



CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA

Pró- Reitoria de Ensino, Pesquisa e Extensão

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação – PPGCR

Mestrado em Ciências da Reabilitação

**ANÁLISE DA DINÂMICA DO CONSUMO DE OXIGÊNIO
DURANTE O TESTE DE AVD- GLITTE EM PACIENTES COM
DPOC MODERADA E GRAVE**

CHRISTIANE FIALHO RIBEIRO

RIO DE JANEIRO – RJ

2017

CHRISTIANE FIALHO RIBEIRO

**ANÁLISE DA DINÂMICA DO CONSUMO DE OXIGÊNIO
DURANTE O TESTE DE AVD- GLITRE EM PACIENTES COM
DPOC MODERADA E GRAVE**

Dissertação de mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação do Centro Universitário Augusto Motta, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre, na linha de pesquisa: Avaliação Funcional em Reabilitação.

Orientadora: Prof. Dra. Sara Lúcia Silveira de Menezes

Coorientador: Prof. Dr. Agnaldo José Lopes

RIO DE JANEIRO – RJ

2017

CHRISTIANE FIALHO RIBEIRO

**ANÁLISE DA DINÂMICA DO CONSUMO DE OXIGÊNIO DURANTE O TESTE
DE AVD- GLITTRE EM PACIENTES COM DPOC MODERADA E GRAVE**

Dissertação de mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação do Centro Universitário Augusto Motta, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre, na linha de pesquisa: Avaliação Funcional em Reabilitação.

Data da aprovação: ___ / ___ / _____

Banca Examinadora:

Orientadora: Dra. Sara Lúcia Silveira de Menezes (orientadora) - UNISUAM

Coorientador: Dr. Agnaldo José Lopes (coorientador) - UNISUAM

Membro: Dr. Fernando Silva Guimarães- UNISUAM

Membro: Dra. Débora Gonçalves Xisto - UFRJ

RIO DE JANEIRO – RJ

2017

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela inspiração.

Aos meus amados pais, Marilza e José Reneide, pelo exemplo de caráter e determinação, pelo amor incondicional e pelo incentivo à leitura e a busca por conhecimento.

Ao meu maior cúmplice nesta vida, meu marido Paulo, pelo abraço mais acolhedor nos momentos difíceis, por compreender as ausências, pelo auxílio imprescindível com o manejo das planilhas e pelo nosso maior presente, nossa filha Liz.

Ao meu novo ser, a flor que cresce em meu ventre, minha filha Liz, por me fazer almejar ser melhor a cada dia.

À minha orientadora professora Sara Lúcia Menezes pela paciência na orientação, pela positividade e pela persistência que possibilitaram a conclusão deste trabalho.

Aos professores Fernando Guimarães, Agnaldo Lopes e Patrícia Vigário pelo apoio e tempo dedicado a mim e pela contribuição com ensinamentos fundamentais para a realização desta dissertação.

Aos professores que conheci ao longo da vida e que me marcaram de diferentes formas, despertando-me a sede de conhecimento e por me mostrarem que a educação é a única possibilidade de transformação da sociedade.

As minhas queridas amigas Nathalia e Vanessa, pela parceria, por compartilhar momentos de alegria e de dificuldade ao longo desses dois anos.

Aos voluntários que participaram deste trabalho, pela paciência, pelo voto de confiança e por contribuírem com a ciência.

A todos que contribuíram direta e indiretamente para que eu avançasse mais esse passo na minha carreira.

