

TIAGO RODRIGUES DE LEMOS AUGUSTO

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E DESENVOLVIMENTO NA
REGIÃO CENTRO-OESTE**

**ANÁLISE COMPARATIVA DA FORÇA MUSCULAR INSPIRATÓRIA
PÓS-EXERCÍCIO E HIPERINSUFLAÇÃO DINÂMICA ENTRE
CICLOERGÔMETRO E TESTE DE DEGRAU NO DPOC**

**CAMPO GRANDE/MS
2018**

TIAGO RODRIGUES DE LEMOS AUGUSTO

**ANÁLISE COMPARATIVA DA FORÇA MUSCULAR INSPIRATÓRIA
PÓS-EXERCÍCIO E HIPERINSUFLAÇÃO DINÂMICA ENTRE
CICLOERGÔMETRO E TESTE DE DEGRAU NO DPOC**

Dissertação apresentada como requisito final para a obtenção do Título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro Oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, sob a Orientação do Prof. Dr. Paulo de Tarso Guerrero Müller.

CAMPO GRANDE/MS
2018

TIAGO RODRIGUES DE LEMOS AUGUSTO

**ANÁLISE COMPARATIVA DA FORÇA MUSCULAR INSPIRATÓRIA
PÓS-EXERCÍCIO E HIPERINSUFLAÇÃO DINÂMICA ENTRE
CICLOERGÔMETRO E TESTE DE DEGRAU NO DPOC**

Dissertação apresentada como requisito final para a obtenção do Título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro Oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, sob a Orientação do Prof. Dr. Paulo de Tarso Guerrero Müller.

A banca examinadora, após a avaliação do trabalho, atribuiu ao candidato o conceito _____.
Campo Grande, ____ de _____ de 2018.

BANCA EXAMINADORA

NOTA/CONCEITO

Prof. Dr. Paulo de Tarso Guerrero Muller (Presidente)

Prof. Dr. Daniel Martins Pereira (Titular)

Prof. Dr. Gustavo Christofolletti (Titular)

Prof. Dra. Anamaria Mello Miranda Paniago (Suplente)

Dedico essa dissertação à Tayomara, esposa e amiga inseparável; e à minha filha Elis que, mesmo tão pequena, foi capaz de me dar força e incentivo nas horas mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por abrir meus caminhos e permitir mais esta conquista.

À minha Mãe, Valéria, que sempre me apoiou e se doou. Sem a ela, tudo seria mais difícil.

Aos meus irmãos, Patrícia, Isaura, Antônio e Maria, fontes de inspiração e apoio.

À minha família Tayomara e Elis, sinônimo de compreensão, doação, amizade, amor e companheirismo. Com elas tudo fica mais fácil.

Ao meu orientador, Paulo de Tarso, pelos ensinamentos, confiança e parceria, nesses dois anos de aprendizado.

Aos fisioterapeutas e amigos Alessandro Ramos e Rodrigo Koch, pelas ajudas e ensinamentos que foram essenciais do início ao fim deste projeto.

À fisioterapeuta Karina Utida, pela imensa ajuda e parceria.

Aos colegas Gisele Barbosa, Lucas Crivelente e Gerson Campos, pelo apoio e conhecimentos compartilhados.

À toda equipe do Laboratório de Pneumologia do HU, sempre disposta a auxiliar.

Aos pacientes que confiaram e se doaram para a realização deste.

A todos, Gratidão

“A percepção do desconhecido é a mais fascinante das experiências. O homem que não tem os olhos abertos para o misterioso passará pela vida sem ver nada”

Albert Einstein

RESUMO

AUGUSTO, T. R. L. **Análise comparativa da força muscular inspiratória pós-exercício e hiperinsuflação dinâmica entre cicloergômetro e teste de degrau no DPOC.** 2018. Dissertação (Mestrado em Saúde e Desenvolvimento da Região Centro-Oeste) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

A hiperinsuflação pulmonar encontrada no paciente com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) parece ser o principal fator causador da intolerância ao exercício, além de dificultar o trabalho do músculo diafragma, gerando maior fadiga muscular inspiratória. O objetivo desta dissertação foi comparar a força muscular inspiratória pós-exercício e a hiperinsuflação dinâmica (HD) entre o teste de esforço cardiopulmonar (TECP) no cicloergômetro e no degrau em pacientes com DPOC. Participaram desse estudo 31 pacientes, entre homens e mulheres, com diagnóstico de DPOC confirmado e sob tratamento medicamentoso regular para DPOC, que apresentaram à espirometria $30\% \leq VEF_1 \leq 70\%$. Todos os pacientes foram submetidos ao TECP no cicloergômetro e no degrau, onde foram coletadas medidas de capacidade inspiratória (CI) em repouso a cada dois minutos de exercício e no pico deste, além da pressão inspiratória máxima (PImáx) em repouso e do terceiro ao sétimo minuto pós-exercício. Foi observado um tempo de exercício significativamente menor no degrau ($p < 0.0001$), as variáveis de pico do exercício, volume de oxigênio % previsto ($\dot{V}_{O_2}$ % previsto) e a pressão expirada de dióxido de carbono (P_{ETCO_2}) foram significativamente menores no cicloergômetro ($p < 0.05$); o volume minuto ($\dot{V}_E$), a reserva ventilatória ($\dot{V}_E/V_{VM}$), a CI e o volume corrente foram menores no degrau ($p < 0.05$); a pressão expirada de oxigênio (P_{ETO_2}) ($p < 0.0001$) e a relação volume minuto por volume de oxigênio ($\dot{V}_E/\dot{V}_{O_2}$), a saturação periférica de oxigênio (SpO_2) e o quociente respiratório foram menores no degrau ($p < 0.001$). Foi observada alta concordância entre os testes para avaliação da CI sem diferença significativa entre as modalidades para avaliar a fadiga inspiratória pós-exercício ($p = 0.744$), apesar de apresentar redução significativa de força inspiratória pós-exercício ($p < 0.0001$) para ambos. Conclui-se que o TECP no degrau é capaz de levar o paciente com DPOC à exaustão em menor tempo de esforço, além de gerar maior HD comparado ao TECP no cicloergômetro; e podem ser utilizados para avaliar a HD no paciente com DPOC, tanto TECP no cicloergômetro quanto TECP no degrau. Além disso, as duas modalidades de TECP são capazes de provocar **fadiga** pós-exercício nos músculos inspiratórios, mostrando não haver correlação entre a variação da CI (ΔCI) e a variação da PImáx ($\Delta PImáx$) pós-exercício.

Descritores: DPOC; pressão inspiratória máxima; capacidade inspiratória; teste de esforço.

ABSTRACT

AUGUSTO, T. R. L. **Comparative analysis of inspiratory muscle strength after exercise and dynamic hyperinflation between cycle ergometer and step test in COPD** 2018. Dissertation (Master's degree) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Pulmonary hyperinflation found in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) seems to be the main cause of exercise intolerance, as well as hindering the work of the diaphragm muscle, generating greater inspiratory muscle fatigue. The aim of this dissertation was to compare the post-exercise inspiratory muscle strength and the dynamic hyperinflation (DH) between the cardiopulmonary exercise test (CPET) in the cycle ergometer and in the step to patients with COPD. Thirty-one patients, men and women, diagnosed with COPD and under regular medical treatment for COPD, presented $30\% \leq FEV_1 \leq 70\%$ to spirometry. All patients underwent CPET on the cycle ergometer and on the step, where inspiratory capacity (IC) measures were collected at rest every two minutes and at the peak of the exercise, in addition to the maximal inspiratory pressure (P_Imax) at rest and from the third to the seventh minute post-exercise. A significantly shorter exercise time ($p < 0.0001$) was observed, the variables of peak exercise, predicted oxygen volume ($\dot{V}O_2\%$ predicted) and expired carbon dioxide pressure (P_{ETCO₂}) were significantly lower in the cycle ergometer ($p < 0.05$); minute volume ($\dot{V}_E$), ventilatory reserve ($\dot{V}_E / MVV$), IC and tidal volume were lower in the step ($p < 0.05$); expired oxygen pressure (P_{ETO₂}) ($p < 0.0001$), and the volume per minute volume of oxygen ($\dot{V}_E / \dot{V}O_2$), peripheral oxygen saturation (SpO₂) and respiratory quotient values were lower in the step ($p < 0.001$). High agreement between the tests for IC assessment without significant difference between the modalities to assess post-exercise inspiratory fatigue ($p = 0.744$) was observed, despite a significant reduction in post-exercise inspiratory power ($p < 0.0001$) for both. It is concluded that the CPET in the step is able to take the patient with COPD to exhaustion in a shorter effort time, besides generating higher DH compared to the CPET in the cycle ergometer; and can be used to assess DH in patients with COPD, both CPET in the cycle ergometer and CPET in the step. In addition, the two CPET modalities are capable of provoking post-exercise fatigue in the inspiratory muscles, showing no correlation between the change in IC (ΔIC) and the post-exercise P_Imax variation ($\Delta P_{I\max}$).

Keywords: COPD; maximal inspiratory pressures; inspiratory capacity; exercise test

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Desenho do projeto.....	23
Figura 2	Exemplo da execução e incremento de carga no teste de cicloergômetro e no teste em degrau, considerando um paciente que realizou 3 minutos de exercício.....	29
Figura 3A	Valores do Δ CI no cicloergômetro, relacionados com a CI prevista...	34
Figura 3B	Δ CI no degrau, relacionados com a CI prevista.....	34
Figura 3C	Δ PImáx no cicloergômetro, relacionados com a PImáx prevista.....	34
Figura 3D	Δ PImáx no degrau, relacionados com a PImáx prevista.....	34
Figura 4A	Concordância para Δ CI entre modalidade degrau e cicloergômetro....	35
Figura 4B	Concordância para Δ PImáx entre modalidade degrau e cicloergômetro.....	35
Figura 5A	Diferença entre as modalidades com % do previsto pela média de CI das respectivas modalidades.....	36
Figura 5B	Diferença entre as modalidades com % do previsto pela média da PImáx das respectivas modalidades.....	36
Figura 6	Representação da PImáx repouso pelo tempo pós-exercício entre as modalidades de TECP.....	36
Figura 7A	Correlação de Spearman entre Δ CI _{cicloergômetro} e o Δ PImáx _{cicloergômetro} ..	37
Figura 7B	Correlação de Spearman entre Δ CI _{degrau} e o Δ PImáx _{degrau}	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Características Antropométricas e Basais.....	32
Tabela 2 Variáveis selecionadas no pico do exercício comparando o teste incremental no cicloergômetro com o teste incremental no degrau.....	33

LISTA DE ABREVIACÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS

CE	Cicloergômetro
Δ	Diferença entre o valor de uma variável após a intervenção com o valor coletado antes da intervenção.
Δ CI	Diferença entre capacidade inspiratória basal e no pico do exercício
CI	Capacidade inspiratória
cmH ₂ O	Centímetros de água
Co	Monóxido de carbono
Co ₂	Dióxido de carbono
CRF	Capacidade residual funcional
DCO/VA	Capacidade de difusão do monóxido de carbono dividida por volume alveolar
DCO	Capacidade de difusão de monóxido de carbono
DE	Degrau
DIN	Dinamômetro de preensão palmar
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
DTFP	Diretrizes para testes de função pulmonar
ECG	Eletrocardiograma
Fr	Frequência respiratória
FC	Frequência cardíaca
FEF _{25-75%}	Fluxo expiratório forçado em 25-75% da manobra de capacidade vital forçada
GOLD	Global initiative for chronic obstructive lung disease (Iniciativa global para a doença pulmonary obstrutiva crônica)
HD	Hiperinsuflação dinâmica
Hz	Hertz
IMC	Índice de massa corpórea
L	Litros
ml	Mililitros
mmHg	Milímetros de mercúrio
MMII	Membros inferiores
mMRC	Modified Medical Research Council (Conselho de pesquisa médica modificada – Escala de dispneia)

O ₂	Oxigênio molecular
OMS	Organização mundial da saúde
PAD	Pressão arterial diastólica
PAS	Pressão arterial sistólica
PE _{máx}	Pressão expiratória máxima
P _{ETCO₂}	Pressão parcial de dióxido de carbono ao final de expiração
P _{ETO₂}	Pressão expirada de oxigênio
PI _{máx}	Pressão inspiratória máxima
O ₂ -pulso	Pulso de oxigênio
QR	Quociente respiratório
S	Segundos
“	Segundos
SpO ₂	Saturação periférica de oxigênio
T _E	Tempo expiratório
TECP	Teste de exercício cardiopulmonar
TECPI	Teste de exercício cardiopulmonar incremental
TI	Tempo inspiratório
V _C	Volume corrente
V _{CO₂}	Liberação de dióxido de carbono
V _E /V _{CO₂}	Equivalente ventilatório para o dióxido de carbono
V _E /V _{O₂}	Equivalente ventilatório para o oxigênio
V _E	Volume minuto expirado
VEF ₁ /CVF	Razão entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada
VEF ₁	Volume expiratório forçado no primeiro segundo
V _{O₂}	Consumo de oxigênio
VR	Volume residual
Watts/min	Carga em Watts por minuto no cicloergômetro

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1. Doença pulmonar obstrutiva crônica, DPOC.....	15
2.2. TECP no cicloergômetro x TECP no degrau.....	16
2.3. Hiperinsuflação pulmonar.....	17
2.3.1. Hiperinsuflação pulmonar estática.....	17
2.3.2. Hiperinsuflação pulmonar dinâmica.....	17
2.4. Pressão inspiratória máxima.....	19
2.4.1. Pressão inspiratória máxima em repouso.....	19
2.4.2. Pressão inspiratória máxima pós-exercício.....	19
3. OBJETIVOS.....	21
3.1. Objetivo geral.....	21
3.2. Objetivos específicos.....	21
4. HIPÓTESES.....	22
5. CASUÍSTICA E MÉTODOS.....	23
5.1. Delineamento do estudo e local da pesquisa.....	23
5.2. Participantes da pesquisa e aspectos éticos.....	24
5.3. Instrumentos/procedimentos para a coleta de dados.....	26
5.3.1. Espirometria.....	26
5.3.2. Teste de difusão por respiração única do monóxido de carbono	26
5.3.3. Protocolo para o TECP em cicloergômetro.....	27
5.3.4. Protocolo para o TECP em degrau.....	28
5.3.5. Avaliação da hiperinsuflação dinâmica (manobras de CI).....	29
5.3.6. Avaliação da PImáx.....	30
5.4. Tratamento dos dados coletados.....	31
5.4.1. Análise dos dados coletados.....	31
5.4.2. Análise estatística.....	31
6. RESULTADOS.....	32
7. DISCUSSÃO.....	38
7.1. Limitações do estudo.....	41
8. CONCLUSÃO.....	42

REFERÊNCIAS.....	43
APÊNDICE 1 TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	49
APÊNDICE 2 FICHE DE COLETA.....	52
ANEXO 1 PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA.....	54
ANEXO 2 MEDICAL RESEARCH COUNCIL MODIFICADA (mMRC).....	58

1. INTRODUÇÃO

A dispneia é a queixa de maior ocorrência entre os pacientes com DPOC e é a responsável direta pelas limitações de atividade de vida diária (LAVD) nessa população.

Um dos fatores que causa a dispneia no paciente com DPOC é a hiperinsuflação estática e a HD, isto é, o acúmulo de ar nos pulmões reduz a capacidade vital do paciente. A hiperinsuflação pulmonar, seja estática ou dinâmica, afeta diretamente a capacidade da realização de trabalho mecânico do músculo diafragma, impactando diretamente na qualidade de vida do paciente com DPOC.

O teste de esforço cardiopulmonar com cicloergômetro e a subida e descida em degrau podem ser usados para quantificar a hiperinsuflação dinâmica ao esforço. Porém, não há na literatura científica estudos que comparem a hiperinsuflação dinâmica ao exercício e alterações na P_{Imáx} após o exercício em pacientes com DPOC, entre os TECP no cicloergômetro e no degrau. A utilização do TECP em degrau possibilita a realização de testes em espaços físicos menores com menor investimento financeiro em equipamentos e é de fácil aplicabilidade.

