ring Test* (6PBRT) e o *Grocery Shelving Task* (GST) refletem melhor as AVD que são realizadas com elevação dos MMSS sem apoio (JANUADIS-FERREIRA et al., 2012).

O *Unsupported Upper Limb Exercise Test* (UULEX) ou teste de exercício de MMSS sem apoio, é utilizado para medir a capacidade de exercício e o *6 - minute Pegboard and Ring Test* (6PBRT) ou teste de argolas de seis minutos (TA6) avalia a funcionalidade e endurance dos membros superiores. Ambos requerem equipamentos simples para sua execução e refletem bem as AVD que envolvem elevação dos MMSS (JANUADIS-FERREIRA et al., 2012; TAKAHASHI et al., 2003; ZHAN et al., 2006).

O UULEX é considerado um teste de exercício incremental de MMSS que simula as AVD utilizando os MMSS sem apoio. Ele é limitado por sintoma, e o indivíduo deverá realizar o teste no maior tempo possível com o objetivo de avaliar a capacidade de pico do exercício. Tem reprodutibilidade avaliada nos quesitos VO_2 , produção de dióxido de carbono (VCO_2), ventilação minuto (VE), frequência cardíaca (FC), dispnéia e fadiga com todas as variáveis apresentando forte correlação (TAKAHASHI et al., 2003). Este teste tem como resultado o tempo de exercício, ou seja, visa avaliar o tempo máximo que o indivíduo consegue manter um mesmo movimento. O UULEX vem sendo frequentemente utilizado com a finalidade de avaliar o efeito de um programa de treinamento de MMSS em indivíduos com DPOC (MCKEOUGH; ALISON; BYE, 2003; HOLLAND et al., 2004). Para sua realização é necessário apenas um painel colorido com 119 cm de altura por 84 cm de largura, dividido em oito faixas coloridas, correspondentes aos oito níveis. Cada faixa medindo 8 cm de largura e distantes 5 cm uma da outra, além disso também são necessárias cinco barras com pesos específicos de 0,2kg; 0,5kg; 1kg; 1,5kg e 2kg (TAKAHASHI et al., 2003).

O teste de argolas de 6 minutos (TA6) reflete bem as AVD com uso dos MMSS sem apoio. Tem como objetivo avaliar a capacidade funcional e é limitado a tempo, assim como no teste de caminhada de seis minutos. É considerado um teste prático e de baixo custo, pois sua duração total é de seis minutos sendo necessário apenas um quadro de madeira com quatro pinos e 20 argolas. Ele foi avaliado por medida teste-reteste sendo verificada forte relação entre os dois resultados e também dos escores de dispnéia, fadiga e saturação periférica de oxigênio (ZHAN et al., 2006).

Dessa forma, os dois testes apresentados são válidos e confiáveis para avaliar a capacidade de exercício de indivíduos com DPOC durante a elevação dos MMSS sem apoio (TAKAHASHI et al., 2003; ZHAN et al., 2006).

Diante do exposto, fica evidente que o treinamento dos MMSS é cada vez mais reconhecido como um componente importante dos programas de reabilitação pulmonar. Entretanto ainda não há recomendações específicas sobre como medir objetivamente a capacidade de exercício desses membros. Estudos que determinem como essas medidas irão contribuir para avaliar a deficiência e esclarecer os mecanismos de melhora da função e da habilidade dos MMSS após um programa de

treinamento físico são fundamentais (JANUADIS-FERREIRA et al., 2012; CLINI; AMBROSINO, 2014).

A literatura já descreve a medida da capacidade máxima de exercício de MMSS (UULEX) em indivíduos com DPOC (TAKAHASHI, et al, 2003), entretanto não se sabe ainda se o VO_2 máx alcançado por esses indivíduos durante o teste corresponde ao momento de máxima hiperinsuflação pulmonar dinâmica (HD). Outro ponto importante é correlacionar o teste de argola de 6 minutos (TA6), que avalia a resistência dos MMSS (ZHAN et al., 2006), com o VO_2 máx e com a HD na população de indivíduos com DPOC.

Apesar de serem comumente utilizados como medidas de avaliação da capacidade funcional de MMSS, e mesmo já estando bem estabelecido na literatura que os exercícios com os MMSS são importantes durante a reabilitação pulmonar (RP), não há até o presente momento um consenso sobre como ocorrem os mecanismos que provocam as limitações durante as atividades que utilizam os MMSS. Diante do exposto, entender como ocorrem as alterações metabólicas e ventilatórias, bem como a ocorrência de HD durante a execução do UULEX e do TA6, auxiliará de forma significativa as estratégias atuais de avaliação e prescrição de exercícios para os MMSS que compõe os programas de reabilitação pulmonar.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Investigar os possíveis mecanismos que levam à limitação de indivíduos com DPOC durante a realização de dois testes de MMSS sem apoio (UULEX e o TA6).

2.2 Objetivos Específicos

- Verificar a existência de hiperinsuflação dinâmica (HD) durante a realização do TA6 e do UULEX;
- Verificar se existe associação entre o tempo de execução do UULEX e o número de argolas movidas durante o TA6;
- Investigar o comportamento das variáveis metabólicas e ventilatórias de indivíduos com DPOC durante a realização do UULEX e do TA6.

3 ARTIGO 1

Hiperinsuflação pulmonar dinâmica durante dois testes de membros superiores sem apoio em indivíduos com DPOC

Introdução

A hiperinsuflação pulmonar dinâmica (HD) ocorre comumente nos indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) durante o esforço físico. Este fato está relacionado a limitação ao fluxo aéreo e ao aumento da demanda ventilatória durante as atividades, que gera redução do tempo expiratório devido ao aumento da frequência respiratória. Conseqüentemente, ocorrerá aumento da sensação de dispneia, fazendo com que o indivíduo interrompa precocemente o esforço¹. Dessa forma, a HD representa um importante mecanismo ventilatório que reduz a tolerância ao exercício e também às atividades da vida diária (AVD)²⁻³.

A resposta ventilatória e a HD ocorrem de forma diferente em atividades que envolvem os membros superiores (MMSS) e os membros inferiores (MMII) em indivíduos com DPOC³. Nas atividades de MMSS sem apoio, os músculos da cintura escapular executam dupla tarefa, pois participam simultaneamente da realização do movimento e da respiração, levando à assincronia toracoabdominal e conseqüentemente a maior HD^{4,5}. A elevação dos MMSS acima de 90 graus de flexão do ombro aumenta a capacidade residual funcional (CRF) e reduz a capacidade inspiratória (CI), podendo limitar o aumento do volume corrente e conseqüentemente da ventilação minuto (VE)⁵.

Alguns estudos⁶⁻⁸ têm sido realizados para verificar a HD induzida por AVD e por exercícios que envolvem os MMSS com e sem apoio, entretanto, nenhum deles utilizou testes padronizados e específicos para avaliar os MMSS. Recentemente uma revisão sistemática desenvolvida por Janaudes- Ferreira et al. 2012 apontou que o Teste de argolas de 6 minutos (TA6)^{9,10} e o *Unsupported Upper Limb Exercise Test* (ULLEX)¹¹ são considerados os que melhor mimetizam as AVD que utilizam os MMSS elevados e sem apoio, além de serem práticos, de baixo custo e com validade e confiabilidade adequadas⁹⁻¹¹.

O TA6 é um teste limitado por tempo (seis minutos) que avalia a capacidade funcional dos MMSS e apresenta melhor associação com a endurance do que com a força dos MMSS em indivíduos com DPOC¹². Além disto, seus valores de referência foram determinados recentemente para a população brasileira¹⁰, o que possibilita o seu uso como preditor de melhora clínica dos indivíduos DPOC em programas de reabilitação pulmonar.

O UULEX é um teste de exercício incremental limitado por sintomas e avalia a capacidade de pico do exercício, visando detectar o tempo máximo que o indivíduo consegue manter um mesmo movimento, com cargas diferentes¹¹. Nosso grupo de pesquisa já obteve o aceite para publicação dos valores de referência para este teste na população brasileira, e assim como o TA6 ele também poderá ser utilizado em breve como um preditor de melhora clínica dos indivíduos DPOC em programas de reabilitação pulmonar.

Acredita-se que por serem testes desenvolvidos para avaliar especificamente os MMSS e por terem associação com as AVD, deve-se investigar a ocorrência de HD durante esses testes. Até onde vai o nosso conhecimento, não existe na literatura estudos que correlacionem o UULEX e o TA6 com a HD em indivíduos com DPOC. Devido a isso, mensurar as variáveis ventilatórias e metabólicas durante estes dois testes pode trazer informações relevantes tanto para a pesquisa, quanto para a prática clínica.

Desta forma o objetivo desse estudo foi verificar a existência de hiperinsuflação dinâmica durante a realização do TA6 e do UULEX, além de associa-la ao tempo de execução do UULEX e ao número de argolas movidas durante o TA6, bem como correlacionar a hd com as variáveis ergoespirométricas e percepção de esforço dada pelo Borg.

Métodos

Desenho do estudo e participantes

Foi realizado um estudo transversal em uma amostra de conveniência composta por 16 indivíduos com DPOC selecionados nos ambulatórios de

Pneumologia do Hospital de Messejana - Dr. Carlos Alberto Studart Gomes localizado na cidade de Fortaleza – CE entre janeiro a abril de 2019.

Foram considerados elegíveis para o estudo indivíduos com DPOC moderada a muito grave¹³ comprovado por espirometria; com idade entre 40 a 80 anos; de ambos os sexos; estáveis clinicamente (ausência de internação, infecção ou exacerbação da doença nas últimas quatro semanas); estar com a medicação otimizada; sem histórico de outras doenças crônicas associadas; sem limitação de movimentos de ombros e/ou braços que pudesse prejudicar o desempenho nos testes; e sem histórico de doença cardíaca sintomática. Foram excluídos do estudo indivíduos com comorbidades graves, como doenças cardíacas, ortopédicas ou neurológicas; história de procedimento cirúrgico recente que impedisse a execução do protocolo proposto e necessidade de suplementação de oxigênio.

Os testes foram realizados no setor de Ergometria do Hospital de Messejana - Dr. Carlos Alberto Studart Gomes localizado na cidade de Fortaleza – CE e foi aprovado pelo comitê de ética da instituição (CAAE 53973815.2.0000.5149). Todos os voluntários foram informados sobre os objetivos do estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Amostra

Foi realizado o cálculo amostral, para obter um poder de 95% com $\alpha = 5\%$ levando-se em conta a variável hiperinsuflação pulmonar (diferença entre a capacidade inspiratória no repouso e após o término dos testes), o que resultou em um n de 11 indivíduos.