RESUMO

Introdução: A DPOC é responsável por gerar grande incapacidade com importante impacto social e econômico. Neste sentido torna-se importante o estudo de instrumentos de avaliação desta população, sobretudo no que se refere a sua capacidade funcional, pois esta relaciona-se à mortalidade e qualidade de vida. O teste de AVD-Glittre foi desenvolvido para avaliar o estado funcional de pacientes com DPOC, porém ainda restam lacunas em relação às diferentes atividades realizadas ao longo do teste no que se refere ao consumo metabólico. **Objetivo:** Avaliar quais atividades presentes no T-Glittre geram maior consumo de oxigênio. **Métodos:** Neste estudo transversal foram analisadas 75 voltas do T-Glittre de 15 pacientes com DPOC de moderada a grave. Os participantes foram submetidos ao TECP, aos testes de função pulmonar e ao T-Glittre com monitorização dos gases ventilatórios exalados e filmagem. **Resultados:** A tarefa que dispendeu maior consumo de oxigênio foi aquela relacionada aos movimentos executados na atividade prateleira onde o $\dot{V}O_2$ foi significativamente maior ($p = <0,001$). O consumo de oxigênio aumenta até a quarta volta e a partir desta alcança um platô, ou seja, o $\dot{V}O_2$ das voltas 3, 4 e 5 é estatisticamente diferente do $\dot{V}O_2$ das voltas 1 e 2 ($P < 0,05$) e o tempo gasto em cada volta foi semelhante a partir da segunda volta, sendo que a diferença estatística ($P < 0,05$) ocorreu somente quando comparada a primeira volta com as demais. **Conclusão:** As atividades realizadas na prateleira durante o T- Glittre são as que geram maior demanda metabólica para os pacientes com DPOC de moderada a grave e apesar destes atingirem o pico de consumo de oxigênio até a quarta volta, eles mantêm o ritmo do exercício indicando que há adaptação fisiológica a fim de manter a intensidade do esforço tolerável para que se permita a continuidade da atividade.

Palavras-chave: DPOC. Teste de AVD- Glittre. Capacidade funcional. Consumo de oxigênio.

ABSTRACT

Background: COPD is responsible for generating great disability with important social and economic impact. In this respect, it's important to study instruments for the evaluation of this population, especially regarding their functional capacity, since it's related to mortality and quality of life. The ADL-Glittre Test was developed to evaluate the functional status of COPD patients, but there are still gaps in relation to the different activities performed during the test regarding metabolic consumption. **Aims:** To evaluate which activities contained in T-Glittre generate greater oxygen consumption. **Methods:** In this cross-sectional study, 75 laps of T-Glittre were analyzed from 15 patients with moderate to severe COPD. Participants were submitted to CPET, pulmonary function tests, T-Glittre with monitoring of exhaled ventilatory gases and filming. **Results:** The task that consumed the highest oxygen consumption was the one related to the movements performed in the shelf activity where $\dot{V}O_2$ was significantly higher ($p \leq 0.001$). The oxygen consumption increases up to the fourth lap and then reaches a plateau, in other words, the $\dot{V}O_2$ of laps 3, 4 and 5 is statistically different from $\dot{V}O_2$ of the laps 1 and 2 ($P < 0.05$) and the time spent on each lap was similar from the second lap, and the statistical difference ($P < 0.05$) occurred only when compared to the first lap with the others. **Conclusion:** The activities performed on the shelf during T-Glittre are the ones that generate the greatest metabolic demand for patients with moderate to severe COPD, and even though they reach peak oxygen consumption up to the fourth lap, they maintain the exercise rhythm indicating that there is physiological adaptation in order to keep the intensity of tolerable effort, so that they can continue the activity.

Key words: COPD. ADL-Glittre Test. Functional status. Oxygen uptake.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAT- Alfa 1-Antitripsina