O estudo da HD, assim como de alterações da força muscular inspiratória no pós-TECP em diferentes modalidades é necessário com o objetivo de trazer evidências que demonstrem qual o efetivo tempo de descanso da musculatura inspiratória necessário entre séries de exercício na reabilitação pulmonar. Portanto, a busca e o desenvolvimento de mecanismos mais efetivos e com menor custo operacional que utilizem posturas e movimentos corporais distintos com o objetivo de otimizar e tornar mais acessível a avaliação e prescrição individual de atividades físicas, leva-rá a maior segurança e eficácia no tratamento dessa população.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica, (DPOC)

A DPOC é uma doença crônica inflamatória dos pulmões, caracterizada por limitação do fluxo aéreo persistente e geralmente progressivo decorrente de inflamação crônica das pequenas vias aéreas e destruição do parênquima pulmonar (BRASIL, 2010; LANGER *et al.*, 2009; VESTBO *et al.*, 2013; VOGELMEIER *et al.*, 2017). É considerada uma doença multicomponente por causa das desordens cardiovasculares, musculoesqueléticas, metabólicas e psicológicas que podem estar associadas (KORSIC & KUSEC, 2014; SOICHER & DECHMAN, 1998). De acordo com o Ministério da Saúde (BRASIL, 2010), o diagnóstico da DPOC é clínico, devendo ser realizada a espirometria para diferenciar a DPOC da asma, e para quantificar o grau de comprometimento.

Segundo Tarantino (2013), no Brasil a DPOC ocupa o 2º lugar das internações de indivíduos maiores de 40 anos. Ela é uma das principais causas de morbidade, mortalidade e gasto financeiro mundial com a saúde (CELLI, *et al.*, 2015). Considerada um dos principais problemas de saúde pública mundial, estima-se que, em 2020, a DPOC ocupe o 5º lugar no mundo em relação ao impacto da doença (PAUWELS *et al.*, 2001; VESTBO *et al.*, 2013), e 3º lugar em termos de mortalidade mundial (VESTBO *et al.*, 2013).

Em 1998, a *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease* (GOLD) foi formada para padronização do grau de severidade da DPOC e para dar maior atenção e respostas à prevenção e gestão dos problemas causados por ela. Por meio desse consenso, foram instituídos 4 graus de severidade do paciente portador da DPOC, levando-se em consideração a espirometria pós-broncodilatador e a relação do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁) com a capacidade vital forçada (CVF), ($VEF_1/CVF < 70\%$). Para ser doença pulmonar obstrutiva e para classificar a gravidade, utiliza-se o valor de VEF₁ previsto, onde: VEF₁ ≥ 80% GOLD I (leve), $80\% > VEF_1 \geq 50\%$ GOLD II (moderado), $50\% > VEF_1 \geq 30\%$ GOLD III (grave), $30\% > VEF_1$ GOLD IV (muito grave), (PAUWELS *et al.*, 2001; VESTBO *et al.*, 2013; VOGELMEIER *et al.*, 2017). Em 2011 foram criadas as graduações (A, B, C, D) visando adicionar ao diagnóstico o histórico de exarcebações e internações (VESTBO *et al.*, 2013; VOGELMEIER *et al.*, 2017). Durante a revisão GOLD 2017, a

classificação (A, B, C, D) foi readequada, adicionando ao diagnóstico o uso dos questionários Modified Medical Research Council (mMRC) ou do Chronic Obstructive Pulmonary Disease Assessment Test (CAT), de forma a agrupar informações sobre os sintomas e riscos de exacerbações do diagnóstico, e classificação de gravidade da doença (VOGELMEIER *et al.*, 2017).

Worth *et al.* (2016), em um estudo com 5.924 pacientes portadores de DPOC, relataram que a dispneia ao esforço é o sintoma mais comum (85,9%) nessa população. E que, com o avanço da idade, a tendência é o aumento do percentual de pacientes com dispneia em repouso e intolerância ao exercício. Para avaliar a dispneia, o mMRC é um questionário que facilmente quantifica os efeitos da falta de ar sobre as atividades físicas e diárias nos pacientes com DPOC, por meio de uma escala de 1 a 5, onde 1 significa que o paciente só sofre falta de ar durante exercícios intensos; e 5 é o paciente que sente tanta falta de ar que não sai mais de casa (CAMARGO & PEREIRA, 2010; YANG, *et al.*, 2015). Kovelis *et al.* (2008) comprovaram que para quantificar os sintomas que a atividade física causa em pacientes com DPOC no Brasil, o uso do mMRC mostrou-se válido e reproduzível. Para a percepção subjetiva do esforço, a Escala Modificada de Borg mostra-se eficiente como ferramenta de coleta, permitindo que o indivíduo classifique durante e após o esforço físico, fatores psicofísicos como falta de ar (BORG, 1982; CAMARGO & PEREIRA, 2010) e dores, indicando o nível de esforço em uma tabela numérica graduada de 0 a 10 (BORG, 1982).

2.2 TECP no cicloergômetro X TECP no degrau

Para a realização dos TECP de forma reproduzível e confiável, é necessária a utilização de ergômetros, podendo ser, dentre outros, a bicicleta e o degrau (NEDER; NERY, 2002). A utilização do cicloergômetro para TECP tem como vantagem a mensuração precisa da relação potência com a demanda metabólica e como desvantagem o desempenho fraco em indivíduos não habituados a pedalar e com dores lombares, de modo que se faz importante a mensuração adequada da altura do selim para melhor adaptação do paciente (NEDER; NERY, 2002).

O uso do degrau como ergômetro em TECP é indicado para avaliar o endurance, entretanto, muitos pacientes abandonam o teste por medo de queda ou limitação ortopédica (NEDER; NERY, 2002), porém esta modalidade de TECP tem a

vantagem de ter baixo custo, fácil aplicabilidade e maior portabilidade (NEDER; NERY, 2002; BRUSTIO, MAGISTRO, LIUBICICH, 2015). Este recurso é válido para avaliar a capacidade funcional de pacientes com DPOC (KARLOH *et al.* 2013), sendo capaz de se levar indivíduos saudáveis ao nível de esforço vigoroso (HANSEN *et al.* 2011), o que indica ser uma alternativa válida para avaliar o $\dot{V}O_2$ inicial e a cinética de absorção de oxigênio ao pico de exercício, comparando-se ao teste com esteira (MÜLLER *et al.* 2015). Testes em degrau com ritmo constante podem ser considerados testes de esforço máximo; e testes curtos, com o ritmo mais elevado, são mais apropriados para avaliar a dessaturação de oxigênio relacionada ao exercício no DPOC (ANDRADE *et al.* 2012).

2.3 Hiperinsuflação pulmonar

2.3.1 Hiperinsuflação pulmonar estática

A hiperinsuflação pulmonar estática, ou o aprisionamento aéreo pulmonar, ocorre devido a alterações das propriedades elásticas do sistema respiratório, provocadas pela redução do recolhimento elástico dos pulmões sem modificação nas propriedades elásticas da parede torácica e consequente aumento do volume pulmonar (DERENNE, FLEURY & PARIENTE, 1988; ROSSI *et al.* 2015). É caracterizada pela redução da CI e pelo aumento na relação da capacidade residual funcional (CRF) com a capacidade pulmonar total (CPT), mesmo em pacientes onde a CPT se apresente normal (DERENNE, FLEURY & PARIENTE, 1988; BARRETO, 2002; O'DONNELL, REVILL, WEBB, 2001).

A hiperinsuflação estática limita fisiologicamente o aumento da HD e está fortemente relacionada com a baixa capacidade ao exercício no DPOC (GUENETTI *et al.*, 2012; KLOOSTER *et al.*, 2015).

2.3.2 Hiperinsuflação pulmonar dinâmica

A expiração passiva pode ser interrompida por outra inspiração antes que a diferença de pressão seja zero, ocorrendo, desta forma, a pressão positiva de final de expiração intrínseca e causando um aumento dinâmico da CRF. Este mecanismo

é denominado de hiperinsuflação dinâmica (BARRETO, 2002; O'DONNELL; REVILL; WEBB, 2001).

Segundo Feltrim *et al.* (2014), a HD ocorrerá quando o paciente adotar um padrão ventilatório com frequência respiratória (f_R) acelerada e baixo volume corrente, o que pode provocar a sensação de dispneia. A HD está relacionada ao aparecimento e aumento da dispneia, o que leva à intolerância ao exercício no paciente com DPOC (KLOOSTER *et al.*, 2015; O'DONNELL, REVILL, WEBB, 2001; SILVA *et al.*, 2015). A relação entre a CI e a CPT por meio da manobra da CI é um parâmetro eficiente para avaliar a HD na população com DPOC (ALBUQUERQUE *et al.*, 2006; CASANOVA *et al.*, 2005; PESSOA *et al.*, 2007). A relação da CI em repouso e durante o exercício fornece informações sobre o potencial ventilatório durante o exercício e, também é capaz de detectar deficiências fisiológicas em pacientes dispneicos que apresentem espirometria quase normal, pois o indivíduo que apresenta uma CI reduzida ao esforço leve, aumenta a probabilidade de ter restrições mecânicas e dinâmicas as quais limitam as adaptações de ventilação necessárias ao aumento da demanda metabólica (GUENETTE *et al.* 2013).

A hiperinsuflação pulmonar dinâmica durante o exercício em pacientes com DPOC causa a retificação do músculo diafragma, dificultando seu trabalho e levando ao quadro de dispneia (SINDERBY *et al.* 2001; SOICHER & DECHMAN, 1998). Em repouso e/ou durante o exercício, o estudo da HD tornou-se de extrema importância para avaliar a eficácia de abordagens terapêuticas no DPOC, demonstrando claramente que está associada à dispnéia e à intolerância ao exercício (GAGNON *et al.* 2014; GUENETTE *et al.* 2013), o que reduz a capacidade do paciente de realizar as atividades de vida diária (AVD) (BERTICI *et al.*, 2013; PESSOA *et al.*, 2007; SIVA *et al.*, 2015).

Pessoa *et al.* (2007) relatam que a realização de AVD com elevação dos membros superiores acarretam o aumento da HD e 10% na redução da AVD, o que pode ser sinal de estágio de exacerbação da doença (BERTICI *et al.*, 2013).

Segundo Silva *et al.* (2015), o uso de técnicas e posturas corporais que economizam energia, podem reduzir a dispneia e aumentar a capacidade dos pacientes realizarem as AVD. De acordo com Soicher & Dechman (1998), o custo energético respiratório no DPOC é de 15 % do $\dot{V}O_2$ e em indivíduos normais, é de 1 a 2 %.

Somfay *et al.* (2001) relatam que o uso de uma fração de 30% de oxigênio em pacientes com DPOC não hipoxêmicos durante o exercício de alta intensidade reduz os efeitos negativos da HD, aumentando a tolerância ao exercício de resistência e corroborando com os resultados de Marchetti *et al.* 2015, que utilizaram fluxo de ar constante em direção à face durante o exercício incremental em cicloergômetro, resultando em melhora de 34% na tolerância ao exercício físico.

2.4 Pressão inspiratória máxima (P_{Imáx})

2.4.1 Pressão inspiratória máxima em repouso

A P_{Imáx} é a composição da pressão gerada pelos músculos inspiratórios com a pressão de recolhimento elástico do pulmão e caixa torácica. É o método mais usado para medir a força inspiratória em pacientes com suspeita de fraqueza ventilatória (CARUSO *et al.* 2015; SOUZA, 2002). A determinação da P_{Imáx} é importante para o diagnóstico de fraqueza muscular inspiratória que pode ocorrer em doenças pulmonares, cardíacas ou neuromusculares (CARUSO *et al.* 2015). Entre as principais indicações para avaliar as pressões máximas respiratórias estão a dispneia e a hiperinsuflação no DPOC (RODRIGUES & BÁRBARA, 2000).

Segundo Neder; Izbicki e Nery (2006), a redução da força muscular respiratória tem como consequência o início precoce da dispneia levando a uma falência ventilatória hipercápnica. Para medir a P_{Imáx}, há a necessidade de que o paciente entenda como será realizada a manobra, para que realmente seja realizado o esforço inspiratório máximo (VALE & VALÉRIO, 2015), sendo a posição sentada a mais indicada para uma adequada medição (RODRIGUES & BÁRBARA, 2000). A P_{Imáx} pode ser medida a partir da CRF ou a partir do volume residual (VR), mas por critérios de melhor reprodutibilidade o valor a partir do VR é o mais indicado para testes clínicos (VALE & VALÉRIO, 2015).

2.4.2 Pressão inspiratória pós-exercício

A fadiga muscular respiratória pode ocorrer durante exercícios em indivíduos saudáveis e DPOC (FITTING, 1991). Ozkaplan *et al.* (2005) observaram que após exercício exaustivo em cicloergômetro incremental, com indivíduos moderadamente

treinados, houve redução da P_{lmáx}, perdurando até 15 minutos, e sem diferença estatística entre homens e mulheres. A força muscular respiratória reduz após o exercício incremental em indivíduos treinados (corredores e ciclistas), sendo fator limitador para a tolerância ao exercício em alguns indivíduos (QUESLATI *et al.*, 2018). Este fato pode estar relacionado ao baixo rendimento no esforço físico por causa do desvio de fluxo sanguíneo que iria para os membros efetores do exercício, com o objetivo de priorizar o aporte sanguíneo dos músculos respiratórios (KATAYAMA & AMANN, 2012; DEMPSEY *et al.*, 2006). O treinamento dos músculos respiratórios pode aumentar a tolerância ao exercício (KATAYAMA & AMANN, 2012; QUESLATI *et al.*, 2018).

Quanto maior a gravidade do DPOC, menor será a P_{lmáx} pós-exercício, sendo a HD um fator que reduz a capacidade do diafragma em exercer força para uma P_{lmáx} satisfatória (KABITZ *et al.*, 2007). Canto *et al.* (2012) relatam que a adição de tiotropiun ao formoterol no paciente DPOC melhora a P_{lmáx} pós-exercício, e acelera a recuperação. Wanke *et al.*, (1994) observaram que o treinamento em que se utiliza somente o cicloergômetro melhora a tolerância ao exercício, mas não melhora a P_{lmáx}, já o treinamento dos músculos inspiratórios melhora tanto a tolerância ao exercício quanto a resistência e a força inspiratória.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O presente estudo teve como objetivo geral analisar a força muscular inspiratória pós-exercício e a hiperinsuflação dinâmica entre cicloergômetro e teste de degrau no DPOC.

3.2 Objetivos específicos

1. Investigar se há diferença quanto a intensidade na hiperinsuflação dinâmica, entre os TECP incremental em cicloergômetro e degrau.
2. Analisar a variação pré e pós-exercício em cicloergômetro e degrau, entre CI e PImáx.
3. Comparar a PImáx pós-exercício entre os TECP incremental em cicloergômetro e degrau.

4. HIPÓTESES

1. O TECP incremental em degrau provoca maior Δ CI comparado ao TECP incremental em cicloergômetro.
2. Há relação positiva entre Δ PImáx e Δ CI.
3. Há maior fadiga respiratória pelo teste de degrau após o exercício.

5. CASUÍSTICA E MÉTODOS

5.1 Delineamento do estudo e local da pesquisa

Este é um estudo quantitativo, avaliativo e transversal, que foi realizado no Laboratório de Fisiopatologia Respiratória (LAFIR) do Serviço de Pneumologia e Medicina Respiratória (SPMR) do Hospital Universitário Maria Aparecida Pedrossian (HUMAP) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), no município de Campo Grande/MS. Os pacientes foram devidamente esclarecidos sobre todos os testes a serem realizados e, após assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), foi iniciada a pesquisa.