Avaliações

As variáveis sociodemográficas (idade e sexo), antropométricas (peso, altura, índice de massa corporal (IMC)), foram registradas durante a avaliação inicial. Os valores de VEF₁ e CVF foram coletados do prontuário dos indivíduos, desde que a espirometria tivesse sido realizada nos últimos dois meses, caso contrário era realizada uma nova espirometria previamente a coleta de dados.

Protocolo experimental

O protocolo de intervenção foi realizado num período máximo de duas horas. Após a avaliação inicial foi feita a randomização, em blocos de 10 com os nomes “UULEX” e “TA6” para determinar qual o teste de MMSS o indivíduo iniciaria a coleta de dados. A avaliação das variáveis: ventilação minuto (VE); taxa de troca respiratória (RER); consumo de oxigênio (VO_2); produção de dióxido de carbono (VCO_2); equivalente ventilatório para o oxigênio (VE/VO_2); equivalente ventilatório para o dióxido de carbono (VE/VCO_2); pressão expirada de dióxido de carbono ($P_{et}CO_2$) e Pulso de oxigênio ($PulsoO_2$) durante a execução do UULEX e do TA6 foi realizada pelo analisador de gases expirados Cortex Metalyzer® 3B (Leipzig/Alemanha), respiração a respiração. Após a calibração do equipamento e correto posicionamento da máscara, os indivíduos realizaram os testes propostos pelo estudo. Antes e imediatamente após os testes e após dois minutos de descanso foram coletadas medidas de saturação periférica de oxigênio (SpO_2), bem como dispneia e fadiga de membros superiores pela escala de Borg modificada.

Capacidade inspiratória (CI)

A manobra de capacidade vital lenta foi realizada para medir a capacidade inspiratória antes (repouso) e imediatamente após a conclusão dos testes no ergoespirometro, seguindo as recomendações da *American Thoracic Society/European Respiratory Society* (ATS/ERS)¹⁴. A HD foi definida como qualquer queda da CI em relação aos valores do repouso².

Unsupported Upper Limb Exercise Test (UULEX)

O UULEX foi realizado segundo Takahashi et al.¹¹. O indivíduo foi posicionado sentado em frente a um painel com oito níveis identificados por cores distintas. Em seguida o mesmo recebia uma barra com peso de 0,2 kg, e foi orientado a movê-la com ambas as mãos a partir da cintura pélvica até o primeiro nível (altura do joelho) durante dois minutos numa cadência constante de 60 batidas por minuto, auxiliados pelo som de um metrônomo, estimulando a manutenção do ritmo constante do exercício. Após os dois minutos iniciais, a cada um minuto o indivíduo deslocou a barra para o nível seguinte até atingir o nível máximo (nível 8) (Figura 1). A partir do nível oito o examinador substituiu a barra de 0,2 Kg por uma mais pesada, com 0,5 Kg e o indivíduo continuou movimentando a barra neste mesmo nível. Na sequência,

na medida da tolerância do indivíduo, o examinador trocou a barra por uma mais pesada a cada minuto, sempre incrementando 0,5 Kg a cada troca, até atingir o máximo de 2kg. O teste foi finalizado quando o indivíduo atingiu seu desempenho máximo ou apresentou algum sintoma limitante para o exercício. O resultado do teste foi o tempo máximo que o indivíduo conseguiu manter o movimento.



Figura 1 – Posicionamento do indivíduo e execução do UULEX (Fonte: arquivo de fotos do pesquisador)

Teste de argola de 6 minutos (TA6)

O TA6 foi realizado segundo Zhan et al.⁹. O indivíduo foi posicionado sentado, a frente de um quadro de madeira que continha quatro pinos (dois superiores e dois inferiores). Os pinos inferiores foram posicionados na altura dos ombros do indivíduo e os superiores 20 cm acima. Foram colocadas 10 argolas em cada pino inferior, totalizando 20 argolas. Na sequência o indivíduo foi orientado a mover quantas argolas fossem possíveis dos dois pinos inferiores para os dois pinos superiores, e vice-versa, com as duas mãos simultaneamente, durante seis minutos numa velocidade autodeterminada (Figura 2). Caso precisasse, o indivíduo podia parar para descansar durante o teste, entretanto a contagem do tempo pelo cronômetro

permanecia. Durante o teste frases de encorajamento padronizadas foram dadas aos indivíduos a cada minuto e a pontuação final foi o número de argolas movidas durante o período de seis minutos.



Figura 2: Posicionamento do indivíduo e execução do TA6 (Fonte: arquivo de fotos do pesquisador)

Análise estatística

O teste de normalidade das variáveis foi realizado pelo teste de Shapiro-Wilk. Para a análise descritiva, foram calculados média e desvio padrão ou mediana e intervalo interquartil, de acordo com a normalidade. A comparação entre os testes estudados foi realizada mediante o teste t de *student* pareado para as variáveis paramétricas ou teste de *Wilcoxon* para as variáveis não paramétricas. Para avaliar a correlação das variáveis com a capacidade inspiratória foi utilizado o teste de correlação de *Pearson* ou *Spearman* de acordo com o teste de normalidade. Os dados foram processados e analisados por meio do programa estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 20.0 e foi considerado estatisticamente significativo quando $p < 0,05$.

Resultados

Foram avaliados 16 indivíduos, entretanto um foi excluído por não realizar a manobra da CI antes do TA6 e o outro por relatar muita dor no ombro durante o mesmo teste, restando 14 indivíduos com DPOC. As características da amostra encontram-se na tabela 1.

Tabela 1: Análise descritiva da amostra geral (n=14).

Variáveis	Resultados
Idade, anos*	66,8 ±8,6
Sexo, n/% †	
Masculino	9/64,3
Feminino	5/35,7
Altura, m*	1,63 ±0,10
Peso, kg*	66,6 ±12,8
IMC, kg/m ² *	24,6 ±4,6
Variáveis espirométricas*	
VEF ₁ (% predito)	43,9 (35,0 – 51,0)
CVF (% predito)	75,1 ±16,8
VEF ₁ /CVF (% predito)	0,49 ±0,15
GOLD, n/% †	
2	4/29,6
3	10/71,4
Número de argolas movidas TA6	257 ±53,1
Tempo de duração do teste UULEX, min	8,6 ±3,2
Carga máxima do teste UULEX, gr	0,75 (0,25 – 1,125)

* Dados expressos em média ± desvio padrão ou mediana e intervalo interquartil; †= Dados expressos em frequência absoluta e relativa; %= percentual; GOLD= *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease*; Gr= gramas; IMC: índice de massa corpórea; kg= quilogramas; kg/m² = quilogramas por metro quadrado; m= metros; min= minutos; TA6= teste de argola de 6 minutos; UULEX= *Unsupported Upper Limb Exercise Test*.

A hiperinsuflação pulmonar avaliada no TA6 mostrou que 6 indivíduos (42,9%) apresentaram redução da CI após o teste, entretanto houve aumento da CI em 8 indivíduos (57,1%) fazendo com que a média dos valores apresentasse discreta elevação (1,60±0,62 ml versus 1,62±0,72ml; p=0,6). No UULEX, 9 indivíduos (64,3%) apresentaram redução dos valores da CI, e na média dos valores foi observada redução, porém a mesma também não foi estatisticamente significativa (1,58 ±0,76 ml versus 1,53±0,68 ml; p=0,2) (Tabela 2)

Tabela 2: Comparação da capacidade inspiratória (CI) antes e após a realização do UULEX e TA6 (n=14).

	CI Pré (ml)	CI Pós (ml)	Δ Pré-Pós Hiperinsuflação	p
TA6	1,60 \pm 0,62	1,62 \pm 0,72	-0,02 \pm 0,16	0,657
UULEX	1,58 \pm 0,76	1,53 \pm 0,68	0,06 \pm 0,18	0,251

Δ = diferença média pré versus pós; CI= capacidade inspiratória; ml= mililitro; TA6= teste de argola de 6 minutos; UULEX= *Unsupported Upper Limb Exercise Test*; Valores apresentados como média \pm desvio padrão ou mediana e intervalo interquartil.

Foi observado correlação positiva entre a hiperinsuflação no UULEX com o tempo do teste ($r = 0,576$; $p=0,031$) e com a carga máxima do teste ($r = 0,617$; $p=0,019$), entretanto não foi evidenciado a correlação entre a hiperinsuflação durante o TA6 com o número de argolas movidas ($r = -0,088$; $p=0,756$) (Tabela 3 e 4).

Ao analisar a correlação entre hiperinsuflação e variáveis ergoespirométricas, foi evidenciado correlação positiva para o UULEX entre a hiperinsuflação e o VO_2 pico ($r = 0,755$; $p=0,002$), $\%VO_2$ máx ($r = 0,587$; $p=0,027$), VCO_2 ($r = 0,718$; $p=0,004$) e VE ($r = 0,722$; $p=0,004$). Com relação ao TA6 foi evidenciado correlação negativa com o $\%VO_2$ máx ($r = -0,547$; $p=0,035$) (Tabela 3 e 4).

Na correlação entre a hiperinsuflação e os valores da escala de Borg para dispneia, para fadiga dos MMSS no repouso e ao término dos testes e após 2 minutos de repouso, não foram observadas nenhuma correlação (Tabela 3 e 4).

Tabela 3: Correlação entre a hiperinsuflação dinâmica e as variáveis ergoespirométricas e Borg para dispneia e fadiga de membros superiores durante o UULEX. (n=14).

Variáveis	r	p
VO ₂ pico, l/min	0,755	0,002*
%VO ₂ máx, ml.kg.min	0,587	0,027*
RER, l/min	0,546	0,043*
Pulso O ₂ ,	0,381	0,179
VCO ₂ , l/min	0,718	0,004*
VE, l/min	0,722	0,004*
VE/VO ₂ ,	-0,099	0,737
VE/VCO ₂ ,	-0,297	0,302
PETCO ₂ ,	0,434	0,121
SpO ₂ pré	0,496	0,072
SpO ₂ pós	0,319	0,267
SpO ₂ após 2 min	0,291	0,312
Borg Dispneia pré	0,276	0,340
Borg Dispneia pós	-0,222	0,445
Borg Dispneia 2 min	-0,256	0,377
Borg MMSS pré	-0,464	0,095
Borg MMSS pós	0,033	0,910
Borg MMSS 2 min	-0,079	0,787

* = p < 0,05; l/min= litros por minuto; ml/kg/min= mililitros por quilograma de peso por minuto; VO_{2pico}= consumo de oxigênio pico; RER= Taxa de troca respiratória, VCO₂= produção de dióxido de carbono, VE= ventilação minuto; VE/VO₂= Equivalente ventilatório para o oxigênio; VE/VCO₂= Equivalente ventilatório para dióxido de carbono; PETCO₂= Pressão expirada de dióxido de carbono.