ATS- *American Thoracic Society*

AVD- Atividades de Vida Diária

CAT- *COPD Assessment Test*

CDC- *Centers for Disease Control and Prevention*

CI- Capacidade inspiratória

CPT- Capacidade Pulmonar Total

CRF- Capacidade Residual Funcional

CVF- Capacidade Vital Forçada

DPOC- Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

ECG- Eletrocardiograma

FC- Frequência cardíaca

FeCO₂- Fração expirada de gás carbônico

FeO₂- Fração expirada de oxigênio

FI- Fração Inspiratória

GOLD- *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease*

HP- Hipertensão Pulmonar

HUPE- Hospital Universitário Pedro Ernesto

IMC- Índice de Massa Corporal

mMRC- *Modified Medical Research Council*

PA- Pressão arterial

PLATINO- *Proyecto Latinoamericano de Investigación en Obstrucción Pulmonar*

SGRQ- *Saint George's Respiratory Questionnaire*

SWT- *Shuttle walk test*

TC6M- Teste de caminhada de seis minutos

TCLE- Termo de consentimento livre e esclarecido

TECP- Teste de esforço cardiopulmonar

T-Glittre- Teste de AVD de Glittre

UERJ- Universidade Estadual do Rio de Janeiro

UNISUAM- Centro Universitário Augusto Motta

$\dot{V}CO_2$ - Produção de dióxido de carbono

$\dot{V}E$ - Ventilação pulmonar

VEF₁- Volume expiratório Forçado no Primeiro Segundo

$\dot{V}O_2$ máx- Consumo máximo de oxigênio

$\dot{V}O_2$ pico- Pico de consumo de oxigênio

VR- Volume residual

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Fatores de risco para DPOC.	14
Tabela 2- Classificação espirométrica da gravidade da DPOC baseada em VEF ₁ pós-broncodilatador.	17
Tabela 3- Avaliação conforme sintomas, classificação espirométrica, dispneia e risco de exacerbações.	18
Tabela 4- Doenças comumente associadas à DPOC.	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Variáveis importantes na avaliação e tratamento da DPOC.	19
Figura 2. Disfunção muscular periférica na DPOC.	26
Figura 3. Mecanismos de transporte de gases para interação da respiração celular (interna) para pulmonar (externa).	28
Figuras 4-a e 4b. Teste de esforço cardiopulmonar.	29
Figura 5. Trajeto do TC6M.	31
Figura 6. Trajeto do SWT.	32
Figura 7. Representação esquemática do T-Glittre.	33
Figura 8. Organização da coleta de dados.	37
Figura 9. Espirometria.	39
Figura 10. Pletismógrafo de corpo inteiro.	40
Figura 11. Teste de esforço cardiopulmonar.	41
Figura 12. Circuito do Teste de AVD- Glittre.	42
Figura 13. Analisador metabólico de gases acoplado ao paciente por meio de colete para avaliação por telemetria; máscara de borracha acoplada ao pneumotacógrafo.	43

SUMÁRIO

1. REVISÃO DA LITERATURA	13
1.1 Doença pulmonar obstrutiva crônica	13
1.2. Epidemiologia	13
1.3. Fatores de risco	14
1.4. Fisiopatologia e patogênese	16
1.5. Diagnóstico e classificação de gravidade	17
1.6. Manifestações clínicas da DPOC	20
1.7. Limitação ao fluxo aéreo e aprisionamento de ar	21
1.8. Comorbidades	21
1.9. Disfunção muscular esquelética na DPOC	25
2. INTOLERÂNCIA AO EXERCÍCIO NA DPOC	27
3. AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE EXERCÍCIOS NA DPOC	29
3.1. Teste de Esforço Cardiopulmonar	29
3.2. Testes de Campo na DPOC	31
3.3. Teste de AVD de Glittre	33
4. JUSTIFICATIVA	36
5. OBJETIVOS	37
5.1. Geral	37
5.2. Específicos	37
6. MATERIAIS E MÉTODOS	38
6.1. Locais do estudo	38
6. 2. Delineamento do estudo	38
6. 3. Caracterização da amostra e cálculo amostral	39
6. 3.1. Critérios de inclusão	39
6. 3.2. Critérios de exclusão	39
6.4. Procedimentos/ Metodologia Proposta	39
6. 4.1. Função Pulmonar	39
6. 4.1.1 Espirometria	40
6. 4.1.2 Pletismografia de corpo inteiro	40
6. 4.2. Teste cardiopulmonar de esforço (TCE)	41
7. 4.3. Teste de AVD- Glittre (T-Glittre)	42
7. ANÁLISE DOS DADOS	45
8. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	45