Após assinarem o TCLE, os sujeitos responderam ao questionário mMRC e realizaram a espirometria, pré e pós-broncodilatador (Salbutamol 400mcg). Foi realizado o treinamento para o aprendizado da manobra da P_{Imáx}. Todos foram orientados sobre como os TECP seriam realizados, bem como foram esclarecidos de como responder a escala de Borg adaptada 0-10. Após, realizaram o teste de familiarização com a bicicleta ergométrica, marca Jaeger (Ergoline ER900®, Alemanha, 2004).

Cada paciente realizou uma vez o TECP no degrau e no cicloergômetro, respeitando a sequência estabelecida por sorteio. A sequência dos TECP respeitou o tempo mínimo de 24 horas de descanso e tempo máximo de 1 semana entre os TECP. O sorteio foi realizado durante a segunda visita, onde eram colocados em um saco de material não transparente, 1 papel escrito bicicleta e outro escrito degrau, então o paciente retirava 1 papel para saber qual seria o primeiro TECP a ser realizado. O desenho do projeto está demonstrado na figura 1.

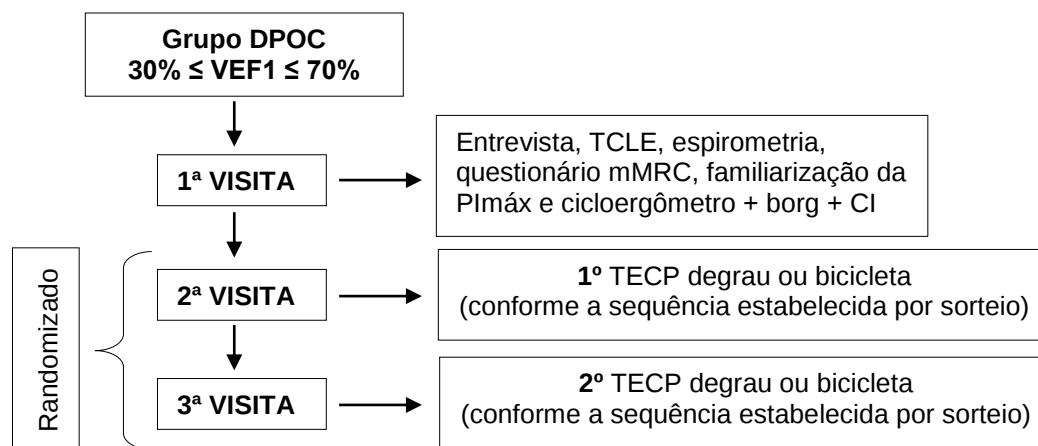


Figura 1: Desenho do projeto.

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2 Participantes da pesquisa e aspectos éticos

Para esta pesquisa foram recrutados indivíduos de ambos os sexos, por amostra não probabilística por julgamento, que cumpriram os critérios de inclusão explicados a seguir.

Todos os indivíduos eram pacientes com diagnóstico confirmado de DPOC, por ficha específica do ambulatório e exames, onde contém os critérios para o diagnóstico de acordo com a GOLD, com o cognitivo capaz de entender a dinâmica dos testes, responder aos formulários mMRC e a escala de Borg. Foram incluídos nesta pesquisa homens e mulheres na faixa etária entre 40 e 77 anos, em tratamento medicamentoso regular para DPOC, que apresentaram à espirometria $30\% \leq VEF_1 \leq 70\%$ predito; sem restrições aos protocolos TECP; com ausência de exacerbação nas últimas 4 semanas, que aceitaram responder ao questionário mMRC, responder a escala Borg e assinaram o TCLE, de acordo com a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Pacientes com hipertensão arterial sistêmica (HAS) leve controlada, exceto quando em uso de betabloqueador, foram incluídos.

Foram excluídos da pesquisa os pacientes portadores de doença cardiovascular isquêmica e doença isquêmica periférica; hipertensão arterial pulmonar ou sistêmica grave e incontrolável; diabetes *mellitus*; hipo ou hipertireoidismo; doença reumática, neurológica e asma; pacientes que apresentaram dificuldade na comunicação verbal, distúrbios mentais ou deficiência física que inviabilizasse a elaboração dos testes; pacientes que pertenciam a qualquer etnia indígena, bem como aqueles que não concordaram em participar da pesquisa.

Este projeto foi elaborado conforme a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde que determina as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. Foi encaminhado ao Comitê de Ética de Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), e está aprovado sob o número 58734016.2.0000.0021. O parecer consubstanciado encontra-se no anexo 1 deste trabalho.

Depois de sua leitura e esclarecimento acerca de possíveis dúvidas, cada voluntário recebeu o termo de consentimento livre e esclarecido assinado pelo voluntário e pelo pesquisador. Ao voluntário foi entregue uma cópia assinada pelo

pesquisador e somente após a assinatura, a pesquisa foi iniciada.

5.3 INSTRUMENTOS/PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS

5.3.1 Espirometria

Para a realização da espirometria e do teste broncodilatador, foi utilizado o sistema metabólico modelo Vmax 229 (Vyasis, EUA). Os testes foram realizados conforme as Diretrizes para Testes de Função Pulmonar (DTFP) da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. O paciente foi instruído a iniciar o teste realizando um sopro com a maior força possível sem hesitar, ultrapassando 10 segundos de manobra expiratória forçada. A curva volume/tempo e a curva fluxo/volume foram visualizadas em tempo real. Encerrou-se a espirometria quando foram alcançadas 3 curvas com valores aceitáveis, sendo 2 curvas reprodutivas, de acordo com os critérios de qualidade e de reprodutibilidade publicados nas DTFP. Foi escolhido o maior volume CVF em volume (litro) e o maior valor VEF₁ dentre as curvas aceitáveis. Os valores de CVF e VEF₁ não poderiam diferir mais que 150 ml e o VEF₁ não poderia variar mais que 10% entre as curvas aceitáveis.

O teste broncodilatador foi realizado aplicando via oral 400 mcg de salbutamol *spray* utilizando uma câmara de expansão. O paciente foi instruído a realizar uma inspiração máxima para a inalação do broncodilatador a partir do volume residual, mantendo o pulmão insuflado por 10 segundos. Foram realizadas 4 manobras contendo 100 mcg de salbutamol cada.

5.3.2 Teste de difusão por respiração única do monóxido de carbono

O teste de difusão foi realizado conforme as DTFP, em sistema de respiração única por sustentação em 10 segundos, utilizando o aparelho COSMED, (Roma, Itália, 2010) com clip nasal. Durante o teste, os pacientes ficaram sentados e, após o treinamento da manobra, foram incentivados a fazer três a cinco respirações de volume corrente, respirando através de pneumotacógrafo apropriado e com o uso do filtro biológico. Para a coleta da difusão, todos foram incentivados a exalar todo ar dos pulmões e, imediatamente (quando então era aberta a válvula automaticamente), realizar uma inspiração máxima (em menos de 4 segundos), sustentando esta inspiração por exatamente 10 segundos (sinalizados por sinal visual e sonoro no computador). É importante frisar que foram obtidas como média

os dois melhores testes, sendo feitos intervalos de 30 minutos entre as aferições de modo que não representassem risco de intoxicação pelo agente, procedimento atestado pelo fabricante e pela literatura (NEDER; NERY, 2002; BRUSASCO; CRAPO; VIEGI, 2005). Os resultados foram corrigidos para o nível de Hb, porém, sem ajuste para nível de carboxihemoglobina e expressos em porcentagem do previsto para população brasileira (NEDER; ANDREONI; PERES, 1999).

5.3.3 Protocolo para o TECP em cicloergômetro

O TECP em cicloergômetro foi realizado conforme os critérios e protocolos indicados nas DTFP, em sistema metabólico modelo Vmax 229 (Vyasis, EUA), com a calibração dos gases e do sensor de fluxo de massa realizados antes de cada teste. O sensor de fluxo foi calibrado com uma seringa de 3 litros e para a calibração dos gases, foram utilizados gases de precisão (Gases Gama, São Paulo, Brasil) com referência em 26% de oxigênio equilibrado com nitrogênio, 16% de oxigênio e 4% de dióxido de carbono equilibrado com nitrogênio. O sensor de fluxo de massa usado foi o (Viasys, Yorba Linda, CA), utilizando-se uma válvula bidirecional de baixo espaço morto (39 ml) e de baixa resistência ($<1.5 \text{ cmH}_2\text{O/L/s}$ à 12 L s^{-1}), conectada a uma máscara facial (Hans Rudolph, Kansas City, MO., EUA). Todo o sistema estava conectado através da interface analógico-digital a um computador integrado com software (Vyasis, Yorba Linda, CA).

Durante todo o TECP, os pacientes foram monitorados continuamente por meio de um ECG de 12 derivações (Cardiosoft, SensorMedics, Yorba Linda, CA), e o sistema conectado ao cicloergômetro modelo Vsprint 200 (Viasys, Yorba Linda, CA, 2011), de frenagem eletromagnética, com carga e protocolo gerados no programa referido. A calibragem da bicicleta foi realizada antes de cada teste conforme protocolos do fabricante, além da calibragem biológica a cada três meses.

O protocolo de TECP foi realizado de forma incremental em cicloergômetro e, a cada 2 minutos durante a realização do TECP, foi realizada a manobra da capacidade inspiratória, a aferição da pressão arterial sistêmica e a aplicação da escala de Borg para o cansaço respiratório e para o cansaço nos membros inferiores.

Inicialmente, o paciente permaneceu sentado no cicloergômetro por dois minutos sem realizar exercício, a fim de se coletar as medidas basais. Em seguida,

como aquecimento e para se adaptar ao cicloergômetro, o paciente iniciou o TECP, pedalando um minuto a uma ciclagem aproximada de 50 ciclos/minutos com o incremento de 10 watts. Após 1 minuto, foi adicionado o incremento de 5 Watts por minuto para pacientes com $VEF_1 \leq 1$ litro, e 10 Watts por minuto para pacientes com $VEF_1 > 1$ litro, mantendo-se a ciclagem de 50 ciclos/minutos aproximadamente.

O TECP foi mantido até o limite de tolerância do paciente, ou até quando este não conseguiu manter a velocidade de ciclagem > 40 ciclos/minutos por mais que 10 segundos; ou, ainda, até o examinador interromper o teste devido a complicações. Após a interrupção do TECP, como descanso ativo, o paciente pedalou um minuto a 10 watts para recuperação.

5.3.4 Protocolo para o TECP em degrau

O TECP em degrau foi realizado utilizando um protocolo próprio, baseado no artigo de Simone Dal Corso e colaboradores, 2013 (CORSO *et al.*, 2013); e a técnica para coletar as variáveis cardiopulmonares foi exatamente igual ao TECP no cicloergômetro.

Foi utilizado um degrau confeccionado em madeira, com piso antiderrapante, sem apoios para os membros superiores, com área superior de 60 cm² e altura de 20 cm. O protocolo do TECP foi realizado de forma incremental em degrau, utilizando-se um metrônomo para impor o ritmo desejado para a realização dos passos durante o exercício, considerando-se como 1 passo, uma subida e descida com os dois membros inferiores. A cada 2 minutos de realização do TECP, foi realizada a manobra da capacidade inspiratória. A aferição da pressão arterial sistêmica e a aplicação da escala de Borg foram realizadas somente antes e ao final do TECP.

Inicialmente o paciente permaneceu em posição ortostática em frente do degrau por dois minutos sem realizar exercício; em seguida, como aquecimento e para se adaptar ao degrau, o paciente realizou 1 minuto do exercício, realizando marcha estática com elevação do pé a 20 cm do solo, sem subida e descida em degrau, ao ritmo de 10 passos por minuto. Após o aquecimento, foi iniciado o período de exercício com ritmo inicial de 10 passos por minuto, e a cada 1 minuto foram acrescentados 2 passos. O TECP foi mantido até o limite de tolerância do paciente, ou até quando o paciente não conseguiu manter o ritmo de passos

indicado pelo metrônomo por mais que 10 segundos, ou ainda até o examinador interromper o teste devido a complicações. Após a interrupção do TECP, o paciente realizou mais 1 minuto de marcha estática com elevação do pé a 20 cm do solo, sem subida e descida no degrau, ao ritmo de 10 passos por minuto, como descanso ativo para a recuperação. Os dois testes estão representados na Figura 2.

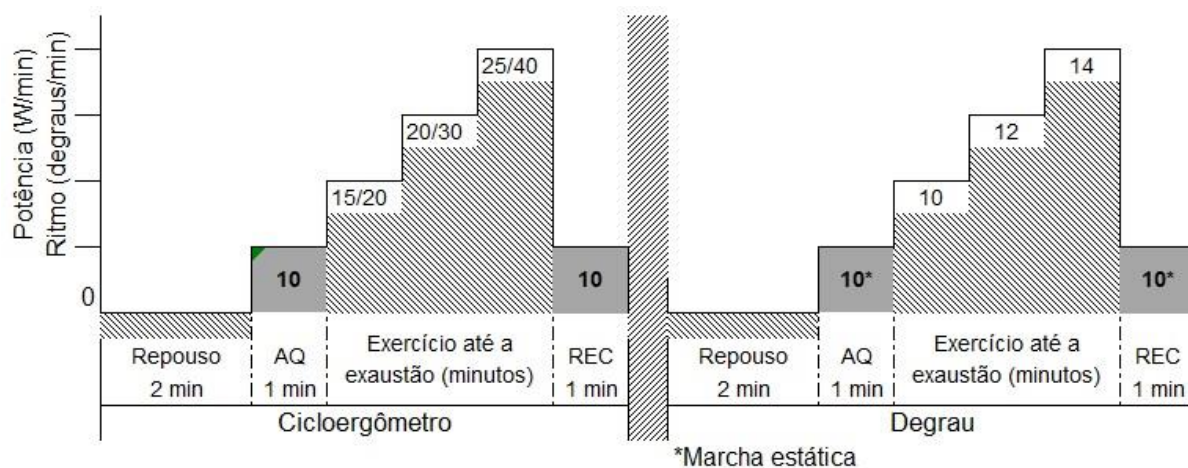


Figura 2: Exemplo da execução e incremento de carga no teste de cicloergômetro e no teste em degrau, considerando um paciente que realizou 3 minutos de exercício. Abreviações: AQ: aquecimento; REC: recuperação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.3.5 Avaliação da hiperinsuflação dinâmica (manobras de CI)

As manobras foram realizadas por um único avaliador previamente treinado, e o coeficiente de repetibilidade foi realizado conforme o artigo de Lahaije e colaboradores, 2013. O coeficiente de repetibilidade alcançado foi de 264 ml ou 11.9% para o teste no cicloergômetro e para o teste no degrau a repetibilidade foi de 209 ml ou 10.1%. Para a avaliação da hiperinsuflação dinâmica, foi aferido o volume corrente e realizada a manobra de CI durante o período de repouso (pré-teste), e a cada 2 minutos durante a realização do teste. Ao final do TECP, nos 10 segundos finais, a manobra de CI foi colhida novamente, sendo esta última considerada para o cálculo da HD de pico.

Para a coleta da CI em repouso, foram realizadas 3 manobras e utilizadas como CI de repouso a maior manobra aceitável. Após 3 ciclos ventilatórios basais, foi utilizado o comando verbal “ao final, enche o peito”, para que, ao final da expiração padrão, o paciente se esforçasse para inspirar o maior volume de ar possível sem hesitar.

Para a realização da manobra de CI durante o TECP, foi utilizado ao final de 3 ciclos ventilatórios, o comando verbal “ao final, enche o peito”, para que ao final da expiração padrão, o paciente se esforçasse para inspirar o maior volume de ar possível sem hesitar. O comando verbal era dado 30 segundos antes do próximo incremento de carga. Durante o TECP no degrau, foi estabelecido como padrão que todas as manobras de CI durante o exercício fossem realizadas sobre o degrau.