Tabela 4: Correlação entre a hiperinsuflação dinâmica e as variáveis ergoespirométricas e Borg dispneia e fadiga de membros superiores no TA6. (n=14).

Variáveis	r	p
VO ₂ pico, l/min	-0,381	0,161
%VO ₂ máx, ml.kg.min	-0,547	0,035*
RER, l/min	0,009	0,975
Pulso O ₂ ,	-0,207	0,460
VCO ₂ , l/min	-0,268	0,334
VE, l/min	-0,382	0,160
VE/VO ₂ ,	-0,202	0,470
VE/VCO ₂ ,	-0,340	0,216
PETCO ₂ ,	-0,020	0,944
SpO ₂ pré	0,101	0,730
SpO ₂ pós	-0,086	0,770
SpO ₂ após 2 min	-0,193	0,509
Borg Dispneia pré	-0,109	0,699
Borg Dispneia pós	0,060	0,831
Borg Dispneia após 2 min	0,020	0,943
Borg MMSS pré	0,132	0,654
Borg MMSS pós	-0,029	0,921
Borg MMSS após 2 min	0,249	0,391

* = p < 0,05; l/min= litros por minuto; ml/kg/min= mililitros por quilograma de peso por minuto; VO_{2pico}= consumo de oxigênio pico; RER= Taxa de troca respiratória, VCO₂= produção de dióxido de carbono, VE= ventilação minuto; VE/VO₂= Equivalente ventilatório para o oxigênio; VE/VCO₂= Equivalente ventilatório para dióxido de carbono; PETCO₂= Pressão expirada de dióxido de carbono.

Discussão

O presente estudo demonstrou que ao realizar o UULEX, maior número de indivíduos com DPOC apresentou HD quando comparado com o ocorrido durante teste de argola de 6 (TA6). Além disto, verificou-se que quanto maior o tempo de realização do UULEX, maior a HD nos indivíduos com DPOC. Outro achado foi que durante o UULEX quanto maior a HD, maior o VO₂ pico, %VO₂ máx, VCO₂ e o VE, enquanto que no TA6 foi observado que quanto maior a HD, menor é o %VO₂ máx

Estudos^{15,16} relatam que a HD está relacionada aos sintomas de dispneia e limitações ao exercício e às AVD em indivíduos com DPOC. Esta HD que ocorre durante exercícios de elevação dos MMSS está relacionada a dificuldade de se manter a ventilação às custas do volume corrente (VC), e portanto, os mesmos lançam mão do aumento da frequência respiratória o que aumenta ainda mais o aprisionamento aéreo por diminuir o tempo expiratório e conseqüentemente diminui a capacidade inspiratória².

Além disto, já foi demonstrado em outro estudo⁵ que a HD ocorre quando os indivíduos com DPOC realizam atividades com os MMSS elevados acima de 90° em relação aos ombros e sem apoio. Resultado similar foi encontrado também por Gulart et al.³ nas atividades do *Glittre ADL test* realizadas por indivíduos com DPOC.

Neste estudo o TA6 apresentou menores reduções da CI, o que pode ser justificada tanto pelo fato do exercício ser executado com os MMSS elevados, porém abaixo de 90°, quanto pelo fato do teste ter velocidade autodeterminada, ou seja, não é cadenciado por um metrônomo e, portanto, o ritmo pode ser diminuído ou aumentado pelo indivíduo durante a sua execução.

A pesquisa de Cordoni et al.¹⁷ que investigou o comportamento da CI, durante a deambulação em esteira rolante em indivíduos com DPOC moderada a grave demonstrou que um terço da amostra não apresentou HD, indicando que esse não é um fenômeno universal na DPOC, o que explica em parte o nosso resultado, tendo em vista que durante o TA6 aproximadamente 40% da nossa amostra apresentou HD, mas quando realizado a média com o valor total o resultado não foi favorável a HD.

No UULEX, o fato do teste possuir um ritmo constante controlado por um metrônomo, e ainda ser um teste incremental, faz com que o consumo de oxigênio aumente e para compensar esse aumento o indivíduo tem que aumentar a ventilação as custas de aumento da frequência respiratória¹⁸ e provavelmente por isso, a HD aumentou. Outro estudo¹⁹ já demonstrou que em testes de membros inferiores, o incremento da carga é responsável por levar a redução da capacidade inspiratória, o que corrobora com os resultados deste estudo que apontaram correlação positiva entre a HD e o tempo do teste UULEX, ou seja, quanto mais tempo o indivíduo com

DPOC suportar a realização do teste de MMSS sem apoio e com incremento de carga, maior será a sua HD.

Além disto, durante a realização dos exercícios com o UULEX, os MMSS permanecem elevados acima da altura do ombro (acima de 90°) por um período mais prolongado^{12,20}. Tal ação acontece no dia a dia dos indivíduos com DPOC ao realizarem por exemplo, atividades como lavar e pentear os cabelos.

As variáveis ergoespirométricas apresentaram correlação positiva com a HD no teste UULEX (VO_2 pico, % VO_2 máx, VCO_2 e VE) e no TA6 (% VO_2 máx), porém não foi possível confrontar esses dados com outros na literatura, pois não foi encontrado estudos que analisaram a HD e as variáveis ergoespirométricas durante o UULEX e o TA6. Este estudo é inovador neste quesito. Com base nos achados de Baarends et al., é possível especular que provavelmente os valores do UULEX tiveram maiores correlações do que o TA6 porque o mesmo trabalha com incremento de carga e grande amplitude de movimento de ombro, ao passo que no TA6 os MMSS permanecerem a maior parte do tempo em posição estática, embora os dois testes apresentem também contração isométrica dos músculos dos MMSS e cintura escapular para sustentar tanto o tronco quanto para fornecer estabilidade para manter a elevação dos braços²¹.

Outro tópico interessante no estudo foi que a saturação periférica de oxigênio não se correlacionou com a HD durante os testes. Isto pode ter acontecido porque provavelmente os indivíduos utilizavam mais a musculatura abdominal, fazendo com que o fluxo expiratório aumentasse, reduzindo assim a HD e a hipoxemia gerada pela atividade física¹⁹.

Este estudo, apesar de inovador, apresentou algumas limitações. A falta da determinação do momento exato em que a hiperinsuflação começa a acontecer durante a atividade foi uma delas. Além disto, nossa amostra foi mais homogênea na gravidade da doença e, portanto, não podemos inferir que o mesmo comportamento existirá em indivíduos mais graves ou dependentes de oxigênio por exemplo e ausência de pletismografia de corpo inteiro.

Porém, dentro do nosso conhecimento, este foi o primeiro estudo que verificou a existência de HD após o TA6 e após o UULEX. Apesar de nossas limitações

acreditamos que ele servirá de base para que outras pesquisas nesta área possam ser realizadas.

Conclusão

Tanto o UULEX, como o TA6 levaram a redução da CI e, portanto, a HD após o teste, porém esta redução não foi estatisticamente significativa, porém deve ser considerada, pois qualquer redução na CI pode impactar negativamente na funcionalidade do indivíduo com DPOC. Além disto, observou-se que quanto maior o tempo de realização do UULEX, maior a HD do indivíduo DPOC. Quanto ao TA6 observamos que não existe correlação entre o número de argolas movidas com a HD.

REFERÊNCIAS

1. Albuquerque ALP, Baldi BG. Hiperinsuflação Dinâmica no esforço: ainda muito a ser esclarecido. *J Bras Pneumol.* 2012;38(1):1-3
2. Sclauser Pessoa IMB, Parreira VF, Lorenzo VAP, Reis MAS, Costa D. Análise da Hiperinsuflação Pulmonar Dinâmica (HD) após atividade de vida diária em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. *Revista Brasileira de Fisioterapia [Internet].* 2007;11(6):469-474.
3. Gulart AA, Munari AB, Santos K, Tressoldi C, Karloh M, Mayer AF. Physiological Responses and Dynamic Hyperinflation Induced by Unsupported Arm Activities Involved in Multiple-Task Activities of Daily Living Test in Patients With COPD. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention* 2018;00:1-4.
4. Smith MD, Chang AT, Seale HE, Walsh JR, Hodges PW. Balance is impaired in people with chronic obstructive pulmonary disease. *Gait Posture.* 2010;31(4):456-460.
5. McKeough ZJ, Alison JA, Bye PT. Arm positioning alters lung volumes in subjects with COPD and healthy subjects. *Aust J Physiother.* 2003;49(2):133-137
6. dos Santos K, Gulart AA, Munari AB, Karloh M, Mayer AF. Ventilatory demand and dynamic hyperinflation induced during ADLbased tests in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Braz J Phys Ther.* 2016;20(5):441-450.

7. Karloh M, Karsten M, Pissaia FV, de Araujo CL, Mayer AF. Physiological responses to the Glittre-ADL test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Rehabil Med*. 2014;46(1):88-94.
8. Skumlien S, Hagelund T, Bjortuft O, Ryg MS. A field test of functional status as performance of activities of daily living in COPD patients. *Respir Med*. 2006;100(2):316-323.
9. Zhan S, Cerny FJ, Gibbons WJ, Mador MJ. Development of an unsupported arm exercise test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil*. 2006;26(3):180-7. discussion 188-90.
10. Lima VP, Almeida FD, Janaudis-Ferreira T, Carmona B, Ribeiro-Samora GA, Velloso M. Valores de referência para o teste de argolas de seis minutos em adultos saudáveis no Brasil. *J Bras Pneumol*. 2018;44(3):190-194
11. Takahashi T, Jenkins SC, Strauss GR, Watson CP, Lake FR. A new unsupported upper limb exercise test for patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil*. 2003;23(6):430-7.
12. Nyberg A, Törnberg A, Wadell K. Correlation between limb muscle endurance, strength, and functional capacity in people with chronic obstructive pulmonary disease. *Physiother Can*. 2016;68(1):46-53.
13. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease - GOLD [homepage on the Internet]. Bethesda: Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease [cited 2019 May 21]. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of COPD - Revised 2019. [Adobe Acrobat document, 140p.]. Available from: <https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2018/11/GOLD-2019-v1.7-FINAL-14Nov2018-WMS.pdf>
14. Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, Crapo RO, Burgos F, Casaburi R, et al. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur Respir J*. 2005; 26(5):948-968.
15. Castro AA, Kumpel C, Rangueri RC, et al. Daily activities are sufficient to induce dynamic pulmonary hyperinflation and dyspnea in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Clinics (Sao Paulo)*. 2012;67(4):319-325.
16. O'Donnell DE, Reville SM, Webb KA. Dynamic hyperinflation and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001;164(5):770-777.