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
10. PRODUÇÃO	55
10.1. Manuscrito 1	55
11. APÊNDICE	73
11.1. Apêndice 1- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	73
11.2. Apêndice 2- Ficha de avaliação	75
12. ANEXO	75
12.1. Parecer de aprovação do projeto de pesquisa	77

1. REVISÃO DA LITERATURA

1.1- Doença pulmonar obstrutiva crônica

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) pode ser definida como uma afecção crônica que pode ser prevenida e tratada, caracterizada pela presença de limitação persistente ao fluxo aéreo, que normalmente é progressiva e associada a uma resposta inflamatória anormal das vias aéreas e pulmões à inalação de gases ou partículas tóxicas (GOLD, 2017).

A inflamação crônica pode afetar os brônquios (bronquite) e bronquíolos (bronquiolite obstrutiva) além do parênquima pulmonar (enfisema). O acometimento dessas estruturas varia de indivíduo para indivíduo e relaciona-se com a manifestação dos sintomas. A destruição do parênquima pulmonar leva a uma perda da comunicação alveolar com as pequenas vias aéreas e da retração elástica, o que propicia o fechamento das vias aéreas durante a expiração e, conseqüentemente, a hiperinsuflação e aumento da resistência das vias aéreas (II Consenso Brasileiro de DPOC, 2004; GOLD, 2017).

O diagnóstico da DPOC é considerado quando os pacientes apresentam queixa de tosse, produção de secreções, dispneia e infecções recorrentes do trato respiratório inferior, além da presença de exposição a fatores de risco como, por exemplo, o tabagismo (Celli *et al.*, 2015).

Na DPOC é frequente a presença de comorbidades extrapulmonares que impactam negativamente a qualidade de vida e a sobrevivência dos pacientes. Doenças crônicas como hipertensão arterial sistêmica, aterosclerose, insuficiência cardíaca, câncer de pulmão, osteoporose e depressão, além da perda de peso e fraqueza muscular, comumente afetam esses pacientes e contribuem para maior gravidade clínica e pior prognóstico (Celli *et al.*, 2015).

1.2- Epidemiologia

A DPOC, responsável por gerar grande incapacidade e crescentes prejuízos sociais e econômicos, se configura como a quarta principal causa de morte em todo o mundo, estimando-se que em 2020, esta passe a ocupar a terceira posição. Esse aumento pode ser explicado pela exposição continuada aos fatores de risco e pelas mudanças na estrutura etária da população mundial (GOLD 2017).

Em geral, sua prevalência está associada à prevalência do consumo de cigarros, embora haja outros fatores de risco como a poluição ambiental e ocupacional (Diretrizes

Brasileiras para o Manejo da DPOC, 2016). O tabagismo é um fator de risco totalmente evitável sendo responsável por mortes, doenças e altos custos ao sistema de saúde. Um estudo sobre a estimativa do tabagismo no Brasil mostrou que dentre as principais doenças relacionadas ao tabaco, a DPOC representa a maior incidência, sendo também a segunda responsável pelos óbitos (perdendo apenas para o câncer de pulmão) e gastos com internação (perdendo apenas para as doenças cardiovasculares) (Pinto et al., 2015).

O estudo epidemiológico *Proyecto Latinoamericano de Investigación en obstrucción Pulmonar* (PLATINO) forneceu informações sobre a prevalência da DPOC em indivíduos acima dos 40 anos de idade, em 5 cidades da América Latina (São Paulo, Santiago, Montevideo, Caracas e cidade do México) evidenciando uma prevalência de variável entre os países, de 7,8% no México a 19,7% em Montevideo e 15,8% em São Paulo. Em todos os países estudados foi observado um aumento da prevalência com a idade sendo os maiores valores em indivíduos acima de 60 anos de idade.