5.3.6 Avaliação da P_{Imáx}

As manobras para a coleta da P_{Imáx} foram realizadas por um único avaliador previamente treinado, com o paciente sentado, utilizando clip nasal e seus pés apoiados no chão. Utilizou-se um manovacuometro marca/modelo (MVD-300 V.1.1 Microhard Sistema, Globalmed, Porto Alegre, Brasil) com um adaptador de bucais, contendo um orifício de 2 mm de diâmetro de vazão do fluxo de ar. A manobra foi realizada a partir do volume residual pulmonar, seguido de uma inspiração profunda mantida por 2 segundos. Para valores de normalidades, foi considerada a equação proposta por Neder *et al.* 1999. Para o cálculo do coeficiente de repetibilidade, foi utilizada a metodologia descrita no artigo de Lahaije e colaboradores, 2013. O coeficiente de repetibilidade alcançado foi de 11.3 cmH₂O ou 11.8% para o teste no cicloergômetro e, para o teste no degrau a repetibilidade foi de 8.8 cmH₂O ou 9.9%.

Durante a primeira visita, os pacientes foram esclarecidos sobre o modo de avaliação da P_{Imáx}, bem como foi realizado um treinamento com várias coletas da P_{Imáx} até a correta realização e a obtenção de 3 manobras aceitáveis com duas diferindo menos que 10%. A P_{Imáx} pré-teste (P_{Imáx} repouso) foi coletada antes do início de cada TECP com o paciente em repouso. Foram realizadas 5 manobras, obtendo-se, pelo menos 2 manobras com diferença menor que 10% entre elas, e a de maior valor foi utilizada para análise. A P_{Imáx} pós-teste foi coletada com a realização de uma manobra, 3, 4, 5, 6 e 7 minutos após o término do TECP, respeitando-se o descanso de 1 minuto entre cada manobra.

5.4. Tratamento dos dados coletados

5.4.1 Análise dos dados coletados

Todos os dados coletados foram agrupados em uma planilha Excel®. Para as variáveis dos TECP, foram utilizados intervalos médios de 10 segundos. As variáveis de repouso durante os TECP foram coletadas utilizando-se a média dos 20 segundos finais do período de repouso, sendo guiados pela variável $\dot{V}_{O_2}$ e evitando-se intervalos de tempo que envolvessem manobras de CI. As variáveis de pico também foram guiadas pelo $\dot{V}_{O_2}$, considerando-se a média de 10 segundos do maior $\dot{V}_{O_2}$ nos últimos 30 segundos da fase de exercício, evitando-se intervalos de tempo que envolvessem manobras de CI. Esta diferença de método para a tabulação das variáveis de repouso (20") e de pico (10") foi necessária para evitar os intervalos de tempo em que foram coletadas as manobras de CI pico, por interferirem diretamente no volume minuto ($\dot{V}_E$). Todas as outras variáveis durante os TECP foram coletadas considerando o momento do $\dot{V}_{O_2}$.

5.4.2 Análise estatística

No presente estudo foram selecionados 31 pacientes e cada paciente realizou uma vez os dois TECP propostos. Os dados foram descritos como média $\pm$ desvio padrão. As variáveis entre os TECP foram analisadas quanto à normalidade da distribuição pelo teste Shapiro-Wilk e analisadas por Teste t-Student pareado. Os valores que não formaram uma amostra normal foram analisados pelo Teste Wilcoxon Signed Rank Test. Os gráficos foram construídos a partir do programa GraphPad Prisma 6.0, sendo considerada diferença significativa um $p \leq 0.05$. A correlação de Pearson foi utilizada para investigar a correlação linear entre Δ CI e CI% previsto, e Δ PImáx e PImáx % previsto nas modalidades. Para analisar a PImáx pós-exercício, foi utilizado o ANOVA de duas vias com medidas repetidas. Para as correlações entre Δ PImáx e Δ CI usou-se o coeficiente de correlação de Spearman.

6. RESULTADOS

Foram avaliados 31 pacientes, 22 homens e 9 mulheres, a média de idade foi de 62.5 ± 7.6 anos, o IMC médio foi de 25.5 ± 5.0 Kg/m² e o escore mMRC médio foi de 2.6 ± 0.9 . Não houve diferença estatística entre as medidas de CI basal entre os testes ($p=332$) e nas medidas da PImáx basal entre os testes ($p=731$). As características basais dos participantes estão descritas na tabela 1.

Tabela 1. *Características basais dos participantes. (n=31)*

Variáveis	Valores
Antropométricas e demográficas	
Idade, anos	62.5 ± 7.6
Gênero M/F, n	22/9
Peso, Kg	67.7 ± 17.0
Altura, cm	162.3 ± 7.9
IMC, Kg/m ²	25.5 ± 5.0
Carga Tabágica, maços/anos	50.4 ± 27.8
GOLD II, n	9
GOLD III, n	18
GOLD IV, n	4
mMRC, escore	2.6 ± 0.9
DIN, (Preensão Palmar) KgF	36.4 ± 8.3
Função Pulmonar	
VEF ₁ , L	1.3 ± 0.4
VEF ₁ , % previsto	43.5 ± 12.0
CVF, L	3.1 ± 0.7
CVF, % previsto	84.4 ± 18.3
VEF ₁ /CVF, %	42.1 ± 11.5
VEF ₂₅₋₇₅ %	0.4 ± 0.3
CI, L (cicloergômetro)	2.4 ± 0.5
CI, L (degrau)	2.3 ± 0.5
D _L CO, mL/min/mmHg	13.8 ± 5.1
D _L CO % previsto	55.7 ± 21.7
D _L CO/VA	3.0 ± 1.1
D _L CO/VA % previsto	65.3 ± 25.5
PImáx, cmH ₂ O (cicloergômetro)	92.8 ± 23.2
PImáx, % previsto (cicloergômetro)	96.3 ± 23.9
PImáx, cmH ₂ O (degrau)	91.8 ± 23.5
PImáx, % previsto (degrau)	95.3 ± 23.9
PEmáx, cmH ₂ O	119.8 ± 38.8
PEmáx % previsto	112.2 ± 31.0

Abreviações: IMC: índice de massa corpórea; DIN: dinamometria; CI: capacidade inspiratória; mMRC: modified medical research council; GOLD: global initiative for lung disease; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF: capacidade vital forçada; FEF 25-75%: fluxo expiratório forçado a 25-75% do volume pulmonar; D_LCO: capacidade de difusão do monóxido de carbono; DLCO/VA: capacidade de difusão do monóxido de carbono dividida por volume alveolar; PImáx: pressão inspiratória máxima; PEmáx: pressão expiratória máxima. Valores expressos em média e desvio padrão.

As variáveis fisiológicas de pico do exercício selecionadas no cicloergômetro e no degrau estão descritas na tabela 2. O tempo de exercício foi significativamente menor no degrau ($p < 0.0001$). No pico do exercício o $\dot{V}_{O_2}$ % previsto e o P_{ETCO_2} foram significativamente menores no cicloergômetro ($p < 0.05$). As variáveis $\dot{V}_E$, $\dot{V}_E/V_{VM}$, CI e volume corrente foram menores no degrau ($p < 0.05$), assim como o P_{ETO_2} ($p < 0.0001$) e as variáveis ($\dot{V}_E/\dot{V}_{O_2}$, SpO_2 e o quociente respiratório) foram menores no degrau ($p < 0.001$).

Tabela 2. Variáveis selecionadas no pico do exercício comparando o teste incremental no cicloergômetro com o teste incremental no degrau.

Variáveis	Cicloergômetro	Degrau	p
Carga de trabalho, watts	53.3 ± 30.6	-	-
Carga de trabalho, % previsto	48.5 ± 25.4	-	-
Nº. degraus total	-	87.8 ± 56.8	-
Ritmo de degraus, degraus/min	-	20.5 ± 5.1	-
Tempo de exercício, segundos	476.6 ± 123.4	347.5 ± 156.0	<0.0001
$\dot{V}_{O_2}$, L/min ⁻¹	1.25 ± 0.40	1.31 ± 0.44	0.076
$\dot{V}_{O_2}$, % previsto	83.99 ± 18.76	87.36 ± 18.51	0.037
$\dot{V}_{CO_2}$, L/min ⁻¹	1.27 ± 0.46	1.24 ± 0.49	0.343
$\dot{V}_E$, L/min ⁻¹	41.3 ± 12.4	38.8 ± 11.5	0.023
$\dot{V}_E/V_{VM}$, %	0.896 ± 0.18	0.843 ± 0.17	0.028
$\dot{V}_E/\dot{V}_{O_2}$	34.3 ± 6.4	30.5 ± 5.1	<0.001
$\dot{V}_E/\dot{V}_{CO_2}$	33.94 ± 5.9	32.97 ± 6.7	0.082
$\dot{V}_C$, litros	1.28 ± 0.40	1.19 ± 0.37	0.015
QR	1.02 ± 0.11	0.94 ± 0.09	<0.001
P_{ETO_2} , mmHg	101.6 ± 6.1	98.0 ± 6.7	<0.0001
P_{ETCO_2} , mmHg	38.5 ± 5.7	39.7 ± 6.1	0.026
O ₂ -pulso, mL/bat	9.5 ± 3.2	10.0 ± 3.5	0.094
CI repouso, litros	2.39 ± 0.53	2.32 ± 0.51	0.332
CI pico, litros	1.75 ± 0.49	1.66 ± 0.44	0.019
Δ CI, mL	-644.2 ± 342.2	-671.4 ± 398.7	0.280
Reserva cronotrópica, bpm-1	24.6 ± 20.3	23.9 ± 19.4	0.405
Reserva cronotrópica, %	15.42 ± 12.7	15.13 ± 12.5	0.462
SpO ₂ , %	90.4 ± 6.0	88.0 ± 5.7	<0.001
Escore Borg, dispneia	8.4 ± 2.1	7.5 ± 2.5	0.086
Escore Borg, desconforto pernas	8.6 ± 1.7	8.1 ± 2.1	0.113

Abreviações: $\dot{V}_{O_2}$: consumo de oxigênio; $\dot{V}_{CO_2}$: produção de dióxido de carbono; $\dot{V}_E$: volume minuto; $\dot{V}_E/V_{VM}$: reserva ventilatória; $\dot{V}_E/\dot{V}_{O_2}$: relação entre volume minuto por consumo de oxigênio; $\dot{V}_E/\dot{V}_{CO_2}$: relação entre volume minuto por produção de dióxido de carbono; $\dot{V}_C$: volume corrente; QR: quociente respiratório; P_{ETO_2} : pressão expirada de oxigênio; P_{ETCO_2} : pressão expirada de dióxido de carbono; CI: capacidade inspiratória; SpO₂: saturação periférica de oxigênio. Valores expressos em média e desvio padrão.

A representação do Δ CI relacionado com a CI % prevista dos indivíduos nos TECP, tanto no cicloergômetro quanto no degrau, encontra-se na Figura 3A e 3B respectivamente. Observa-se que os indivíduos que hiperinsuflaram acima de 1000ml em ambos os TECP possuíam mais que 91% da CI % do previsto, e nos 2

TECP somente 5 indivíduos hiperinsuflaram acima de 1000ml. Na Figura 3C e 3D encontra-se a representação do Δ Plmáx relacionado com a Plmáx prevista no TECP no cicloergômetro e no degrau, respectivamente. Observa-se que a fadiga muscular inspiratória ocorreu em 13 indivíduos no TECP no cicloergômetro e em 14 indivíduos no TECP no degrau. Entretanto, 7 indivíduos aumentaram a Plmáx pós-exercício no cicloergômetro, e somente 4 apresentaram maior Plmáx pós-exercício no degrau.

A correlação de Pearson (" r " e " p " descritos sobre o eixo x de cada figura), indicou fraca correlação linear para as variáveis representadas na figura 3A e 3C, moderada correlação linear para as variáveis representadas na figura 3B e ausência de correlação linear para as variáveis da figura 3D.

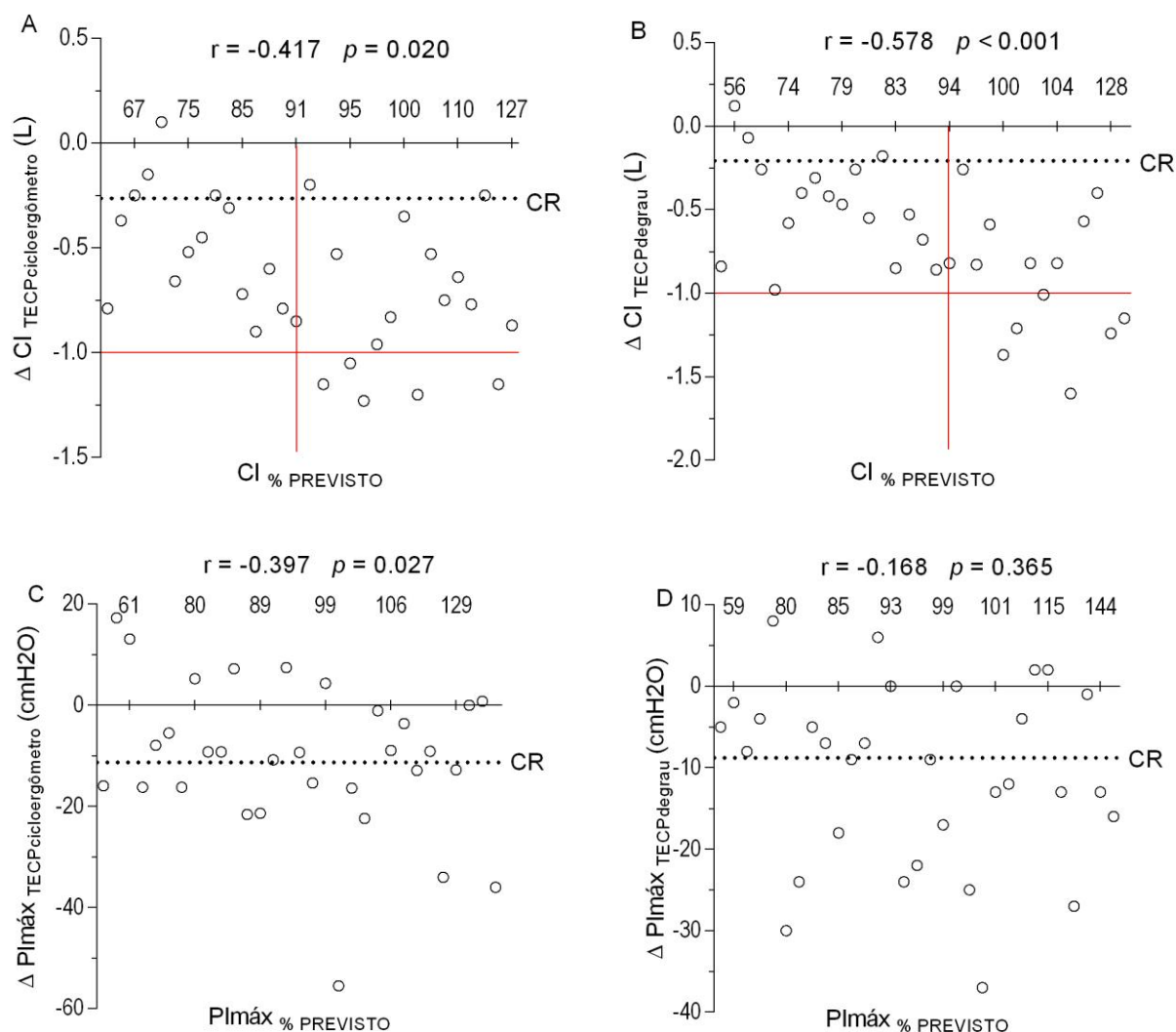


Figura 3: Valores do Δ CI no cicloergômetro (A), Δ CI no degrau (B), relacionados com a CI prevista; Δ Plmáx no cicloergômetro (C), Δ Plmáx no degrau (D), relacionados com a Plmáx prevista. Abreviações: TECP: teste de esforço cardiopulmonar, CI: capacidade inspiratória, Δ : diferença entre valores basais e valores de pico, Plmáx: pressão inspiratória máxima, CR: coeficiente de repetibilidade, r: correlação de Pearson.