17. Cordoni PK, Berton DC, Squassoni SD, Scuarcialupi MEA, Neder JA, Fiss E. Comportamento da hiperinsuflação dinâmica em teste em esteira rolante em pacientes com DPOC moderada a grave. *J. bras. pneumol.* 2012;38(1):13-23
18. Velloso M, Stella SG, Cendon S, Silva AC, Jardim JR. Metabolic and ventilatory parameters of four activities of daily living accomplished with arms in COPD patients. *Chest.* 2003; 123(4): 1047-53.
19. Measurement of Dynamic Hyperinflation After a 6-Minute Walk Test in Patients With COPD – *Chest*, 2009, 136(6): 1466–1472.
20. Janaudis-Ferreira T. How should we measure arm exercise capacity in COPD? A systematic review. *Chest.* 2012; 141: 11-120.
21. Baarends EM, Schols AMWJ, Slebos DJ, Mostert R, Janssen PP, Wouters EFM. Metabolic and ventilatory response pattern to arm elevation in patients with chronic obstructive pulmonary disease and healthy age-matched subjects. *Eur Respir J.* 1995;8:1345-1351

4. ARTIGO 2

Alterações metabólicas e ventilatórias durante a realização de dois testes de membro superior em indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica

Introdução

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é comum, evitável e tratável, caracterizada por sintomas respiratórios persistentes, sendo sua principal característica a limitação ao fluxo aéreo¹. Um sintoma característico da DPOC é a dispneia geralmente aos esforços que é de caráter progressivo^{1,2}.

A limitação ventilatória ocasiona a dispnéia, a intolerância ao exercício e a redução do estado de saúde geral do indivíduo³ impactando negativamente na sua qualidade de vida⁴. Assim, indivíduos com DPOC tendem a adotar um estilo de vida sedentário que, associado a dispneia e a fadiga, geram mais inatividade e intolerância ao exercício^{5,1}.

A dispneia e a fadiga podem ser exacerbadas com atividades simples, realizadas com os membros superiores (MMSS) sem apoio, aumentando a ventilação voluntária máxima (VVM) e o consumo de oxigênio levando esses indivíduos a relatar maior sensação de dispnéia e conseqüentemente limitando a execução de suas atividades de vida diária (AVD)⁶.

Considerando que a maioria das AVD são realizadas com elevação dos MMSS sem apoio, e são essenciais para manter a independência nas AVD, torna-se importante entender as respostas metabólicas e ventilatórias, além dos sintomas que esses indivíduos apresentam, e que podem explicar a diminuição da capacidade funcional durante essas atividades^{7,8,9}.

Uma revisão sistemática¹¹ apontou que o *Unsupported Upper Limb Exercise Test* (UULEX)¹² e o *6 – minute Pegboard and Ring Test* (6PBRT)¹³ ou Teste de argolas de 6 minutos (TA6)¹⁴ são testes que simulam as AVD, são fáceis de serem realizados, além de ter baixo custo. Outro ponto importante é que são testes desenvolvidos especificamente para avaliar os MMSS sem apoio, e apresentam validade e confiabilidade adequadas^{12,13}.

O UULEX é considerado um teste de exercício incremental de MMSS que simula as AVD utilizando os MMSS sem apoio e é utilizado para medir a capacidade de pico do exercício com reprodutibilidade avaliada nos quesitos consumo de oxigênio (VO_2), produção de dióxido de carbono (VCO_2), ventilação minuto (VE), frequência cardíaca (FC), dispnéia e fadiga com todas as variáveis apresentando forte correlação¹². Este teste já vem sendo utilizado como forma de avaliar programas de treinamento de MMSS para indivíduos com DPOC^{16,17}.

O TA6, avalia a capacidade funcional dos MMSS sendo limitado a tempo, assim como no teste de caminhada de seis minutos^{13,14,15}. A duração total do teste é de seis minutos e sua pontuação final é o número de argolas movidas nesse período¹³. Os valores de referência do TA6 para a população brasileira, foram determinados recentemente¹⁴ o que permitirá estabelecer parâmetro de comparação para indivíduos com DPOC, bem como utiliza-lo para mensurar a melhora clínica após intervenções terapêuticas.

Entretanto, vale ressaltar que, embora estes testes sejam utilizados como medidas de avaliação da capacidade funcional de MMSS, não existe um consenso sobre como ocorrem os mecanismos que provocam as limitações durante as atividades que utilizam os MMSS. Assim, entender as alterações metabólicas e ventilatórias ocasionadas por eles auxiliará de forma significativa nas estratégias atuais de avaliação e prescrição de exercícios para os MMSS¹¹.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi investigar o comportamento das variáveis metabólicas e ventilatórias de indivíduos com DPOC durante a realização do UULEX e do TA6.

Métodos

Este é um estudo prospectivo e transversal. Foram incluídos 15 indivíduos com DPOC selecionados nos ambulatórios de Pneumologia do Hospital de Messejana - Dr. Carlos Alberto Studart Gomes localizado na cidade de Fortaleza – CE entre o período de janeiro a abril de 2019. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética da instituição (CAAE 53973815.2.0000.5149) e todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Foram incluídos no estudo indivíduos com DPOC moderada a muito grave¹ comprovado por espirometria; com idade entre 40 a 80 anos; de ambos os sexos; estáveis clinicamente (ausência de internação, infecção ou exacerbação da doença nas últimas quatro semanas); estar com a medicação otimizada; sem histórico de outras doenças crônicas associadas e sem limitação de movimentos de ombros e/ou braços que pudessem prejudicar o desempenho nos testes. Foram excluídos do estudo indivíduos com comorbidades graves, como doenças cardíacas, ortopédicas ou neurológicas; história de procedimento cirúrgico recente que impedisse a execução do protocolo proposto e necessidade de suplementação de oxigênio.

Amostra

Foi realizado o cálculo amostral, para obter um poder de 90% com $\alpha = 5\%$ levando-se em conta a variável VO_2 pico (diferença entre o grupo UULEX e TA6) o que resultou em um n de 15 indivíduos.

Avaliações

Os testes foram realizados no setor de Ergometria do Hospital de Messejana - Dr. Carlos Alberto Studart Gomes localizado na cidade de Fortaleza – CE. Inicialmente os indivíduos foram submetidos a uma avaliação para caracterização da amostra e registro das variáveis sociodemográficas, antropométricas e clínicas e aplicação do Questionário *Pulmonary Functional Status and Dyspnea Questionnaires* – (PFSDQ-M)⁴. Em seguida, foi realizado um sorteio em blocos de 10 com os nomes “UULEX” e “TA6” para determinar qual o teste de MMSS a coleta de dados seria iniciada. Todos os indivíduos possuíam espirometria atualizada (dois meses) de onde foram coletados os valores de capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1) e da relação VEF_1/CVF .

***Pulmonary Functional Status and Dyspnea Questionnaires* – PFSDQ-M**

O PFSDQ-M⁴ é um questionário que mensura o status funcional e foi desenvolvido especificamente para indivíduos com DPOC. Este instrumento fornece informações sobre sintomas e nível de atividade e é composto por três domínios: 1) influência da fadiga nas AVD; 2) influência da dispneia nas AVD - composto por cinco itens gerais e dez específicos para cada domínio; e 3) mudança nas AVD em

comparação ao período anterior a doença - 10 itens específicos. O indivíduo deve relatar o quanto a fadiga e a dispneia interferem na execução dos 10 itens específicos de cada domínio. Os itens são pontuados de 0-10, devendo ser considerado como: 0 (nenhuma interferência); 1-3 (leve); 4-6 (moderada); 7-9 (grave) e 10 (muito grave). Já no terceiro domínio, o indivíduo deve relatar o quanto sua vida mudou, comparado ao período anterior da doença, escolhendo para cada atividade um valor de 0-10, sendo considerado: 0 (tão ativo como sempre nessa atividade); 1-3 (pequena mudança); 4-6 (mudança moderada); 7-9 (mudança extrema) e 10 (não faz mais essa atividade). Um escore parcial é calculado somando cada um dos domínios em separado (variando de 0-100). Um escore total (0-300) é calculado somando-se os três domínios. Valores mais altos na escala refletem maior limitação para a realização das AVD.

Protocolo experimental

As medidas das variáveis metabólicas e ventilatórias foram realizadas no repouso e durante os testes. Os indivíduos usaram uma máscara que foi conectada ao aparelho Cortex Metalyzer 3B (Leipzig/Alemanha) o qual é um analisador de gases expirados (respiração a respiração). As variáveis avaliadas e coletadas continuamente durante cada teste foram: ventilação minuto (VE); taxa de troca respiratória (RER); consumo de oxigênio (VO_2); produção de dióxido de carbono (VCO_2); equivalente ventilatório para o oxigênio (VE/VO_2); equivalente ventilatório para o dióxido de carbono (VE/VCO_2); pressão expirada de dióxido de carbono ($P_{et}CO_2$) e pulso de oxigênio ($PulsoO_2$). Além disso, no repouso, imediatamente após os testes e com dois minutos de repouso foram mensuradas a pressão arterial (PA), frequência cardíaca (FC), saturação periférica de oxigênio (SpO_2), bem como sensação de dispneia e fadiga dos MMSS pela escala de Borg modificada. A duração máxima do protocolo foi de duas horas.

Unsupported Upper Limb Exercise Test (UULEX)

A realização do UULEX seguiu o preconizado por Takahashi et al.¹² e o indivíduo foi posicionado sentado em frente a um painel com oito níveis identificados por cores distintas. Em seguida o indivíduo recebeu uma barra com peso de 0,2 kg, e foi orientado a movimentá-la com ambas as mãos a partir da cintura pélvica, até o

primeiro nível (altura do joelho), durante dois minutos. Para se manter cadência constante de movimento foi utilizado um metrônomo programado em 60 batidas por minuto. A cada um minuto o indivíduo movimentou a barra para o próximo nível até atingir o nível oito (nível máximo). Nesse momento do teste o indivíduo continuou movimentando a barra da cintura pélvica até o nível máximo (oito) e na medida de sua tolerância, a cada minuto, a barra foi trocada pelo examinador por uma mais pesada, sempre incrementando 0,5 kg, até atingir 2 kg. O indivíduo prosseguiu o teste até o seu máximo desempenho ou quando apresentou algum sintoma limitante para o exercício. O resultado do teste foi dado pelo tempo máximo que o indivíduo conseguiu manter o movimento.