Considerando todos os males gerados pela DPOC como grande incapacidade, elevada mortalidade e prejuízos socioeconômicos, torna-se importante a implementação de ações direcionadas a cessação do tabagismo, uma vez que a maioria dos casos se relaciona ao hábito de fumar.

1.3- Fatores de risco

O conhecimento dos fatores de risco é importante para auxílio na prevenção e tratamento de qualquer doença, sendo que na DPOC o tabagismo representa o principal fator de risco, mas outros poluentes ambientais também têm sido relacionados à sua gênese, uma vez que apenas 15-20% dos fumantes desenvolvem os sintomas da doença. A exposição a partículas e gases derivados da queima de biomassa constitui um exemplo (Rabahi, 2013). No entanto, quando comparamos pessoas com DPOC fumantes com aquelas que nunca fumaram, estas últimas possuem doença mais leve, menor inflamação sistêmica além de serem menos sintomáticas (GOLD, 2017).

No estudo epidemiológico PLATINO, conduzido na cidade de São Paulo, descobriu-se que 15,8% dos indivíduos com 40 anos ou mais eram portadores de DPOC e, ainda, que 12,5% desses indivíduos nunca haviam sido expostos ao tabaco. Desta forma, outros fatores de risco, além do tabagismo, parecem ser importantes no Brasil (Menezes *et al*, 2005). Pode-se resumir os principais fatores de risco em: fumaça do cigarro, poeiras ocupacionais, irritantes químicos, poluição ambiental, baixa condição

socioeconômica e infecções respiratórias graves na infância (Tabela 1) (II Consenso Brasileiro sobre DPOC, 2004).

Fatores de Risco Para DPOC

Genes
 Exposição a partículas
 Fumaça de cigarro
 Poeiras ocupacionais, orgânicas e inorgânicas
 Poluição do ar intradomiciliar proveniente da combustão de biomassa (lenha) utilizada para cozinhar e aquecer residências pouco ventiladas.
 Poluição do ar exterior

Crescimento e desenvolvimento pulmonar
 Estresse oxidativo
 Sexo
 Idade
 Infecções respiratórias
 Status socioeconômicos
 Nutrição
 Comorbidades

Tabela 1. Fatores de risco para DPOC. (Adaptado de GOLD 2006)

Ainda restam lacunas para a melhor compreensão da gênese da DPOC, uma vez que a maior parte dos estudos conduzidos são epidemiológicos transversais que identificam associações sem estabelecer relação causa-efeito. Predisposição genética, sexo (mulheres parecem ser mais susceptíveis aos efeitos da fumaça do tabaco que os homens), idade (maior idade, maior exposição aos fatores de risco), dados socioeconômicos como peso ao nascer (crescimento e desenvolvimento pulmonar) parecem ser importantes no desenvolvimento da doença e necessitam de maiores esclarecimentos (GOLD, 2017).

O fator de risco genético mais bem documentado é a deficiência de alfa-1-antitripsina (AAT), cujo primeiro relato formal na literatura ocorreu há mais de 50 anos e que apresenta frequência comparável à da fibrose cística. Resulta de diferentes mutações genéticas e ocasiona diversas implicações clínicas como o enfisema de aparecimento precoce. Apresenta as mesmas alterações espirométricas descritas na DPOC originada do tabagismo: obstrução ao fluxo aéreo, representada por redução do volume expiratório

forçado no primeiro segundo (VEF₁) e de sua relação com a capacidade vital forçada (CVF), sendo que esta última pode se encontrar normal ou reduzida (Camelier *et al.*, 2008).