O coeficiente de repetibilidade para CI foi de 11.9% ou 264ml (degrau) e 10.1% ou 209ml (cicloergômetro) e para Plmáx foi de 9.9% ou 8.8 cmH₂O (degrau) e 11.8% ou 11.3 cmH₂O (cicloergômetro). Os cortes são representados pelas linhas pontilhadas.

A Figura 4A, mostra a distribuição quanto a concordância entre o Δ CI % do basal no TECP no degrau (eixo y) com o Δ CI % do basal no TECP no cicloergômetro (eixo x), demonstrando concordância para variação de CI entre as duas modalidades. A Figura 4B, mostra a distribuição quanto a concordância entre o Δ P_{lmáx} % do basal no TECP no degrau (eixo y) com o Δ P_{lmáx} % do basal no TECP no cicloergômetro (eixo x), evidenciando discordância entre as duas modalidades quando o objetivo for avaliar a P_{lmáx} pós-exercício.

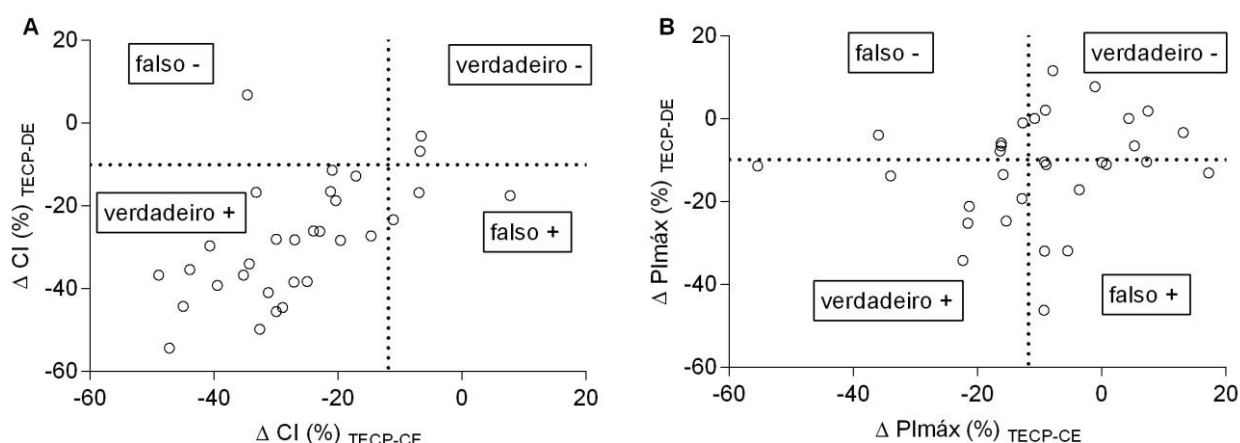


Figura 4A: Distribuição entre os TECP-DE com TECP-CE para hiperinsuflação pulmonar, o ponto de corte utilizado para redução da CI, foi o coeficiente de repetibilidade (CR) de 11.9% ou 264ml (degrau) e 10.1% ou 209ml (cicloergômetro).

Figura 4B: Distribuição entre os TECP-DE com TECP-CE para fraqueza inspiratória pós-exercício, o ponto de corte utilizado para redução da P_{lmáx}, foi o coeficiente de repetibilidade (CR) de 9.9% ou 8.8 cmH₂O (degrau) e 11.8% ou 11.3 cmH₂O (cicloergômetro). Os cortes são representados pelas linhas pontilhadas. Abreviações: Abreviações: CE: cicloergômetro, DE: degrau, TECP-CE: teste de esforço cardiopulmonar no cicloergômetro, TECP-DE: teste de esforço cardiopulmonar no degrau, CI: capacidade inspiratória.

Na figura 5A (Bland-Altman), está representada o Δ CI no cicloergômetro menos o Δ CI no degrau como % da média da CI repouso (eixo y), pela média dos Δ CI (cicloergômetro e degrau) porcentagem da CI de repouso (eixo x), e na Figura 5B (Bland-Altman), está representada o Δ P_{lmáx} no cicloergômetro menos o Δ P_{lmáx} no degrau como % da média da P_{lmáx} de repouso (eixo y) pela média dos Δ P_{lmáx} (cicloergômetro e degrau) porcentagem da P_{lmáx} de repouso (eixo x). Não há heterocedasticidade para CI e para P_{lmáx}, porém houve maior precisão para avaliar a CI entre as modalidades. Os intervalos de confiança de 95% para CI (figura 5A) são -23.09% e 26.36% e para P_{lmáx} (figura 5B) são -32.94% e 36.42%.

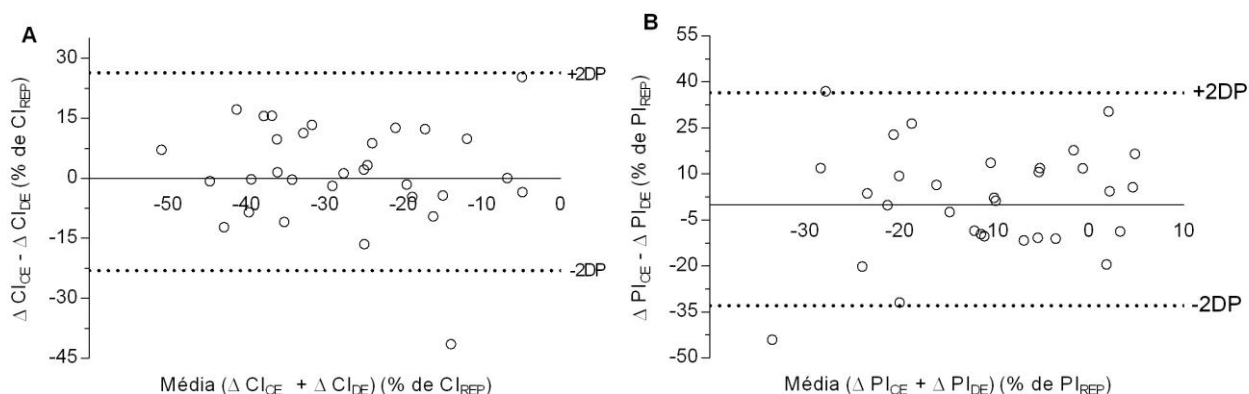


Figura 5A: Representação Bland-Altman de $\Delta Cl_{CE} - \Delta Cl_{DE}$ (% de Cl_{REP}) por Média ($\Delta Cl_{CE} + \Delta Cl_{DE}$) (% de Cl_{REP}).

Figura 5B: Representação Bland-Altman de $\Delta Pl_{CE} - \Delta Pl_{DE}$ (% de Pl_{REP}) por Média ($\Delta Pl_{CE} + \Delta Pl_{DE}$) (% de Pl_{REP}). Abreviações: CE: cicloergômetro, DE: degrau, CI: capacidade inspiratória, REP: repouso, DP: desvio padrão, PI: Plmáx.

A figura 6 representa, através de ANOVA de 2 vias com medidas repetidas, a Plmáx repouso (eixo y) pelo tempo pós-exercício. Houve redução significativa na pressão inspiratória pós-exercício em ambos os testes, sem diferença entre as modalidades ($p < 0.0001$); houve evolução similar dos níveis de Plmáx do 3º ao 7º minuto entre os testes, e, mesmo aos 7 minutos de repouso, os níveis de força muscular inspiratória não voltaram a níveis de repouso.

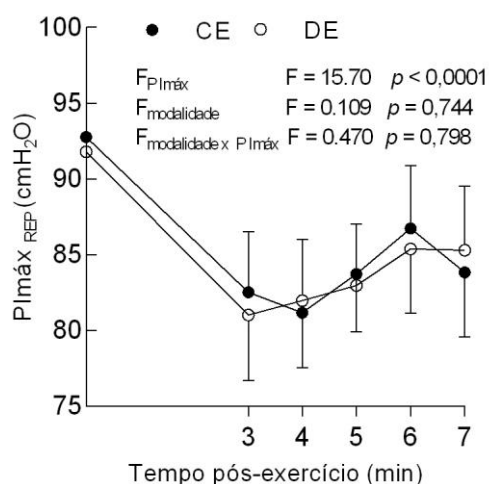


Figura 6: Representação da Plmáx repouso pelo tempo pós-exercício entre as modalidades de TECP. Abreviações: CE: cicloergômetro, DE: degrau, REP: repouso.

A figura 7 representa a correlação entre CI e P_{Imáx} no TECP em cicloergômetro, ($\rho = -0.105$, $p=0.572$) (figura 7A) e no TECP em degrau, ($\rho = -0.098$, $p=0.550$) (figura 7B). Ambas não apresentaram significância estatística, demonstrando que não houve influência da HD na fadiga muscular pós-exercício.

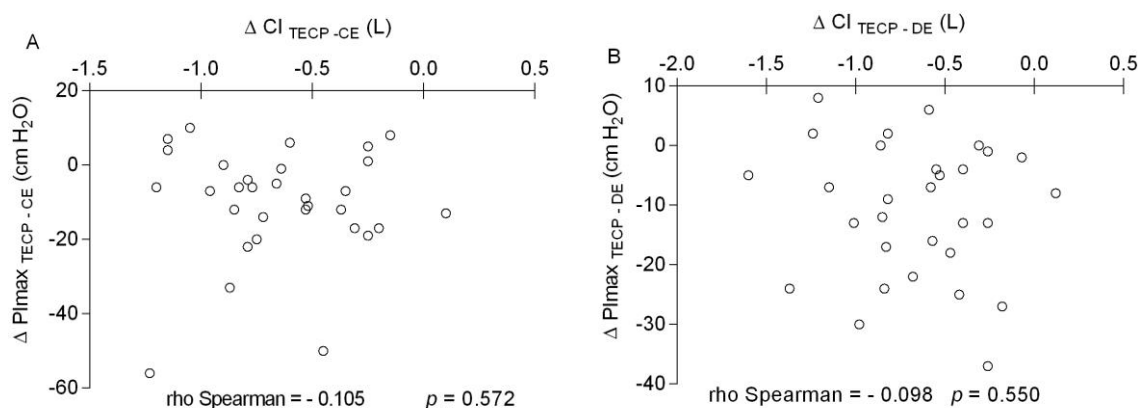


Figura 7A: Correlação de Spearman entre $\Delta CI_{TECP-CE}$ e o $\Delta P_{Imáx_{TECP-CE}}$.

Figura 7B: Correlação de Spearman entre $\Delta CI_{TECP-DE}$ e o $\Delta P_{Imáx_{TECP-DE}}$. Abreviações: CE: cicloergômetro, DE: degrau, CI: capacidade inspiratória.

7. DISCUSSÃO

O presente estudo demonstrou que o TECP incremental (TECPI) no cicloergômetro e o TECPI no degrau são capazes de levar o indivíduo com DPOC a níveis de exaustão, com respostas cardiorrespiratórias e metabólicas máximas. Mas, provavelmente devido à carga no degrau já iniciar em nível mais difícil do que no cicloergômetro, e considerando o peso corporal, a força gravitacional, a maior demanda de contrações de músculos posturais e o uso de contrações musculares excêntricas em membros inferiores, o TECPI no degrau leva menos tempo para gerar maiores níveis de ($\dot{V}O_2$, % previsto) e maior queda na SpO_2 do que no cicloergômetro, confirmando que o TECPI no degrau é um teste viável para ser utilizado na avaliação da progressão da doença, da intolerância ao exercício e das restrições respiratórias no paciente com DPOC (CORSO *et al.*, 2013; KARLOH *et al.*, 2013; PERRAULT *et al.*, 2009). O teste de degrau também pode ser utilizado com cadência contínua para avaliar a capacidade de exercício e o consumo máximo de $\dot{V}O_2$ em indivíduos saudáveis (MULLER *et al.*, 2015), principalmente para indivíduos baixos, obesos e/ou descondicionados (HANSEN *et al.*, 2011).

Não foram encontrados, na literatura, estudos comparando a hiperinsuflação dinâmica entre os TECPI no cicloergômetro e o TECPI no degrau. A avaliação da capacidade inspiratória prevista é indicada como ferramenta para avaliar a gravidade e a tolerância ao exercício no paciente com DPOC (FREITAS; PEREIRA; VIEGAS, 2007; GAGNON *et al.*, 2014; O'DONNELL; REVILL; WEBB, 2001), mostrando que a hiperinsuflação estática varia inversamente com a hiperinsuflação dinâmica e que, quanto maior for a hiperinsuflação estática, maior será a intolerância ao exercício (O'DONNELL; REVILL; WEBB, 2001).

Neste estudo, tanto o TECPI em cicloergômetro quanto o TECPI no degrau, se mostraram concordantes para avaliar a hiperinsuflação dinâmica. Porém, o degrau foi capaz de provocar maior hiperinsuflação dinâmica em menor tempo de exercício comparado com o cicloergômetro. Provavelmente, isto ocorreu porque a carga imposta no TECPI no degrau é maior desde o início do exercício (ANDRADE *et al.*, 2012), bem como porque o protocolo utilizado neste trabalho para o TECPI no degrau não permitiu que os membros superiores fossem apoiados, ficando livres ao lado do corpo, participando assim, da dinâmica do exercício e provavelmente, auxiliando no equilíbrio durante o teste, podendo ter contribuído para uma maior

queda da CI e consequente aumento da HD (PORTO *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2015).

Este estudo demonstrou uma relação positiva entre a capacidade inspiratória prevista e o Δ CI em ambos os testes. Os indivíduos com menor CI prevista foram aqueles que tiveram menos hiperinsuflação dinâmica. Provavelmente isto ocorreu devido à gravidade da hiperinsuflação estática apresentada nesses indivíduos, não possibilitando maior aprisionamento de ar nos pulmões, pois em pacientes classificados como DPOC grave, a hiperinsuflação estática pode fisiologicamente limitar o aumento da hiperinsuflação dinâmica (GUENETTI *et al.*, 2012). Corroborando com o estudo de Klooster *et al.* (2015), que descreve a relação negativa entre a hiperinsuflação estática e a hiperinsuflação dinâmica, a hiperinsuflação estática parece ser um melhor preditor para a baixa capacidade ao exercício no DPOC grave, podendo ser uma possível causa da diferença do tempo de exercício entre os testes.

Para analisar o intervalo de confiança do Δ CI (figura 5A) e do Δ PImáx (figura 5B) entre o TECPI no cicloergômetro e no degrau, foi realizada a estatística e a representação Bland-Altman. Não houve heterocedasticidade para ambos, porém, este método demonstrou maior precisão para avaliar a CI se comparado a PImáx pós-exercício, e maior erro padrão para a PImáx pós-exercício. E por meio do método de Correlação de Spearman não foi observado correlação entre Δ CI e Δ PImáx pós-exercício em ambos os TECP. Na verdade, poderia haver correlação na relação entre hiperinsuflação estática antes do exercício e a queda da PImáx pós-exercício. Provavelmente os resultados encontrados pelo método Bland-Altman e pela Correlação de Spearman, sejam justificados pela alta capacidade de recuperação dos músculos inspiratórios (KABITZ *et al.*, 2008), e a possível redução da HD durante os 3 minutos entre o pico do exercício e a 1ª medida de PImáx pós-exercício. O fato da PImáx ter sido medida por meio de um manovacuômetro utilizado via oral, no momento que os pacientes ainda estavam dispnéicos e com possível confusão mental, pode não ter possibilitado o devido esforço inspiratório, e por se tratar de um teste volitivo, isto pode ter influenciado diretamente no resultado final.

Infelizmente, não há na literatura publicações que comparem a PImáx pós-exercício entre os TECPI no cicloergômetro e no degrau. Ao se analisar a redução da PImáx pós-exercício entre os testes realizados, foi observado que os resultados

se mostram discordantes entre as modalidades. Isso provavelmente deve estar relacionado com o gesto de movimento envolvendo diferentes posturas corporais e cargas de trabalho diferentes entre as modalidades.