Teste de argola de 6 minutos (TA6)

O TA6 foi realizado segundo Zhan et al.¹³. O indivíduo permaneceu sentado em uma cadeira, sem apoio para os MMSS e com os pés apoiados no chão, foi posicionado um quadro de madeira contendo quatro pinos (dois superiores e dois inferiores) na frente do indivíduo. Os pinos inferiores foram posicionados na altura dos ombros do indivíduo (90°) e os superiores 20 cm acima. Foram colocadas 10 argolas em cada pino inferior, totalizando 20 argolas. Para a realização do teste foi orientado que o indivíduo movesse o maior número de argolas possíveis em seis minutos, dos pinos inferiores para os pinos superiores, e vice-versa, com as duas mãos simultaneamente. A velocidade do movimento foi autodeterminada e também foi permitido períodos de descanso de acordo com a necessidade do indivíduo, entretanto, sem parar o cronometro. A cada minuto o examinador proferiu frases de encorajamento padronizadas. O resultado do teste foi o número de argolas movidas durante os seis minutos.

Análise Estatística

O teste de normalidade das variáveis foi realizado pelo teste de Shapiro-Wilk. Para a análise descritiva, foram calculados média \pm desvio padrão ou mediana e intervalo interquartil, de acordo com a normalidade. A comparação entre os testes estudados foi realizada mediante o teste t de *student* pareado para as variáveis paramétricas ou teste de *Wilcoxon* para as variáveis não paramétricas. Para avaliar a correlação do VO₂ com as demais variáveis foi utilizado o teste de correlação de *Pearson* ou *Spearman* de acordo com o teste de normalidade. Os dados foram

processados e analisados por meio do programa estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 20.0 e foi considerado estatisticamente significativo quando $p \leq 0,05$.

Resultados

Foram avaliados 15 indivíduos, a maioria GOLD 3¹ (n=10; 66,6%), com média de idade de $66 \pm 8,9$ anos, sendo 9 homens (60%), com média de índice de massa corpórea de $24,6 \pm 4,6$ kg/m². Caracterização da amostra está disponível na tabela 1.

Tabela 1: Análise descritiva da amostra geral (n=15).

Variáveis	Resultados
Idade, anos*	$66 \pm 8,9$
Sexo, n/% †	
Masculino	9/60%
Feminino	6/40%
Altura, m*	$1,63 \pm 0,10$
Peso, kg*	$67 \pm 12,5$
IMC, kg/m ² *	$24,6 \pm 4,6$
Variáveis espirométricas*	
CVF, L	$2,5 \pm 0,9$
VEF ₁ , L	1,13 (0,81 - 1,49)
VEF ₁ /CVF, %	$0,51 \pm 0,15$
GOLD, n/% †	
3	10/66,6
2	5/33,4
Qualidade de vida - Dispnéia	20 (0,0 - 43,0)
Qualidade de vida - Fadiga	15 (0,0 - 35,0)
Qualidade de vida - Mudança	12 (0,0 - 26,0)
Qualidade de vida - Escore Total	41 (0,0 - 108)
Tempo de duração do teste UULEX, min	$8,9 \pm 3,3$
Número de argolas movidas TA6	$264,1 \pm 58,2$

* Dados expressos em média \pm desvio padrão ou mediana e intervalo interquartil; †= Dados expressos em frequência absoluta e relativa; %= percentual; GOLD= *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease*; Gr= gramas; IMC: índice de massa corpórea; kg= quilogramas; kg/m²= quilogramas por metro quadrado; m= metros; min= minutos; TA6= teste de argola de 6 minutos; UULEX= *Unsupported Upper Limb Exercise Test*.

Na comparação das variáveis ergoespirométricas encontradas durante o TA6 e o UULEX verificou-se que todas foram maiores durante a realização do UULEX em relação ao TA6, porém as variáveis VO_2 pico, $\%VO_2$ máx, VCO_2 e VE apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,005$) (tabela 2). Ao comparar os valores do VO_2 máx esperado para a população, com o VO_2 pico encontrado após o UULEX e o TA6, foi evidenciado diferença estatisticamente significativa em ambos os grupos ($p \leq 0,000$), sendo que o UULEX apresentou maior consumo de oxigênio ($1,74 \pm 0,49$ versus $0,55 \pm 0,05$ no UULEX e $1,74 \pm 0,49$ versus $0,44 \pm 0,09$ no TA6).

Tabela 2: Comparação das variáveis ergoespirométricas durante os testes TA6 e UULEX (n=15).

Variáveis	TA6	UULEX	p
VO_2 pico, L/min	0,44±0,09	0,55 ± 0,05	0,011*
$\%VO_2$ máx, ml.kg.min	6,62±1,10	8,11±2,46	0,008*
RER, L/min	0,90 (0,87-0,98)	0,97±0,09	0,132
Pulso O_2 ,	4,89±0,77	5,33±1,67	0,197
VCO_2 , L/min	0,40±0,10	0,54±0,22	0,010*
VE, L/min	19,73±4,79	24,67±7,69	0,008*
VE/ VO_2 ,	38,43±5,72	39,61±5,77	0,358
VE/ VCO_2 ,	41,73±4,62	40,66±4,91	0,110
PETCO ₂ ,	31,87±2,50	33,00±2,85	0,055

* = $p < 0,05$; l/min= litros por minuto; ml/kg/min= mililitros por quilograma de peso por minuto; VO_{2pico} = consumo de oxigênio pico; RER= Taxa de troca respiratória, VCO_2 = produção de dióxido de carbono, VE= ventilação minuto; VE/ VO_2 = Equivalente ventilatório para o oxigênio; VE/ VCO_2 = Equivalente ventilatório para dióxido de carbono; PETCO₂= Pressão expirada de dióxido de carbono.

Quando comparada as respostas hemodinâmicas e a sensação de dispnea e fadiga de MMSS entre o TA6 e o UULEX verificamos diferença estatisticamente significativa somente no Borg dispnea ao término dos testes, onde o grupo UULEX apresentou valores mais elevados ($p=0,008$) (tabela 3).

Tabela 3: Comparação do TA6 e UULEX nas variáveis hemodinâmicas e Borg dispneia e fadiga membros superiores (n=15).

Variáveis	TA6	UULEX	p
FC pré, bpm	79,07±12,93	80,40±14,46	0,492
FC pós, bpm	83,07±12,05	87,07±14,96	0,232
FC após 2 min., bpm	74,00 (72,5-79,0)	82,47±14,52	0,163
PAS pré, mmHg	124,67±10,60	124,73±11,79	0,785
PAS pós, mmHg	130,0 (130,0-135,0)	130,0 (125,0-140,0)	0,792
PAS após 2 min., mmHg	130,0 (125,0-130,0)	120,0 (120,0-130,0)	0,262
PAD pré, mmHg	80,0 (80,0-80,0)	80,0 (80,0-80,0)	0,317
PAD pós, mmHg	80,0 (80,0-80,0)	80,0 (80,0-80,0)	1,000
PAD após 2 min., mmHg	80,0 (80,0-80,0)	80,0 (80,0-80,0)	0,317
SpO2 pré, %	97,0 (95,0-98,0)	95,67±2,06	0,147
SpO2 pós, %	96,27±1,94	96,80±1,47	0,407
SpO2 após 2 min., %	97,20±1,32	96,60±2,02	0,328
Borg dispneia pré	0,0 (0,0-1,5)	0,0 (0,0-0,25)	0,400
Borg dispneia pós	0,5 (0,0-5,5)	0,4 (2,5-9,00)	0,008*
Borg dispneia após 2 min.	0,0 (0,0-2,5)	0,5 (0,0-3,5)	0,233
Borg MMSS pré	0,0 (0,0-0,0)	0,0 (0,0-1,0)	0,497
Borg MMSS pós	3,0 (0,0-5,0)	5,07±3,45	0,107
Borg MMSS após 2 min	0,0 (0,0-1,0)	2,33±2,50	0,192

* = p < 0,05; FC= frequência cardíaca; Min= minutos; MMSS= membros superiores;

PAD= pressão arterial diastólica; PAS= pressão arterial sistólica; SpO₂= saturação periférica de oxigênio;

Ao correlacionar o status funcional dos indivíduos com os resultados encontrados no VO₂ pico observamos que somente o domínio influência das mudanças nas AVD não apresentou correlação com o TA6 e com o UULEX (tabela 4).

Tabela 4: Correlação entre o status funcional (PFSDQ-M) e o VO₂ pico obtido ao término dos testes (n=15).

Variáveis	Domínio Dispneia	Domínio Fadiga	Domínio Mudança na AVD	Somatório Total
VO ₂ pico TA6	r = -0,603 p = 0,017*	r = -0,553 p = 0,032*	r = -0,422 p = 0,117	r = -0,586 p = 0,022*
VO ₂ pico UULEX	r = -0,613 p = 0,015*	r = -0,604 p = 0,017*	r = -0,495 p = 0,061	r = -0,603 p = 0,017*

* = p < 0,05; PFSDQ-M= *Pulmonary Functional Status and Dyspnea Questionnaires*; VO₂ pico= consumo de oxigênio pico.

Discussão

O presente estudo demonstrou que tanto o TA6, quanto o UULEX, elevaram significativamente o consumo de oxigênio (VO₂), a produção de dióxido de carbono (VCO₂), a ventilação minuto (VE) e a sensação de dispneia, entretanto o UULEX apresentou maiores valores quando comparado ao TA6. Além disso, houve correlação inversa entre o VO₂ pico com o status funcional e sintomas nos domínios dispneia e fadiga do PFSDQ-M⁴ demonstrando que quanto maior a dispneia e a fadiga, mais baixos são os valores do VO₂pico nos testes. Outro achado foi que em ambos os testes o VO₂pico encontrado foi bem menor do que o VO₂ esperado para a população.

Tanto o UULEX, quanto o TA6, são utilizados para avaliar AVD que utilizam elevação dos MMSS sem apoio, porém a elevação dos MMSS no UULEX é progressiva a medida que o individuo muda de nível e implica no aumento da amplitude de movimento dos MMSS, enquanto que no TA6 a flexão do ombro é mantida em pelo menos 90°^{12,13} durante todo o teste. Para Nyberg et al¹⁵ o UULEX pode ser considerado um teste que avalia a capacidade de resistência dinâmica pelo fato da elevação do ombro ser progressiva e alcançar amplitudes maiores, enquanto o TA6 avalia a capacidade de resistência isométrica.

Além disso, o UULEX é considerado um teste incremental, já que ocorre aumento progressivo de carga¹². Outro fator importante a ser considerado nesse teste é o ritmo constante de movimento determinado pelo som do metrônomo, justificando as respostas ventilatórias e metabólicas significativamente maiores, quando comparado ao TA6, que por ser um teste sem carga, de curta duração e com ritmo de

movimento autodeterminado é considerado um teste menos tenso do ponto de vista cardiorrespiratório¹⁴.

A literatura descreve que, indivíduos saudáveis e indivíduos com DPOC apresentam alterações do padrão de recrutamento dos músculos respiratórios durante atividades com os MMSS sem apoio, pois ambos aumentam da demanda metabólica e desenvolvem assincronia toracoabdominal¹⁸. De acordo com o estudo de Velloso et al.⁶, atividades simples realizadas com os MMSS sem apoio, aumentam o VO_2 acima de 50% do consumo de oxigênio máximo (VO_2 max) calculado para o indivíduo com DPOC, além de promover aumento da VE que pode atingir valores acima de 60% da ventilação voluntária máxima (VVM) em atividades que exigem grande amplitude de movimento dos MMSS. Os resultados do presente estudo demonstraram que os valores de VO_2 e VE foram maiores durante a realização do UULEX, o que reforça os resultados dos estudos anteriores, tendo em vista que este teste é dinâmico e com demanda crescente.

As alterações encontradas nas variáveis metabólicas e ventilatórias podem ser explicadas pelo fato de que quando os MMSS são elevados sem apoio, ocorre diminuição na eficiência da mecânica respiratória, pois os músculos da cintura escapular executam dupla tarefa, participando simultaneamente da realização do movimento do ombro e da respiração, gerando assincronia toracoabdominal e também hiperinsuflação dinâmica (HD)^{16,18}. Por sua vez, a HD coloca o diafragma em posição desfavorável em relação a curva comprimento-tensão, reduzindo sua capacidade de gerar de força¹⁹, explicando assim a dispneia e a fadiga que indivíduos com DPOC relatam ao realizar AVD com elevação dos MMSS sem apoio.

A dispneia e a fadiga são fatores importantes que afetam o status funcional de indivíduos com DPOC. Neste estudo foi possível observar a correlação entre o VO_{2pico} e os domínios dispneia e fadiga do questionário PFSDQ-M, sendo que os índices de dispneia foram maiores no UULEX quando comparado ao TA6. Resultados semelhantes foram encontrados por Baidya et al.²⁰, que encontrou aumento significativo das variáveis respiratórias (RR: $p \leq 0,001$) e dispneia ($p < 0,001$) após os dois testes, sendo que após o UULEX as mudanças observadas foram maiores (RR: $p \leq 0,002$ e escore de dispneia: $p \leq 0,0006$).

Um estudo recente⁹ comparou a elevação do ombro (120° e 80°) durante exercícios de resistência de MMSS, tanto apoiados quanto não apoiados, em indivíduos com DPOC moderada a grave. Os autores demonstraram que quanto maior

a elevação do ombro pior será o desempenho dos indivíduos no exercício, além de provocar maiores respostas metabólicas, ventilatórias e cardíacas, deslocando o metabolismo para as vias anaeróbicas sem, entretanto, agravar a hiperinsuflação dinâmica.

Atualmente, já é consenso¹ que o treinamento de MMSS melhora a força e a resistência destes membros o que resulta em melhor capacidade funcional para as atividades dos membros superiores.

O presente estudo mostrou que quanto maior a elevação dos MMSS sem apoio e quanto maior for a carga de trabalho, maior será o custo metabólico e ventilatório da tarefa, fazendo com que a posição dos MMSS seja levada em consideração durante a avaliação e prescrição de exercícios para MMSS^{9,15,20}, desta forma, o ULLEX se mostra como um teste que consegue elevar mais o consumo de oxigênio dos indivíduos com DPOC quando comparado ao TA6, porém ULLEX e TA6 medem aspectos diferentes da funcionalidade de MMSS e ambos os testes devem ser considerados no momento da avaliação clínica.

Algumas limitações podem ser apontadas no presente estudo, como a homogeneidade da amostra no que se refere a gravidade da doença, que não nos permite inferir que o mesmo comportamento existirá em indivíduos mais graves ou dependentes de oxigênio por exemplo e ausência de pletismografia de corpo inteiro.

Porém, dentro do nosso conhecimento, este foi o primeiro estudo que verificou o comportamento das variáveis metabólicas e ventilatórias durante a realização do TA6 e do UULEX. Apesar das limitações acreditamos que o presente estudo poderá ser a base para outros nesta linha.

Conclusão

Os dois testes de MMSS estudados (UULEX e TA6) promoveram aumento significativo nas respostas metabólicas, ventilatórias e na sensação de dispneia em indivíduos com DPOC, entretanto o UULEX promoveu maiores respostas quando comparado ao TA6.

REFERÊNCIAS

1. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease – GOLD. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of COPD - Revised 2019. [acesso em 4 de junho 2019]. Disponível em: <https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2018/11/GOLD-2019-v1.7-FINAL-14Nov2018-WMS.pdf>
2. SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISOLOGIA (SBPT). Consenso Brasileiro sobre Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. J. Bras. Pneumol. 2004; 30(5): S1-S42.
3. Cestaro EJ, Di Lorenzo VAP, Marino DM, Walsh I, Ruas G, Jamami M et al. Fatores que influenciam a capacidade física de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. Fisioter. Pesqui. 2010; 17(4): 332-336.
4. Kovelis D, Segretti NO, Probst VS, Lareau SC, Brunetto AF, Pitta F. Validação do Modified Pulmonary Functional Status and Dyspnea questionnaire e da Escala do Medical Research Council para uso em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica no Brasil. J. bras. Pneumol. 2008; 34(12): 1008- 1018.
5. Donaldson AV, Maddocks M, Martolini D, Polkey MI, Man WD. Muscle function in COPD: a complex interplay International Journal of COPD. 2012; 7: 523–535.
6. Velloso M, Stella SG, Cendon S, Silva AC, Jardim JR. Metabolic and ventilatory parameters of four activities of daily living accomplished with arms in COPD patients. Chest. 2003; 123(4): 1047-53.
7. Potter WA, Olafsson S, Hyatt RE. Ventilatory mechanics and expiratory flow limitation during exercise in patients with obstructive lung disease. J Clin Invest. 1971; 50: 910-919.
8. Leidy NK. Psychometric properties of the functional performance inventory in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Nurs Res. 1999; 48: 20-28.
9. Paneroni M, Simonelli C, Laveneziana P, Gobbo M, Saleri M, Bianchi L, Vitacca M. The degree of arm elevation impacts the endurance and cardiopulmonary adaptations of COPD patients performing upper-limb exercise: a cross-over study. Eur. J. Phys. Rehabil. Med. 2018; 54(5): 690-697.

10. Janaudis-Ferreira T. How should we measure arm exercise capacity in COPD? A systematic review. *Chest*. 2012; 141: 11-120.
11. McKeough ZJ, Velloso M, Lima VP, Alison JA. Upper limb exercise training for COPD (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2016.
12. Takahashi T, Jenkins SC, Strauss GR, Watson CP, Lake FR. A new unsupported upper limb exercise test for patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil*. 2003; 23(6): 430-7.
13. Zhan S, Cerny FJ, Gibbons WJ, Mador MJ. Development of an unsupported arm exercise test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil*. 2006; 26(3): 180-7.
14. Lima VP, Almeida FD, Janaudis-Ferreira T, Carmona B, Ribeiro-Samora GA, Velloso M. Valores de referência para o teste de argolas de seis minutos em adultos saudáveis no Brasil. *J Bras Pneumol*. 2018; 44(3): 190-194.
15. Nyberg A, Törnberg A, Wadell K. Correlation between limb muscle endurance, strength, and functional capacity in people with chronic obstructive pulmonary disease. *Physiother Can*. 2016;68(1):46-53.
16. McKeough ZJ, Alison JA, Bye PTP. Arm positioning alters lung volumes in subjects with COPD and healthy subjects. *Australian Journal of Physiotherapy*. 2003; 49:133- 137.
17. Holland AE, Hill CJ, Ntoumenopoulos G. Does unsupported upper limb exercise training improve symptoms and quality of life for patients with chronic obstructive pulmonary disease? *J Cardiopulm Rehabil*. 2004; 24(6): 422-7.
18. Panka GFL, Oliveira MM, França DC, Parreira VF, Britto RR, Velloso M. Ventilatory and muscular assessment in healthy subjects during an activity of daily living with unsupported arm elevation. *Revista brasileira de fisioterapia* 2010; 14 (4):337-344.
19. Gigliotti F, Coli C, Bianchi R, Grazzini M, Stendardi L, Castellani C, et al. Arm exercise and hyperinflation in patients with COPD. *Chest*. 2005; 128(3): 1225-32.
20. Baidya S, Coppieters MW, Solomen S, Aaron P. Comparison of Cardio Respiratory Responses and Level of Exertion Following two Common tests for Arm Exercise Capacity in Patients with COPD. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy*. 2018, 12(1): 76-81.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente tese está de acordo com área de concentração desempenho funcional humano, na linha de pesquisa Desempenho Cardiorrespiratório vinculada ao Programa Interinstitucional de pós-graduação em Ciências da Reabilitação (DINTER), uma parceria entre a UFMG e a UFC, uma vez que investigou o desempenho cardiorrespiratório de indivíduos com DPOC durante a realização de dois testes de MMSS sem apoio, o UULEX e o TA6.

A DPOC por ser uma doença sistêmica tem impacto importante na funcionalidade, uma vez que funcionalidade/incapacidade se refere a experiências positivas e negativas que o indivíduo tem em relação ao meio, a dificuldade imposta pela doença diminui a possibilidade de realização de atividades simples, como as AVD que exigem elevação dos MMSS sem apoio, o que consequentemente gera prejuízos nas atividades de participação impactando negativamente na qualidade de vida.

Como a maioria das AVD são realizadas com elevação dos MMSS sem apoio, torna-se muito importante mensurar e conhecer o impacto dessas atividades para o metabolismo e para a ventilação dos indivíduos com DPOC, pois somente assim se poderá desenvolver estratégias para a manutenção da independência funcional desses indivíduos. Diante disso, ao realizar uma tese com o objetivo de demonstrar o comportamento das variáveis metabólicas e ventilatórias, bem como a ocorrência de HD e avaliação do status funcional e os sintomas dos indivíduos com DPOC, pode contribuir de forma relevante tanto para a pesquisa, quanto para a prática clínica, reforçando a Fisioterapia baseada em evidências.