Ao se analisar a relação do Δ PImáx (PImáx coletada aos 3 minutos pós-pico e PImáx de repouso) pelo PImáx previsto entre os TECPI no cicloergômetro e no degrau, este estudo demonstrou que 13 indivíduos tiveram fadiga muscular inspiratória pós-exercício no cicloergômetro e 14 no degrau. Entretanto, analisando as 5 medidas de PImáx pós-exercício, não houve diferença estatística para a recuperação da força muscular inspiratória entre o 3º e o 7º minuto pós-exercício, assim como, aos 7 minutos do pico de exercício os níveis de força muscular inspiratória não retornaram a níveis basais em ambos os testes, apesar do teste no degrau ter provocado maior HD durante o pico do exercício. Talvez esses achados tenham grande contribuição para que o tempo de exercício no degrau tenha sido significativamente menor, pois, de acordo com a revisão sistemática de Fitting (1991), exercícios máximos provocam fadiga nos músculos respiratórios, causando severa limitação ao exercício no paciente com DPOC. Contudo, o estudo de Hayot *et al.*, (1998), relata que a hiperinsuflação estática predominante no DPOC foi o principal fator que afetou a força muscular inspiratória, levando o paciente a adotar a estratégia respiratória caracterizada pelo aumento da relação Ti/T_{tot} .

O fato dos dois TECPI terem provocado HD (apesar do degrau ter provocado maior HD em menor tempo de exercício) justifica a fadiga inspiratória em ambos os testes, pois o aumento da HD gera maior resistência contra os músculos inspiratórios, provocando maior esforço destes (O'DONNELL; REVILL; WEBB, 2001). A HD mais severa nos TECPI no degrau poderia ter induzido maior fadiga muscular diafragmática por posicionar suas fibras mais horizontalizadas, reduzindo sua capacidade de gerar força satisfatória, mudando suas propriedades de tensão-comprimento e reduzindo a zona de aposição da porção costal do diafragma com a caixa torácica (CANTO *et al.*, 2012; SOICHER & DECHMAN, 1998), fato que não foi observado neste estudo.

Entretanto, Kabitzi *et al.* (2008), em um estudo com indivíduos saudáveis e treinados, utilizando o cicloergômetro em 3 séries de exercício intercaladas e monitorando a força do músculo diafragma por meio de uma sonda transesofágica, relata que o músculo diafragma tem a capacidade de se recuperar em poucos segundos, evoluindo de níveis cansados para níveis muito acima de sua linha de

base; além disso, o organismo através de respostas fisiológicas, protege o diafragma da fadiga, redirecionando fluxo sanguíneo e portanto, limitando a capacidade de exercício com a fadiga dos músculos esqueléticos, pois ele identificou que quando o indivíduo interrompia o teste, apesar de acusar níveis máximos na escala Borg o diafragma não demonstrava sinais de fadiga. Esta resistência ao exercício, também pode ser justificada pelo estudo de Meznaric & Cvetko (2016), que após realizarem biópsia no diafragma de 16 cadáveres, relataram que há maior concentração de fibras de contração lenta e resistentes a fadiga na estrutura do músculo diafragma.

Canto *et al.* (2012), relatam que o uso do tiotrópio associado ao formoterol aumenta a força dos músculos inspiratórios, pré e pós-exercício no paciente DPOC; entretanto, é improvável que uma diferença na utilização de associação tiotrópio formoterol em alguns indivíduos, em dias diferentes de testes, seja a explicação para a ausência de diferença na P_{lmáx} entre as modalidades, uma vez que o uso dos medicamentos habituais eram sistematicamente conferidos no início de cada visita.

7.1 Limitações do estudo

Como fator limitante deste estudo, cita-se o fato da maior parte da amostra ser do sexo masculino (71%). Por questões hormonais, essa diferença pode interferir no rendimento dos testes utilizados, e o baixo nível de entendimento dos pacientes avaliados pode ter dificultado o entendimento da execução dos testes volitivos no momento da exaustão.

8. CONCLUSÃO

Conclui-se que o TECP no degrau, comparado ao TECP no cicloergômetro, provoca maior HD em menor tempo de exercício no indivíduo com DPOC.

Além disso, conclui-se que não há relação positiva entre ΔCI e ΔP_{Imax} nas modalidades estudadas.

Conclui-se ainda que a fadiga inspiratória pós-exercício é similar entre as modalidades, assim como o tempo de recuperação dos músculos inspiratórios.

Observou-se também que, para avaliar a hiperinsuflação dinâmica no paciente com DPOC, tanto o TECP no cicloergômetro quanto o TECP no degrau podem ser utilizados.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. L. P.; NERY, L. E.; VILLAÇA, D. S.; MACHADO, T. Y. S.; OLIVEIRA, C. C.; PAES, A. T.; NEDER, J. A. Inspiratory fraction and exercise impairment in COPD patients GOLD stages II–III. **European Respiratory Journal**, v. 28, n. 5, p. 939-944, 2006.

AMERICAN THORACIC SOCIETY; AMERICAN COLLEGE OF CHEST PHYSICIANS. Statement on cardiopulmonary exercise testing. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, vol. 167, n. 2, p. 211–277, 2003.

ANDRADE, C. H. S.; CAMARGO, A. A.; CASTRO, B. P.; MALAGUTI, C.; CORSO, S. D. Comparison of cardiopulmonary responses during 2 incremental step tests in subjects with COPD. **Respiratory Care**, v.57, n.11, p. 1920-1926, 2012.

ANDRADE, C. H. S.; CIANCI, R. G.; MALAGUTI, C.; CORSO, S. O uso de testes do degrau para a avaliação da capacidade de exercício em pacientes com doenças pulmonares crônicas. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 38, n. 1, p. 116-124, 2012.

BARRETO, S. S. M. Volumes pulmonares. Diretrizes para testes de função pulmonar. **Jornal de Pneumologia**, v.28, n.3, p. 85-88, 2002.

BERTICI, N.; MLADINESCU, O. F.; OANCEA, C.; TUDORACHE, V. The usefulness of pedometry in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Multidisciplinary Respiratory Medicine Journal**, v. 8, n. 7, p. 1-4, 2013.

BOREL, B.; PROVENCHER, S.; SAEY, D.; MALTAIS, F. Responsiveness of various exercise-testing protocols to therapeutic interventions in COPD. **Pulmonary Medicine**, v. 2013, p. 1-11, 2013.

BORG, G. A. V. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 14, n. 5, p. 377-381, 1982.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Doenças respiratórias crônicas**. – Brasília: Ministério da Saúde, 2010.

BRUSASCO, V.; CRAPO, R.; VIEGI, G. Standardisation of the single-breath determination of carbon monoxide uptake in the lung. **European Respiratory Journal**, v. 26, n. 4, p. 720-735, 2005.

BRUSTIO, P. R.; MAGISTRO, D.; LIUBICICH, M. E. Changes in temporal parameters during performance of the Step Test in older adults. **Gait & Posture**, v. 41, n. 1, p. 217-221, 2015.

CAMARGO, L. A. C. R.; PEREIRA, C. A.C. Dispneia: Além da escala *modified Medical Research Council*. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 36, n. 5, p. 571-578, 2010.

CANTO, N. D.; RIBEIRO, J. P.; NEDER, J. A.; CHIAPPA, G. R. Addition of tiotropium to formoterol improves inspiratory muscle strength after exercise in COPD.

Respiratory Medicine, v. 106, n. 10, p. 1404-1412, 2012.

CARUSO, P.; ALBUQUERQUE, A. L. P.; SANTANA, P. V.; CARDENAS, L. Z.; FERREIRA, J. G.; PRINA, E.; TREVIZAN, P. F.; LAMONTI V.; PLETSCH, R.; MACCHIONE, M. C.; CARVALHO, C. R. R. Métodos diagnósticos para avaliação da força muscular inspiratória e expiratória. **Jornal de Pneumologia**, v.41, n.2, p. 110-123, 2015.

CASANOVA, C.; COTE, C.; Juan P. de TORRES, J. P.; JAIME, A. A.; MARIN, J. M.; PLATA, V. P.; CELLI, B. R. Inspiratory to total lung capacity ratio predicts mortality in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **American Journal Respiratory Critical Care Medicine**, v.171, n. 6, p. 591–597, 2005.

CELLI, B. R.; DECRAMER, M.; WEDZICHA, J. A.; WILSON, K. C.; AUGUSTÍ, A.; CRINER, G. J.; MACNEE, W.; MAKE, B. J.; RENNARD, S. I.; STOKLEY, R. A.; VOGELMEIER, C.; ANZUETO, A.; AU, D. H.; BARNES, P. J.; BURGEL, P. R.; CALVERLEY, P. M.; CASANOVA, C.; CLINI, E. M.; COOPER, C. B.; COXSON, H. O.; DUSSER, D. J.; FABBRI, L. M.; FAHY, B.; FERGUSON, G. T.; FISHER, A.; FLETCHER, M. J.; HAYOT, M.; HURST, J. R.; JONES, P. W.; MAHLER, D. A.; MALTAIS, F.; MANNINO, D. M.; MARTINEZ, F. J.; MIRAVITLLES, M.; MEEK, P. M.; PAPI, A.; RABE, K. F.; ROCHE, N.; SCIURBA, F. C.; SETHI, S.; SIAFAKAS, N.; SIN, D. D.; SORIANO, J. B.; STOLLER, J. K.; TASHKIN, D. P.; TROOSTERS, T.; VERLEDEN, G. M.; VERSCHAKELLEN, J.; VESTBO, J.; WALSH, J. W.; WASHKO, G. R.; WISE, R. A.; WOUTERS, E. F.M.; ZUWALLACK, R. L. An official American thoracic society/European respiratory society statement: research questions in COPD. **American Journal Respiratory Critical Care Medicine**, v.191, n. 7, p. e4-e27, 2015.

CORSO, S. D.; CAMARGO, A. A.; IZBICK, M.; MALAGUTI, C.; NERY, L. E. A symptom-limited incremental step test determines maximum physiological responses in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Respiratory Medicine**, v. 107, n. 12, p. 1993-1993, 2013.

DEMPSEY, J. A.; ROMER, L.; RODMAN, J.; MILLER, J.; SMITH, C. Consequences of exercise-induced respiratory muscle work. **Respiratory Physiology & Neurobiology**, v. 151, n. 2-3, p. 242-250, 2006.

DERENNE, J. P., FLEURY, B., PARIENTE, R. Acute respiratory failure of chronic obstructive pulmonary disease. **The American Review of Respiratory Disease**. v. 138, n. 4, p. 1006-1033, 1988.

FELTRIM, M. I. Z. Exercícios respiratórios terapêuticos. In: BRITTO, R. R.; BRANT, T. C.; PARREIRA, V. F. **Recursos manuais e instrumentais em fisioterapia respiratória**, 2.ed. rev. ampl. Barueri,SP: Manole, 2014, p. 242.

FITTING, J. W. Respiratory muscle fatigue limiting physical exercise? **European Respiratory Journal**, v. 4, n. 1, p. 103-104, 1991.

FREITAS, C. G.; PEREIRA, C. A. C.; VIEGAS, C. A. A. Capacidade inspiratória ao exercício, e preditores de gravidade prognóstico, em doença pulmonar obstrutiva crônica. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 33, n. 4. p. 389-396, 2007.

GAGNON, F.; GUENETTE, J. A.; LANGER, D.; LAVIOLETTE, L.; MAINGUY, V.; MALTAIS, F.; RIBEIRO, F.; DIDIER, S. Pathogenesis of hyperinflation in chronic obstructive pulmonary disease. **International Journal of COPD**, v. 9, n. 1, p. 187-201, 2014.

GUENETTE, J. A.; CHIN, R. C.; CORY, J. M.; WEBB, K. A.; O'DONNELL, D. E. Inspiratory capacity during exercise: Measurement, analysis, and interpretation. **Pulmonary Medicine**, v. 2013, article ID 956081, p. 1-13, 2013.

GUENETTI, J. A.; WEBB, K. A.; O'DONNELL, D. E. Does dynamic hyperinflation contribute to dyspnea during exercise in patients with COPD? **European Respiratory Journal**. v. 40, n. 2, p. 322-329, 2012.

HANSEN, D.; JACOBS, N.; BEX, S.; D'HAENE, G.; DENDALE, P.; CLAES, N. Are fixed-rate step tests medically safe for assessing physical fitness? **European Journal of Applied Physiology**, v.111, n. 10, p. 2593-2599, 2011.

HAYOT, M.; PERRIGAULT, P. F.; DECHAUD, V. G.; CAPDEVILA, X. EMILI, J. M.; PREFAUT, C. H.; RAMONATXO, M. Tension-time index of ispniratory muscles in COPD patients: role of airway obstruction. **Respiratory Medicine**, v. 92, n. 6, p. 828-835, 1998.

KABITZ, H. J.; WALKER, D.; SONNTAG, F.; WALTERSPACHER, S.; KIRCHBERGER, A.; BURGARDT, V.; ROECKER, K.; WINDISCH, W. Post-exercise diafrgm shielding: A novel approach to exercise-induced diaphragmatic fatigue. **Respiratory Physiology & Neurobiology**, v. 162, n. 3, p. 230-237, 2008.

KABITZ, H. J.; WALTERSPACHER, S.; WALKER, D.; WINDISCH, W. Inspiratory muscle strength in chronic obstructive pulmonary disease depending on disease severity. **Clinical Science**, v. 113, n. 5, p. 243-249, 2007.

KARLOH, M.; CORRÊA, K. S.; MARTINS, L. Q.; ARAÚJO, C. L. P.; MATTE, D. L.; MAYER, A. F. Teste step Chester: avaliação da capacidade funcional e magnitude da resposta cardiorrespiratória em pacientes com DPOC e indivíduos saudáveis. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. v. 17, n. 3, p. 227-235, 2013.

KATAYAMA, K.; AMANN, M. Respiratory muscle fatigue modulates the circulatory response to exercise. **Journal Physical and Sports**, v. 1, n. 3, p. 523-530, 2012.

KLOOSTER, K.; HACKEN, N. H. T. T.; HARTMAN, J. E.; SCIURBA, F. C.; KERSTJENS, H. A. M.; SLEBOS, D. J. Determining the role of dynamic hyperinflation in patients with severe chronic obstructive pulmonare disease. **Respiration**, v. 90, n. 4, p. 306-313, 2015.

KORŠIĆ, M.; KUŠEC, V. Serum leptin and skeletal differences between obese and non-obese patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Obesity Facts**, v. 7, n. 6, p. 399-407, 2014.

KOVELIS, D.; SEGRETTO, N. O.; PROBST, V.S.; LAREAU, S. C.; BRUNETTO, A. F.; PITTA, F. Validação do Modified Pulmonary Functional Status and Dyspnea Questionnaire e da escala do Medical Research Council para o uso em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica no Brasil. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 34, n. 12, p. 1008-1018, 2008.

LAHAJE, A. J. M. C.; WILLEMS, L. M.; HEES, H. W. H. V.; DEKHUIJZEN, P. N. R.; HELVOORT, A. C. V.; HEIJDR, Y. F. Diagnostic accuracy of metronome-paced tachypnea to detect dynamic hyperinflation. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 33, n. 1, p. 62-69, 2013.

LANGER, D.; PROBST, V. S.; PITTA, F.; BURTIN, C.; HENDRIKS, E.; SCHANS, C. P. V. D.; PATERSON, W. J.; DEWIJK, M. C. E.V.; STRAVER, R. M. V.; KLAASSEN, M.; TROOSTER, T.; DECRAMER, M.; NINANE, V.; DELGUSTE, P.; MURIS, J.; GOSSELINK, R. Guia para prática clínica: fisioterapia em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (COPD) - portuguese version. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 13, n. 3, p. 183-204, 2009.