Vale ressaltar que tanto o UULEX como o TA6 utilizados neste estudo são testes que simulam as AVD e foram desenvolvidos para avaliar especificamente os MMSS sem apoio com validade e confiabilidade adequadas, além disso são fáceis de serem realizados e possuem baixo custo. Dessa forma, nossos resultados podem contribuir com a forma de avaliação, bem como esclarecer a melhora da capacidade funcional dos MMSS, após um programa de treinamento físico, componente tão importante dos programas de reabilitação pulmonar.

REFERÊNCIAS

- AGUSTÍ, A. G. et al. Systemic effects of chronic obstructive pulmonary disease. **Eur. Respir. J.**, v. 21, n. 2, p. 347-360, Feb. 2003.
- BEVEGARD, S.; FREYSCHUSS, U.; STRANDELL, T. Circulatory adaptation to arm and leg exercise in supine sitting position. **J Appl Physiol**, v. 25, p.528-532, 1968.
- CESTARO, E. J. et al. Fatores que influenciam a capacidade física de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. **Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v.17, n.4, p. 332-336, out/dez. 2010.
- CLINI, E. M.; AMBROSINO, N. Impaired arm activity in COPD: a questionable goal for rehabilitation **Eur Respir J**, v. 43, p. 1551–1553, 2014.
- DECRAMER, M. et al. Systemic effects of COPD. **Respir. Med.**, v. 99, supl. B, p. S3-S10, Dec. 2005.
- DECRAMER, M.; JANSSENS, W.; MIRAVITLLES M. Chronic obstructive pulmonary disease. **Lancet**, v. 379, n.9823, p.1341-1351, 2012.
- DONALDSON A. V. et al. Muscle function in COPD: a complex interplay. **Int J Chron Obstruct Pulmon Dis**. v.7, p. 523–535, 2012.
- DOURADO, V. Z. et al. Manifestações sistêmicas na doença pulmonar obstrutiva crônica. **J. Bras. Pneumol.**, v. 32, n. 2, p. 161-171, 2006.
- FABBRI, L.M.; RABE, K. F.; From COPD to chronic systemic inflammatory syndrome? **Lancet**, v. 370, p. 797–99, 2007.
- GAGNON, P.; GUENETTE, J. A. et al. Pathogenesis of hyperinflation in chronic obstructive pulmonary disease. **International journal of chronic obstructive pulmonary disease** v. 9, p. 187-201, 2014. Disponível em: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3933347&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> Acesso em: 08 ago 2019.
- GOLD. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. **Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease**, 2019. Disponível em:< <https://goldcopd.org/wp->

[content/uploads/2018/11/GOLD-2019-v1.7-FINAL-14Nov2018-WMS.pdf](#)> Acesso em: 04 jun 2019.

HOLLAND, A. E. et al. Does unsupported upper limb exercise training improve symptoms and quality of life for patients with chronic obstructive pulmonary disease? **J Cardiopulm Rehabil**, v. 24, n. 6, p. 422-7, 2004.

JANUADIS-FERREIRA, T. et al. How should we measure arm exercise capacity in COPD? A systematic review. **Chest**. v.141, n. 11, p.120, 2012.

KOVELIS, D. et al. Validação do Modified Pulmonary Functional Status and Dyspnea questionnaire e da Escala do Medical Research Council para uso em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica no Brasil. **J Bras Pneumol**, v. 34, n. 12, p. 1008- 1018, 2008.

LEIDY, N. K. Psychometric properties of the functional performance inventory in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Nurs Res**, v. 48, p. 20-28, 1999.

LIND, A. R. et al. The circulatory effects of sustained voluntary muscle contraction. **Clin Sci**, v. 27, p. 229-244, 1964.

MANNINO, D. M. Chronic obstructive pulmonary disease: definition and epidemiology. **Respir. Care**, v. 48, n. 12, p. 1185-1191, Dec. 2003.

MCKEOUGH, Z. J.; ALISON, J.A.; BYE, P. T. Arm exercise capacity and dyspnea ratings in subjects with chronic obstructive pulmonary disease. **J Cardiopulm Rehabil**,v. 23, n. 3, p. 218-25, 2003.

MCKEOUGH, Z. J. et al., Upper limb exercise training for COPD [Cochrane Protocol]. Prospero, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011434.pub2.www.cochranelibrary.com> Acesso em: 04jun 2019.

MIRANDA, E. F.; MALAGUTI, C.; DAL CORSO, S. Disfunção muscular periférica em DPOC: membros inferiores versus membros superiores. **J BrasPneumol.**, v. 37, n.3, p.80-388, 2011.

PORTO, E. F. et al. Exercises using the upper limbs hyperinflate COPD patients more than exercises using the lower limbs at the same metabolic demand Monaldi Arch. **Chest**, v. 71, n. 1, p. 21-26, 2009.

POTTER, W. A.; OLAFSSON, S.; HYATT, R. E. Ventilatory mechanics and expiratory flow limitation during exercise in patients with obstructive lung disease. **J Clin Invest**, v. 50, p. 910-919, 1971.

REGUEIRO, E. M. G. et al. Análise da demanda metabólica e ventilatória durante a execução de atividades de vida diária em indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica. **Rev. Latino-Am. Enfermagem**, Ribeirão Preto, v. 14, n. 1, p. 41-47, 2006.

ROMER, L. M.; POLKEY, M. I. Exercise Performance Exercise-induced respiratory muscle fatigue: implications for performance. **J Appl Physiol.**, v.104, p. 879–888, 2008.

SCLAUSER PESSOA, I. M. B. et al. Análise da hiperinsuflação pulmonar dinâmica (HD) após atividade de vida diária em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. **Rev. bras. fisioter.**, São Carlos, v. 11, n. 6, p. 469-474, 2007.

SILVA, C. M. S. et al. Incapacidade funcional de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica através da WHODAS. **Acta Fisiatr.** v. 23, n. 3, p. 125-129, 2016

SOARES, S. M. T. P.; CARVALHO, C. R. R. Intolerância ao exercício em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. **Rev. Ciênc. Méd.**, Campinas, v. 18, n.3, p.143-151, 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISOLOGIA (SBPT). Consenso Brasileiro sobre Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. **J. Bras. Pneumol.**, v. 30, supl.5, p. S1-S42, nov. 2004.

SOUZA, G. F. et al. Lactic acid levels in patients with chronic obstructive pulmonary disease accomplishing unsupported arm exercises. **Chronic Respiratory Disease**, v. 7, n. 2, p. 75–82, 2010.

TAKAHASHI T. et al. A new unsupported upper limb exercise test for patients with chronic obstructive pulmonary disease. **J Cardiopulm Rehabil**, v. 23, p. 430-7, 2003.

VELLOSO, M. et al. Metabolic and ventilatory parameters of four activities of daily living accomplished with arms in COPD patients. **Chest**, v. 123, n. 4, p. 1047-53, Apr. 2003.

VELLOSO, M.; JARDIM, J. R. Funcionalidade do paciente com doença pulmonar obstrutiva crônica e técnicas de conservação de energia. **J. Bras. Pneumol.**, v. 32, n. 6, p. 580-586, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Chronic obstructive pulmonary disease (COPD)**. Geneva: World Health Organization, 2019. Disponível em: <https://www.who.int/respiratory/copd/en/> Acesso em: 11 abr 2019.

ZHAN, S. et al. Development of an unsupported arm exercise test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **J Cardiopulm Rehabil.**, v. 26, n. 3, p.180-7, 2006.

ANEXO A – Parecer consubstanciado do CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DOS MECANISMOS QUE LEVAM A LIMITAÇÃO DE INDÍVIDUOS COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA DURANTE DOIS O TESTES DE MEMBROS SUPERIORES

Pesquisador: Marcelo Velloso

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 53973815.2.0000.5149

Instituição Proponente: Escola de Educação Física da Universidade Federal de Minas Gerais

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.491.264

Apresentação do Projeto:

Mesma apresentação do parecer 1.550.325 de 18/05/16

Objetivo da Pesquisa:

Mesmos objetivos expressos no parecer 1.550.325 de 18/05/16

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Mesmos riscos e benefícios descritos no parecer 1.550.325 de 18/05/16

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O pesquisador solicita na emenda a mudança do local da coleta e do grupo de pesquisadores envolvidos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados cartas de anuências dos centros participantes.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

SMJ, sou favorável à aprovação da emenda.

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS**



Continuação do Parecer: 2.491.264

Considerações Finais a critério do CEP:

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o COEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1047877_E1.pdf	21/12/2017 11:58:46		Aceito
Outros	carta_anuencia_NAMI.pdf	21/12/2017 11:39:57	Marcelo Velloso	Aceito
Outros	carta_anuencia_amb_pneumo_messejana.pdf	21/12/2017 11:39:05	Marcelo Velloso	Aceito
Outros	Messejana.pdf	21/12/2017 11:37:49	Marcelo Velloso	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_2017.docx	21/12/2017 11:35:07	Marcelo Velloso	Aceito
Outros	539738152aprovacao.pdf	19/05/2016 14:49:25	Telma Campos Medeiros Lorentz	Aceito
Outros	declaracao.PDF	26/04/2016 09:02:43	Fabiana Damasceno Almeida	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO.docx	23/12/2015 16:26:58	Fabiana Damasceno Almeida	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Documento.pdf	23/12/2015 16:25:23	Fabiana Damasceno Almeida	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.docx	23/12/2015 16:21:23	Fabiana Damasceno Almeida	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.docx	23/12/2015 16:20:19	Fabiana Damasceno Almeida	Aceito
Folha de Rosto	coep.PDF	23/12/2015 16:16:07	Fabiana Damasceno Almeida	Aceito
Outros	539738152emendaassinada.pdf	08/02/2018 10:05:05	Vivian Resende	Aceito
Outros	539738152pareceremassinado.pdf	08/02/2018 10:05:17	Vivian Resende	Aceito

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 2.491.264

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELO HORIZONTE, 08 de Fevereiro de 2018

Assinado por:
Vivian Resende
(Coordenador)

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

ANEXO B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado (a) para participar da pesquisa “**AVALIAÇÃO METABÓLICA E VENTILATÓRIA DE PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA DURANTE A REALIZAÇÃO DE DOIS TESTES DE MEMBROS SUPERIORES**”, você foi selecionado (a) respeitando os critérios de inclusão e exclusão do presente projeto e sua participação não é obrigatória. Você também poderá desistir de participar a qualquer momento e retirar seu consentimento.

Justificativa e objetivo

Sabe-se que a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica, em seus vários estágios, promove dificuldade para realização das atividades de vida diária, como escovar os dentes, fazer a barba, levantar um pote, calçar os sapatos, dentre outras, levando a uma limitação a capacidade de exercício assim como reduzindo a participação social dos indivíduos com esta doença. Desse modo, este trabalho visa estudar os possíveis mecanismos fisiológicos que resultam nesta diminuição ou até mesmo intolerância ao exercício.

Responsáveis

1. 1) Prof. Dr. Marcelo Velloso do Departamento de Fisioterapia / Universidade Federal de Minas Gerais
2. 2) Michelli Caroline de Camargo Barboza, doutoranda do Programa de Pós Graduação em Ciências da Reabilitação da UFMG.

Procedimentos

Sua participação nesta pesquisa consistirá na realização de uma avaliação detalhada dos diversos aspectos relacionados à sua saúde, tais como: peso, altura e cálculo do seu índice de massa corporal (IMC), força de preensão palmar, comprimento do braço, sinais vitais (pressão arterial, frequência cardíaca e respiratória e saturação periférica de oxigênio, bem como de sua capacidade de realizar os testes propostos. Os testes serão: UULEX onde você terá que realizar movimentos elevação do braço durante o maior tempo que conseguir tentando atingir a maior altura e o maior peso da barra. E o TA6 onde você deverá mover tantos anéis de madeira em uma plataforma, quanto possível em 6 minutos. Durante estes testes você será avaliado por meio de uma máscara ligada a um aparelho que medirá a sua respiração. As avaliações irão ocorrer em dois dias diferentes. No primeiro dia será realizada toda a avaliação relacionada a sua saúde física e logo em seguida será feito um sorteio para saber qual teste o Sr. (a) vai realizar primeiro. Após essa etapa será agendado um retorno com no mínimo 72h a no máximo 15 dias para o Sr. (a) realizar o outro teste.

Assinatura do pesquisador _____

Assinatura do participante _____

Riscos e desconfortos

Os riscos são mínimos uma vez que os critérios para sua entrada no estudo foram bem determinados e pelo fato do (a) Sr. (a) ter sido avaliado (a) e encaminhado (a) pelo pneumologista responsável. O que eventualmente pode ocorrer durante os testes são alterações na frequência cardíaca, cansaço, dores fatigantes nos braços ou pequeno desconforto pela presença da máscara. Em qualquer situação, como citada anteriormente, ou se o (a) Sr. (a) perceber qualquer sensação diferente do habitual, o teste será imediatamente interrompido e serão tomadas as providências necessárias e caso seja necessário o (a) Sr. (a) será avaliado por um médico do setor de ergometria do Hospital de Messejana - Dr. Carlos Alberto Studart Gomes

Benefícios esperados

Você terá como benefícios uma avaliação detalhada dos diversos aspectos relacionados à sua saúde, tais como: peso, altura e cálculo do seu índice de massa corporal (IMC), força de preensão palmar, comprimento do braço, bem como de sua capacidade de realizar os testes propostos. O projeto terá como maiores benefícios um melhor esclarecimento dos mecanismos que limitam a realização das atividades de vida diária, principalmente as que envolvem elevação dos braços. Essas informações poderão ser utilizadas como forma de tratamento e/ou avaliação de indivíduos com doenças respiratórias crônicas, como a DPOC.

Garantia de sigilo

Somente o pesquisador responsável e sua equipe saberá que você está participando desta pesquisa. Ninguém mais saberá da sua participação. Entretanto, caso você deseje que o seu nome / seu rosto / sua voz ou o nome da sua instituição conste do trabalho final, nós respeitaremos sua decisão. Basta que você marque ao final deste termo a sua opção.

Todos os dados e informações que você nos fornecer serão guardados de forma sigilosa. Garantimos a confidencialidade e a privacidade dos seus dados e das suas informações. Tudo que o Sr. (a) nos fornecer ou que sejam conseguidas por AVALIAÇÕES FÍSICAS, DADOS DE IMAGENS, DADOS PESSOAIS serão utilizadas (os) somente para esta pesquisa. O material da pesquisa, com os seus dados e informações, será armazenado em local seguro e guardado em arquivo por pelo menos 5 anos após o término da pesquisa. Qualquer dado que possa identificá-lo será omitido na divulgação dos resultados da pesquisa. Caso você autorize que sua voz seja publicada, teremos o cuidado de anonimizá-la, ou seja, sua voz ficará diferente e ninguém saberá que é sua. Caso você autorize que sua imagem seja publicada, teremos o cuidado de anonimizá-la, ou seja, seu rosto ficará desfocado e/ou colocaremos uma tarja preta na imagem dos seus olhos e ninguém saberá que é você.

Assinatura do pesquisador _____

Assinatura do participante _____

Garantia de esclarecimento

Em qualquer momento da pesquisa, o (a) Sr. (a) tem o direito de receber informações acerca da pesquisa e dos testes que serão realizados. Se você tiver alguma dúvida a respeito da pesquisa e/ou dos métodos utilizados nela, pode procurar a qualquer momento o pesquisador responsável.

Nome do pesquisador responsável: Michelli Caroline de Camargo Barboza

Endereço: Av. Washington Soares, 1321.

Telefone para contato: 85- 3477- 3207

Horário de atendimento: De segunda a sexta de 7h30 as 11h10 e de 13h30 a 17h10.

Se você desejar obter informações sobre os seus direitos e os aspectos éticos envolvidos na pesquisa, poderá consultar os Comitês de Ética envolvidos na pesquisa. O Comitê de Ética tem como finalidade defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade, e tem o papel de avaliar e monitorar o andamento do projeto, de modo que a pesquisa respeite os princípios éticos de proteção aos direitos humanos, da dignidade, da autonomia, da não maleficência, da confidencialidade e da privacidade.

Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (COEP)

Endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II – 2o andar.

Campus Pampulha. Belo Horizonte - MG

Telefone: (31) 3499-4592

Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade de Fortaleza – COÉTICA **Endereço:** Av. Washington Soares, 1321, Bloco da Reitoria, Sala da Vice-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, 1o andar. Bairro Edson Queiroz, CEP 60811-341. Fortaleza – CE. Horário de Funcionamento: 08:00hs às 12:00hs e 13:30hs às 18:00hs.

Telefone: (85) 3477-3122.

Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Messejana Dr. Carlos Alberto Studart Gomes – CEP

Endereço: Av. Frei Cirilo, 3480 – Cajazeiras Fortaleza-CE.

Horário de funcionamento:

2a, 3a e 4a - 08h às 12h30 e 13h30 às 17h/ 5a - 08h às 14h/ 6a - 12h às 18h

Telefone: (85) 3101-7845

Direito de recusa

Como voluntário, o (a) Sr. (a) pode recusar a participar ou retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalização ou prejuízo.

Assinatura do pesquisador _____

Assinatura do participante _____

Ressarcimento e indenização

O (a) Sr. (a) não terá qualquer tipo de despesa para participar da pesquisa e não receberá remuneração por sua participação na pesquisa. As despesas com o seu deslocamento serão de responsabilidade das pesquisadoras.

Se o Sr. (a) estiver de acordo em participar da pesquisa, deve preencher e assinar este documento, que será elaborado em duas vias: uma via deste Termo ficará com a Senhora e a outra ficará com o pesquisador. O participante de pesquisa ou seu representante legal, quando for o caso, deve rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE, apondo a sua assinatura na última página do referido Termo. O pesquisador responsável deve, da mesma forma, rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE, apondo sua assinatura na última página do referido Termo.

Uso de voz e/ou imagem

Caso o Sr. (a) deseje que seu nome, seu rosto, sua voz ou o nome da sua instituição apareça nos resultados da pesquisa, sem serem anonimizados, marque um dos itens abaixo.

- Eu desejo que o meu nome conste do trabalho final.
- Eu desejo que o meu rosto/face conste do trabalho final.
- Eu desejo que a minha voz conste do trabalho final.
- Eu desejo que o nome da minha instituição conste do trabalho final.

Assinatura do pesquisador_____

Assinatura do participante_____

Consentimento

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, o Sr.(a)

_____, portador (a) da cédula de identidade _____,
declara que, após leitura minuciosa do TCLE, teve oportunidade de fazer perguntas
e esclarecer dúvidas que foram devidamente explicadas pelos pesquisadores.
Ciente dos serviços e procedimentos aos quais será submetido, e não restando
quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu CONSENTIMENTO
LIVRE E ESCLARECIDO em participar voluntariamente desta pesquisa.

E, por estar de acordo, assina o presente termo. Fortaleza, ____ de _____ de
_____.

Assinatura do participante ou representante legal

Assinatura do pesquisador

Impressão dactiloscópica

MINI-CURRÍCULO

Identificação

Michelli Caroline de Camargo Barboza

Data de nascimento: 03/03/1980

Endereço eletrônico: michellibarboza@gmail.com

Link para currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0379442324074591>

Formação Acadêmica

Graduada em Fisioterapia pela Universidade de Araraquara (UNIARA) no ano de 2002. Especialista em Fisiologia do Exercício pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) em 2004. Aprimoramento em Fisioterapia Cardiorrespiratória pelo Hospital de Messejana – Dr. Carlos Alberto Studart Gomes em 2006. Mestre em Saúde Coletiva pela Universidade de Fortaleza (UNIFOR) em 2012 com a dissertação: Aversão e adesão ao tratamento para hanseníase: a crítica cultural do paciente cidadão cearense. Orientação da Professora Dra. Marilyn Kay Nations. Doutorado em andamento no Programa de Ciências da Reabilitação, na modalidade Doutorado Interinstitucional (DINTER) oferecido pela parceria entre as Universidades Federal de Minas Gerais (UFMG) e Federal do Ceará (UFC), com a tese: Avaliação metabólica e ventilatória de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica durante a realização de dois testes de membros superiores. Orientação do Professor Dr. Marcelo Velloso e co-orientação da Profa. Dra. Maria Tereza Aguiar Pessoa Morano (Conclusão prevista para 2019).

Atuação Profissional

Atualmente é Professora do curso de Fisioterapia da Universidade de Fortaleza (UNIFOR) desde 2006. Atualmente ministra as disciplinas de Fisioterapia da Saúde Funcional da Mulher e do Homem I e II.