MARCHETTI, N.; LAMMI, M. R.; TRAVALLINE, J. M.; CICCOCLELLA, D.; CIVIC, B.; CRINER, G. J. Air Current Applied to the face improves exercise performance in patients with COPD. **Lung**, v. 193, n. 5, p. 725-731, 2015.

MEZNARIC, M.; CVETKO, E.; Size and proportions of slow-twitch and fast-twitch muscle fibers in human costal diaphragm. **BioMed Research International**, v. 2016, n. 2016, p. 1-6, 2016.

NEDER, J. A.; ANDREONI, S.; LERARIO, M. C.; NERY, L. E. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 32, n. 6, p. 719-727, 1999.

NEDER, J. A.; ANDREONI, S.; PERES, C. Reference values for lung function tests. III. Carbon monoxide diffusing capacity (transfer factor). **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 32, n. 6, p. 729-737, 1999.

NEDER, J. A.; IZBICKI, M.; NERY, L. E. Testes de função pulmonar. In: NERY, L. E.; FERNANDES, A. L. G.; PERFEITO, J. A. J. **Guia de pneumologia**, 1ª ed. Barueri, SP: Manole, 2006. p. 34.

NEDER, J. A.; NERY, L. E. **Fisiologia clínica do exercício, teoria e prática**. 1ª ed. São Paulo: Artes Médicas, 2002.

NEDER, J. A.; NERY, L. E. Teste de Exercício Cardiopulmonar. Diretrizes para Testes de Função Pulmonar. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia **Jornal de Pneumologia**, v. 3, n. 28, p. 166- 202, 2002.

O'DONNELL, D. E.; REVILL, S.M.; WEBB, K.A. Dynamic hyperinflation and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease. **American Journal Respiratory Critical Care Medicine**, v.164, n. 5, p. 770-777, 2001.

OZKAPLAN, A.; RHODES, E. C.; SHEEL, A. W.; TAUTON, J. E. A comparison of inspiratory muscle fatigue following maximal exercise in moderately trained males and females. **European Journal Applied Physiology**, v. 95, n. 1, p. 52-56, 2005.

PAUWELS, R.A.; BUIST, A. S.; CALVERLEY, P. M. A.; JENKINS, C. R.; HURD, S. S. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. NHLBI/WHO Global initiative for chronic obstructive lung disease (GOLD) workshop summary. **American Journal Respiratory Critical Care Medicine**, v.163, n. 5, p. 1256-1276, 2001.

PESSOA, I. M. B. S.; PARREIRA, V. F.; LORENZO, V. A. P.; REIS, M. A. S.; COSTA, D. Análise da hiperinsuflação pulmonar dinâmica (HD) após atividade de vida diária em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11, n. 6, p. 469-474, 2007.

PERRAULT, H.; BARLL, J.; HENOPHY, S.; RYCROFT, A.; BOURBEAU, J.; MALTAIS, F. Paced-walk and step tests to assess exertional dyspnea in COPD. **Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease**. v. 6, n. 5, p. 330-339, 2009.

PORTO, E. F.; CASTRO, A. A. M.; VELLOSO, M.; NASCIMENTO, O.; MASO, F. D.; JARDIM, J. R. Exercises using the upper limbs hyperinflate COPD patients more than exercises using the lower limbs at the same metabolic demand. **Monaldi Archives Chest Disease**, v. 71, n. 1, p. 21-26, 2009.

QUESLATI, F.; BERRIRI, A.; BOONE, J.; AHMAIDI, S. Respiratory muscle strength is decreased after maximal incremental exercise in trained runners and cyclists. **Respiratory Physiology & Neurology**, v. 248. n. 4, p. 25-30, 2018.

ROBRIGUES, F.; BÁRBARA, C. Maximal respiratory pressures Proposition for a protocol of assessment. **Revista Portuguesa de Pneumologia**, v. 4, n. 4, p. 297-307, 2000.

ROSSI, A.; AISANOV, Z.; AVDEEV, S.; MARIA, G. D.; DONNER, C. F.; IZQUIERDO, J. L.; ROCHE, N.; SIMILOWSKI, T.; WATZ, H.; WORTH, H.; MIRAVITLLES, M. Mechanisms, assessment and therapeutic implications of lung hyperinflation in COPD. **Respiratory Medicine**, v. 109, n. 7, p. 785-802, 2015.

SILVA, S. S.; NOGUEIRA, F. R.; PORTO, E. F.; GAZZOTTI, M. R.; NASCIMENTO, O. A.; CAMELIER, A.; JARDIM, J. R. Dynamic hyperinflation during activities of daily living in COPD patients. **Chronic Respiratory Disease**, v. 12, n. 3, p. 189-196, 2015.

SINDERBY, C.; SPAHIJA, J.; BECK, J.; KAMINSKI, D.; YAN, S.; COMTOIS, N.; SLIWINSKI, P. Diaphragm activation during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 163, n. 7, p. 1637-1641, 2001.

SOMFAY, A.; PORZASZ, J.; LEE, S. M.; CASABURI, R. Dose-response effect of oxygen on hyperinflation and exercise endurance in nonhypoxaemic COPD patients. **European Respiratory Journal**, v. 18, n. 1, p. 77-84, 2001.

SOICHER, J.; DECHMAN, G.; Inspiratory muscle function in chronic obstructive pulmonary disease (COPD), **Physical Therapy Reviews**, v. 3, n. 1, p. 31-39, 1998.

SOUZA, R. B. Pressões respiratórias estáticas máximas. Diretrizes para testes de função pulmonar. **Jornal de Pneumologia**, v.28, n.3, p. 155-165, 2002.

TARANTINO, A. B. **Doenças pulmonares**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

VALE, L. A. P. A.; VALÉRIO, N. Instrumentos de avaliação respiratória. In: SARMENTO, G. J. V. **O ABC da fisioterapia respiratória**. 2.ed. Barueri, SP: Manole, 2015. p. 38-39.

VESTBO, J.; HURD, S. S.; AGUSTÍ, A. G.; JONES, P. W.; VOGELMEIER, C.; ANZUETO, A.; BARNES, P. J.; FABBRI, L. M.; MARTINEZ, F. J.; NISHIMURA, M.; STOCKLEY, R. A.; SIN, D. D.; ROISIN, R. R. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 187, n. 4, p. 347-365, 2013.

VOGELMEIER, C. F.; CRINER, G. J.; MARTINEZ, F. J.; ANZUETO, A.; BARNES, P. J.; BOURBEAU, J.; CELLI, B.R.; CHEN, R.; DECRAMER, M. FABRI, L. M.; FRITH, P.; HALPIN, D.M.G.; VARELA, M. V. L.; NISHIMURA, M.; ROCHE, N.; ROISIN, R. R.; SIN, D. D.; SINGH, D.; STOCKLEY, R.; VESTBO, J.; WEDZICHA, J. A.; AGUSTI, A. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive lung disease 2017 Report: GOLD executive summary. **Respirology**, v. 22, n. 6, p. 575-601, 2017.

WANKE, T.; FORMANEK, D.; LAHRMANN, H.; BRATH, H.; WILD, M.; WAGNER, C.; ZWICK, H. Effects of combined inspiratory muscle and cycle ergometer training on exercise performance in patients with COPD. **European Respiratory Journal**, v. 7, n. 12, p. 2205-2211, 1994.

WORTH, H.; BUHL, R.; CRIÉE, C.P.; KARDOS, P.; MAILANDER, C.; VOGELMEIER, C. The 'real-life' COPD patient in Germany: The DACCORD study. **Journal Respiratory Medicine**, v. 111, n. 10, 2016.

YANG, I.; DABSCHECK, E.; GEORGR, J.; JENKINS, S.; MCDONALD, C.; MACDONALD, V.; SMITH, B.; ZWAR, N. The COPD-X Plan: Australian and New Zealand guidelines for the management of chronic obstructive pulmonary disease, v. 2.42, 2015.

APÊNDICE 1. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado a participar em uma pesquisa. Você precisa decidir se quer participar ou não. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte ao responsável pelo estudo qualquer dúvida que você tiver. Este estudo está sendo conduzido pelo pesquisador Tiago Rodrigues de Lemos Augusto e pelo Prof. Dr. Paulo de Tarso Guerrero Müller. A finalidade deste estudo é comparar a hiperinsuflação dinâmica entre os testes de esforço cardiopulmonar (TECP) incremental em cicloergômetro e o teste de degrau, e qual a alteração ocorrerá na força muscular inspiratória após esses TECP. Farão parte desse estudo somente pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC).

O requisito para participar deste estudo é ser portador da DPOC, não poderão participar do estudo pacientes sem capacidade de realizar espirometria (exame do “sopro”), que tenham doença cardíaca, brônquios dilatados, doenças reumáticas, deformidades físicas que impedem exercícios físicos ou outros critérios que não atendam aos critérios do pesquisador. Você precisa estar estável de sua doença por pelo menos 4 semanas, e será convidado a interromper o broncodilatador de longa ação (formoterol) por 12 horas antes dos testes e o anti-colinérgicos (spiriva, tiotropium) por 24 horas antes dos testes. Normalmente este tempo de suspensão não acarreta problemas, e tão logo acabe o teste, poderá fazer uso dos mesmos. Caso precise usar o medicamento por falta de ar ou outro sintoma, você deverá usá-lo e comunicar o responsável pela pesquisa no telefone abaixo descrito.

Você será convidado a participar deste estudo e a realizar 1 entrevista (com perguntas sobre o tempo que você fumou e sobre o quanto sente falta de ar, além das medicações que você faz uso) e 5 exames: **(i)** uma espirometria, (que os portadores de DPOC já estão habituados a fazer de rotina), **(ii)** um ecocardiograma (para analisar se há alguma alteração cardíaca que impossibilite os TECP), **(iii)** um teste de exercício em bicicleta até o limite de suas possibilidades (o exercício pode ser interrompido a qualquer momento, mas idealmente você deverá ir até o máximo que puder), **(iv)** um teste de exercício em degrau até o limite de suas possibilidades (o exercício pode ser interrompido a qualquer momento, mas idealmente você deverá ir até o máximo que puder), **(v)** mensuração da força muscular inspiratória, avaliação da força dos músculos responsáveis pela inspiração. As respostas da entrevista devem ser completas para que a avaliação seja conduzida o mais corretamente possível.

Todos esses procedimentos serão realizados no Hospital Universitário Maria Aparecida Pedrossian NHU/UFMS.

Assinatura / Voluntário

Voluntário: _____ Data: _____

Telefones: _____ / _____

Endereço: _____

Assinatura / Pesquisador

_____ Data: _____

Tiago Rodrigues de Lemos Augusto

Os exames envolvem certos riscos e eventos que são próprios dos testes de esforços, como dor e cansaço. Durante os testes de exercícios poderão ocorrer crises de broncoespasmo (chiado) com falta de ar, taquicardia (aceleração do pulso), elevação extrema da pressão arterial ou alterações do ritmo cardíaco que serão detectados pelo eletrocardiograma e exame clínico. Qualquer alteração que o médico julgue de risco levará à interrupção imediata dos testes, e, sendo necessário, serão aplicados medicamentos como inalação, medicamentos para normalizar o ritmo cardíaco por via venosa para o tratamento de eventual complicação. Poderá ocorrer em casos extremos até mesmo parada cardíaca, sendo este evento muito difícil de ocorrer.

No caso de uma complicação mais grave, o setor dispõe de todos os recursos de tratamento (com todos os recursos de reanimação, como mesa de reanimação, desfibrilador, medicamentos para seu pulmão e coração), além de equipe altamente qualificada. Em caso de necessitar de internação, numa eventualidade de emergência, o atendimento será no Hospital Universitário que dispõe de pronto socorro a menos de 200 metros, com maqueiros para transporte e remoção adequados e as despesas ocorrerão dentro do sistema SUS, ao qual é vinculado o Hospital Universitário.

Entre os benefícios de participar deste estudo, estão a possibilidade de realizar um teste para verificar sua capacidade pulmonar e cardíaca, doença nas coronárias, se seu pulmão reage bem ou mal durante o esforço e poderá contribuir para a melhora da sua qualidade de vida. Além disso, poderá conhecer sua capacidade de exercício em bicicleta e em subir e descer degraus, um fato que tem importância para diagnosticar pressão elevada nas artérias do pulmão, por exemplo. Você será notificado dos aspectos mais importantes do estudo após sua conclusão e poderá inteirar-se do estado geral de sua saúde respiratória durante o exame.

Os dados coletados serão registrados em planilha sendo sigilosos e somente os pesquisadores poderão acessar seus resultados, sendo seu nome e identidade mantidos em sigilo. Os dados serão guardados por 5 anos e após, incinerados. A menos que requerido por lei, somente o pesquisador (seu médico ou outro profissional) da equipe do estudo, Comitê de Ética independente e inspetores de agências regulamentadoras do governo (quando necessário) terão acesso a suas informações para verificar as informações do estudo. Se você concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. Você será comunicado do surgimento de informações significativas sobre o assunto da pesquisa.

Assinatura / Voluntário

Voluntário: _____ Data: _____

Telefones: _____ / _____

Endereço: _____

Assinatura / Pesquisador

Tiago Rodrigues de Lemos Augusto

Data: _____

Você será informado periodicamente de qualquer nova informação que possa modificar a sua vontade em continuar participando do estudo. Para perguntas ou problemas referentes ao estudo ligue para **Tiago Rodrigues de Lemos Augusto** / fisioterapeuta, telefone celular XXXXXXXXXX ou **Paulo de Tarso Guerrero Müller** / médico, telefone celular XXXXXXXXXX.

Para perguntas sobre seus direitos como participante no estudo chame o **Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS**, no telefone **(067) 33457187**. Sua participação no estudo é voluntária. Você pode escolher não fazer parte do estudo, ou pode desistir a qualquer momento. Você não perderá qualquer benefício ao qual você tem direito, mesmo se for excluído por não alcançar alguma meta do estudo, ou seja, você tem garantida a continuidade do seu tratamento. Se você desistir do estudo você receberá orientações sobre onde tratar sua doença e possíveis medicamentos para a mesma além daqueles que você já usa. Você não será proibido de participar de novos estudos. Você poderá ser solicitado a sair do estudo se não cumprir os procedimentos previstos ou atender as exigências estipuladas. Essa pesquisa não terá nenhum custo ou remuneração/gratificação pela sua participação.

Você receberá uma via assinada deste termo de consentimento.

Esse termo apresenta-se de acordo com a resolução 466/2012 que estabelece as bases éticas para pesquisas e testes com seres humanos.

Declaro que li e entendi este formulário de consentimento e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas e que sou voluntário a tomar parte neste estudo.

Assinatura / Voluntário

Voluntário: _____ Data: _____

Telefones: _____ / _____

Endereço: _____

Assinatura / Pesquisador

Tiago Rodrigues de Lemos Augusto

Data: _____

ANÁLISE COMPARATIVA DA FORÇA MUSCULAR INSPIRATÓRIA PÓS EXERCÍCIO E HIPERINSUFLAÇÃO DINÂMICA ENTRE CICLOERGÔMETRO E TESTE DE DEGRAU NO DPOC

Protocolo de pesquisa - 2017 - Projeto com DPOC 30 ≤ VEF1 ≤ 70%									
Nome:		DN: / /		Idade:		Sexo:			
Telefone:				Peso:		Kg		Altura: cm	
Nome "Contato":		Relação (filho, conjuge, amigo)		Maços/Ano:		(nº de cigarros dia/20) x nº de anos que fuma)			
Telefone "Contato":									
COMORBIDADES		CHECKLIST				TABAGISTA			
Sequela de Tuberculose		sim ()	não ()	Está em tratamento regular da DPOC?		sim ()	não ()	MEDICAMENTOS / OBS	
Sequela de PB micose		sim ()	não ()	Exacerbação há 4sem		sim ()	não ()		
Diabetes Mellitus		sim ()	não ()	Etinia Indígena		sim ()	não ()		
Doença de Tireóide		sim ()	não ()	Idade 40 ≤ x ≤ 70		sim ()	não ()		
Doença Cardíaca Isquêmica		sim ()	não ()	Fuma ou fumou mais que 20 maços/ano		sim ()	não ()		
Doença Cardíaca		sim ()	não ()	Tem algum exame médico em casa (R-X)		sim ()	não ()		
Asma Confirmada		sim ()	não ()	Tem condições físicas e cognitivas para realizar os exames necessários		sim ()	não ()		
HAS Grave		sim ()	não ()	Assinalou alguma das comorbidades		sim ()	não ()		
Hipertensão Pulmonar		sim ()	não ()	Pedido de EXAME DE SANGUE		sim ()	não ()		
Doença Reumática		sim ()	não ()	QUESTIONÁRIOS					
Doença Isquêmica Periférica		sim ()	não ()	TCLE		sim ()	não ()		
				mMRC		Pontuação			
				SGQ		sim ()	não ()		

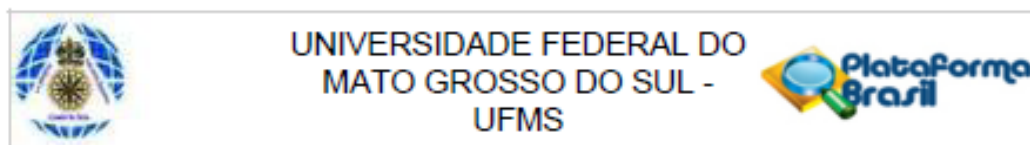
1ª Visita - Data: / /				Temp.: °C		UR: %	
-----------------------	--	--	--	-----------	--	-------	--

Espirometria			Hand Grip			Difusão por respiração única de monóxido de carbono		
	PRÉ	% Prev.	PÓS	% Prev.	1º medida	Kgf	DLCO - ml/min/mmHg	
VEF1/CVF					2º medida	Kgf	DLCO (corr) - ml/min/mmHg	
VEF1					3º medida	Kgf	VA - l (btps)	
CVF					4º medida	Kgf	HEMOGLOBINA - g/dL	
					5º medida	Kgf		
Pimáx "APRENDIZADO"								

SEQUÊNCIA DO SORTEIO		1º TECP	Degrau ()	Bicicleta ()																																																																																							
		2º TECP	Degrau ()	Bicicleta ()																																																																																							
1ª TECP - Data: / / Temp.: Cº UR: % Resp. / MMII <table><tr><td>Basal</td><td>Borg</td><td>/</td><td>SaO2</td><td>% PA</td></tr><tr><td>2 min</td><td>Borg</td><td>/</td><td>SaO2</td><td>% PA</td></tr><tr><td>4 min</td><td>Borg</td><td>/</td><td>SaO2</td><td>% PA</td></tr><tr><td>6 min</td><td>Borg</td><td>/</td><td>SaO2</td><td>% PA</td></tr><tr><td>8 min</td><td>Borg</td><td>/</td><td>SaO2</td><td>% PA</td></tr><tr><td>10 min</td><td>Borg</td><td>/</td><td>SaO2</td><td>% PA</td></tr><tr><td>12 min</td><td>Borg</td><td>/</td><td>SaO2</td><td>% PA</td></tr><tr><td>14min</td><td>Borg</td><td>/</td><td>SaO2</td><td>% PA</td></tr><tr><td>PICO</td><td>Borg</td><td>/</td><td>SaO2</td><td>% PA</td></tr></table> T. EXERCÍCIO <table><tr><td>VO2 pico</td><td></td></tr><tr><td>Carga pico</td><td></td></tr><tr><td>θVo2</td><td></td></tr><tr><td>θ Carga</td><td></td></tr><tr><td>θ Vo2 %</td><td></td></tr></table> Plmáx PRÉ <table><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table> Plmáx PÓS <table><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table> REPOUSO <table><tr><td></td><td>2'</td><td>4'</td><td>6'</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>8'</td><td>10'</td><td>12'</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>16'</td><td>18'</td><td>PICO</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>					Basal	Borg	/	SaO2	% PA	2 min	Borg	/	SaO2	% PA	4 min	Borg	/	SaO2	% PA	6 min	Borg	/	SaO2	% PA	8 min	Borg	/	SaO2	% PA	10 min	Borg	/	SaO2	% PA	12 min	Borg	/	SaO2	% PA	14min	Borg	/	SaO2	% PA	PICO	Borg	/	SaO2	% PA	VO2 pico		Carga pico		θVo2		θ Carga		θ Vo2 %											2'	4'	6'						8'	10'	12'						16'	18'	PICO				
Basal	Borg	/	SaO2	% PA																																																																																							
2 min	Borg	/	SaO2	% PA																																																																																							
4 min	Borg	/	SaO2	% PA																																																																																							
6 min	Borg	/	SaO2	% PA																																																																																							
8 min	Borg	/	SaO2	% PA																																																																																							
10 min	Borg	/	SaO2	% PA																																																																																							
12 min	Borg	/	SaO2	% PA																																																																																							
14min	Borg	/	SaO2	% PA																																																																																							
PICO	Borg	/	SaO2	% PA																																																																																							
VO2 pico																																																																																											
Carga pico																																																																																											
θVo2																																																																																											
θ Carga																																																																																											
θ Vo2 %																																																																																											
	2'	4'	6'																																																																																								
	8'	10'	12'																																																																																								
	16'	18'	PICO																																																																																								
2ª TECP - Data: / / Temp.: Cº UR: % Resp. / MMII <table><tr><td>Basal</td><td>Borg</td><td>/</td><td>SaO2</td><td>% PA</td></tr><tr><td>2 min</td><td>Borg</td><td>/</td><td>SaO2</td><td>% PA</td></tr><tr><td>4 min</td><td>Borg</td><td>/</td><td>SaO2</td><td>% PA</td></tr><tr><td>6 min</td><td>Borg</td><td>/</td><td>SaO2</td><td>% PA</td></tr><tr><td>8 min</td><td>Borg</td><td>/</td><td>SaO2</td><td>% PA</td></tr><tr><td>10 min</td><td>Borg</td><td>/</td><td>SaO2</td><td>% PA</td></tr><tr><td>12 min</td><td>Borg</td><td>/</td><td>SaO2</td><td>% PA</td></tr><tr><td>14min</td><td>Borg</td><td>/</td><td>SaO2</td><td>% PA</td></tr><tr><td>PICO</td><td>Borg</td><td>/</td><td>SaO2</td><td>% PA</td></tr></table> T. EXERCÍCIO <table><tr><td>VO2 pico</td><td></td></tr><tr><td>Carga pico</td><td></td></tr><tr><td>θVo2</td><td></td></tr><tr><td>θ Carga</td><td></td></tr><tr><td>θ Vo2 %</td><td></td></tr></table> Plmáx PRÉ <table><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table> Plmáx PÓS <table><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table> REPOUSO <table><tr><td></td><td>2'</td><td>4'</td><td>6'</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>8'</td><td>10'</td><td>12'</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>16'</td><td>18'</td><td>PICO</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>					Basal	Borg	/	SaO2	% PA	2 min	Borg	/	SaO2	% PA	4 min	Borg	/	SaO2	% PA	6 min	Borg	/	SaO2	% PA	8 min	Borg	/	SaO2	% PA	10 min	Borg	/	SaO2	% PA	12 min	Borg	/	SaO2	% PA	14min	Borg	/	SaO2	% PA	PICO	Borg	/	SaO2	% PA	VO2 pico		Carga pico		θVo2		θ Carga		θ Vo2 %											2'	4'	6'						8'	10'	12'						16'	18'	PICO				
Basal	Borg	/	SaO2	% PA																																																																																							
2 min	Borg	/	SaO2	% PA																																																																																							
4 min	Borg	/	SaO2	% PA																																																																																							
6 min	Borg	/	SaO2	% PA																																																																																							
8 min	Borg	/	SaO2	% PA																																																																																							
10 min	Borg	/	SaO2	% PA																																																																																							
12 min	Borg	/	SaO2	% PA																																																																																							
14min	Borg	/	SaO2	% PA																																																																																							
PICO	Borg	/	SaO2	% PA																																																																																							
VO2 pico																																																																																											
Carga pico																																																																																											
θVo2																																																																																											
θ Carga																																																																																											
θ Vo2 %																																																																																											
	2'	4'	6'																																																																																								
	8'	10'	12'																																																																																								
	16'	18'	PICO																																																																																								

DEGRAUS Nº

ANEXO 1. PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ANÁLISE COMPARATIVA DA HIPERINSUFLAÇÃO DINÂMICA E FORÇA MUSCULAR INSPIRATÓRIA ENTRE CICLOERGÔMETRO E TESTE DE DEGRAU EM PACIENTE COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA

Pesquisador: TIAGO RODRIGUES DE LEMOS AUGUSTO

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 58734016.2.0000.0021

Instituição Proponente: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.707.726

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo quantitativo, avaliativo, transversal, que será realizado no Laboratório de Fisiopatologia Respiratória (LAFIR), do Serviço de Pneumologia e Medicina Respiratória (SPMR) do Hospital Universitário Maria Aparecida Pedrossian (HUMAP) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Serão recrutados 40 pacientes por amostra não probabilística por cotas, de ambos os sexos com o diagnóstico de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), todos os participantes voluntários serão avaliados por ecocardiografia transtorácica antes de iniciarem os testes de esforço cardiopulmonar (TECP), após a ecocardiografia transtorácica, responderão os questionários mMRC e SGQ, realizarão espirometria pré e pós broncodilatador (Salbutamol).

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo geral: análise comparativa da hiperinsuflação dinâmica entre os testes de esforço cardiopulmonar (TECP) incremental em cicloergômetro e o teste de degrau, e qual a alteração ocorre na força muscular inspiratória após esses TECP nos pacientes com DPOC.

Objetivos específicos: verificar a evolução da hiperinsuflação dinâmica durante o TECP incremental em cicloergômetro. Verificar a evolução de hiperinsuflação dinâmica durante o TECP incremental em degrau. Analisar a relação da hiperinsuflação entre os dois TECP realizados. Analisar se há diferença na PImáx inicial pré exercício e após os TECP incremental em

Endereço: Pró Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação/UFMS
Bairro: Caixa Postal 549 **CEP:** 79.070-110
UF: MS **Município:** CAMPO GRANDE
Telefone: (67)3345-7187 **Fax:** (67)3345-7187 **E-mail:** bloetica@propp.ufms.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DO
MATO GROSSO DO SUL -
UFMS



Continuação do Parecer: 1.707.728

cicloergômetro e degrau. Analisar se há diferença no tempo de recuperação da P_{lmáx} após os TECP incremental em cicloergômetro e degrau. Analisar a relação entre os resultados do ecocardiograma e a P_{lmáx}. Analisar a capacidade inspiratória no pico do esforço entre os TECP incremental em cicloergômetro e degrau.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos e benefícios previstos pelos pesquisadores e assim elencados: os exames envolvem certos riscos e eventos que são próprios dos testes de esforços, como dor e cansaço. Durante os testes de exercícios poderão ocorrer crises de broncoespasmo com falta de ar, taquicardia, elevação extrema da pressão arterial ou alterações do ritmo cardíaco que serão detectados pelo eletrocardiograma e exame clínico. Qualquer alteração que o médico julgar de risco levará à interrupção imediata dos testes, e, sendo necessário, serão aplicados medicamentos como inalação, medicamentos para normalizar o ritmo cardíaco por via venosa para o tratamento de eventual complicação. Poderá ocorrer em casos extremos até mesmo parada cardíaca, sendo este evento muito difícil de ocorrer. No caso de uma complicação mais grave, o setor dispõe de todos os recursos de tratamento (com todos os recursos de reanimação, como

mesa de reanimação, desfibrilador e medicamentos), além de equipe altamente qualificada. Em caso de necessitar de internação, numa eventualidade de emergência, o atendimento será no Hospital Universitário que dispõe de pronto socorro a menos de 200 metros, com maqueiros para transporte e remoção adequados e as despesas ocorrerão dentro do sistema SUS, ao qual é vinculado o Hospital Universitário. Como benefícios:

A possibilidade de realizar um teste para verificar a capacidade pulmonar e cardíaca durante o esforço, doença coronariana, podendo contribuir para a melhora da qualidade de vida. O voluntário será notificado dos aspectos mais importantes do estudo após sua conclusão e poderá inteirar-se do estado geral de sua saúde respiratória durante o exame.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O trabalho será realizado em ambiente hospitalar e assegurará, conforme descrito pelo pesquisador, qualquer intercorrência ao participante.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória estão contemplados no projeto e submetidos à plataforma.

Recomendações:

Alterar no início do TCLE a descrição de mestrando por pesquisador.

Endereço: Pró Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação/UFMS
Bairro: Caixa Postal 549 CEP: 79.070-110
UF: MS Município: CAMPO GRANDE
Telefone: (67)3345-7187 Fax: (67)3345-7187 E-mail: bioetica@propp.ufms.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DO
MATO GROSSO DO SUL -
UFMS



Continuação do Parecer: 1.707.728

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto adequado ao que se propõe com autorizações dos setores responsáveis e atendimento ao participante. Apresentação dos termos obrigatórios e TCLE que deverá sofrer alteração pontual.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_754853.pdf	16/07/2016 17:21:20		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	004a.pdf	16/07/2016 17:20:28	TIAGO RODRIGUES DE LEMOS AUGUSTO	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_CONEPassinada.pdf	16/07/2016 15:52:41	TIAGO RODRIGUES DE LEMOS AUGUSTO	Aceito
Outros	Solicitacao_PPGSD_HUMAP.pdf	16/07/2016 15:50:24	TIAGO RODRIGUES DE LEMOS AUGUSTO	Aceito
Outros	Aceite_HUMAP.pdf	16/07/2016 15:49:05	TIAGO RODRIGUES DE LEMOS AUGUSTO	Aceito
Outros	APROVACAO_Colegiado.pdf	15/07/2016 17:27:29	TIAGO RODRIGUES DE LEMOS AUGUSTO	Aceito
Outros	Escala_Borg_modificada.pdf	15/07/2016 17:24:01	TIAGO RODRIGUES DE LEMOS AUGUSTO	Aceito
Outros	questionarioMedical_Reserch_Council.pdf	15/07/2016 13:23:24	TIAGO RODRIGUES DE LEMOS AUGUSTO	Aceito
Outros	questionarioSGRQ.pdf	15/07/2016 13:22:59	TIAGO RODRIGUES DE LEMOS AUGUSTO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	14/07/2016 11:33:54	TIAGO RODRIGUES DE LEMOS AUGUSTO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Pró Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação/UFMS
 Bairro: Caixa Postal 549 CEP: 79.070-110
 UF: MS Município: CAMPO GRANDE
 Telefone: (67)3345-7187 Fax: (67)3345-7187 E-mail: bioetica@propp.ufms.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DO
MATO GROSSO DO SUL -
UFMS



Continuação do Parecer: 1.707.728

CAMPO GRANDE, 30 de Agosto de 2016

Assinado por:
PAULO ROBERTO HAIDAMUS DE OLIVEIRA BASTOS
(Coordenador)

Endereço: Pró Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação/UFMS
Bairro: Caixa Postal 549 CEP: 79.070-110
UF: MS Município: CAMPO GRANDE
Telefone: (67)3345-7187 Fax: (67)3345-7187 E-mail: bioetica@propp.ufms.br

ANEXO 2. MEDICAL RESEARCH COUNCIL MODIFICADA (mMRC)

Marque a opção que melhor representa a sua falta de ar:

1. Só sofre de falta de ar durante exercícios intensos.
2. Sofre de falta de ar quando andando apressadamente ou subindo uma rampa leve.
3. Anda mais devagar do que pessoas da mesma idade por causa de falta de ar ou tem que parar para respirar mesmo quando andando devagar.
4. Pára para respirar depois de andar menos de 100 metros ou após alguns minutos.
5. Sente tanta falta de ar que não sai mais de casa, ou quando está se vestindo.