1.4- Fisiopatologia e patogênese

As partículas nocivas inaladas levam a um processo inflamatório nos pulmões, sendo que em indivíduos que desenvolvem a DPOC, parece haver um aumento desta resposta inflamatória, o que pode resultar em destruição do parênquima pulmonar ocasionando o enfisema. Ocorre também comprometimento dos brônquios e bronquíolos, os quais levam à bronquite e bronquiolite obstrutiva, respectivamente. Os mecanismos de defesa podem também ser afetados e a hipersecreção das glândulas mucosas e a inflamação crônica das vias aéreas resultam em fibrose e consequente estreitamento das pequenas vias aéreas (II Consenso Brasileiro de DPOC, 2004; GOLD 2017).

Ainda não há total conhecimento dos mecanismos que geram esta inflamação amplificada visto que, além dos fatores genéticos, o desequilíbrio na relação entre a produção de proteases e antiproteases, o estresse oxidativo e a produção de peróxido de hidrogênio e óxido nítrico parecem estar associados à amplificação do processo patológico (Fromer *et al.*, 2008).

As células epiteliais das vias respiratórias respondem aos estímulos nocivos e tornam-se foco de infecções virais e bacterianas que culminam no agravamento da função pulmonar. Ocorre hiperplasia epitelial generalizada e de células secretoras de muco, metaplasia escamosa e acúmulo de secreções. Com isso, altera-se a dinâmica celular e tecidual, tanto pela exposição às partículas tóxicas como pelas infecções recorrentes. Tais mecanismos resultam num ciclo de lesão e reparação que por ser de difícil reversão tende a se perpetuar (Randell, 2006).

O comprometimento das estruturas respiratórias varia de indivíduo para indivíduo; há uma heterogeneidade na apresentação clínica e progressão da doença (Ham *et al.*, 2010). A compreensão da epidemiologia e patogênese da DPOC é limitada pela dificuldade em criar definições e classificações dos diferentes fenótipos que compõem este grupo complexo de disfunções (Marsh *et al.*, 2008).

O conceito de fenótipo clínico da DPOC considera que existe uma combinação única dos atributos da doença que descrevem as diferenças entre os indivíduos com DPOC e mostra como essas diferentes características se relacionam com desfechos clínicos como: sintomas, exacerbações, resposta ao tratamento, taxa de progressão da doença ou

morte (Ham *et al.*, 2010). Apenas alguns fenótipos da DPOC foram validados: 1) deficiência de α -1-antitripsina; 2) exacerbações frequentes (duas ou mais por ano); 3) bronquite crônica e 4) enfisema do lobo superior associado à baixa tolerância ao exercício, mesmo após a reabilitação, em pacientes com limitação respiratória grave. Outros estudos precisam ser conduzidos a fim de se caracterizar melhor os diferentes fenótipos existentes e averiguar o impacto das condutas terapêuticas em cada um deles (Celli *et al.*, 2015).

1.5- Diagnóstico e classificação de gravidade

O diagnóstico clínico da DPOC deve ser considerado nos casos de história de dispneia, tosse crônica ou produção de escarro em indivíduos expostos aos fatores de risco (Celli *et al.*, 2004). Nesse contexto, a espirometria confirma a suspeita clínica mediante a presença de valores pós-broncodilatadores da relação $VEF_1/CVF < 0,70$ e $VEF_1 < 80\%$ do previsto, evidenciando limitação a fluxo aéreo que não é totalmente reversível (GOLD 2017).

Apesar de não avaliar globalmente o impacto da DPOC na saúde do paciente, a espirometria é considerada padrão-ouro para diagnosticar a doença e monitorar sua progressão. Representa a medida acessível mais bem padronizada e mais reprodutível, sendo objetiva para limitação do fluxo aéreo (GOLD, 2017).

De maneira prática, recomenda-se a classificação da DPOC quanto à gravidade da doença em quatro estágios, com base nos critérios espirométricos realizados com pontos de corte específicos. Estes limiares não foram clinicamente validados, no entanto são rotineiramente utilizados por questões de praticidade (GOLD, 2017). O valor da relação $VEF_1/CVF < 0,70$, pós-broncodilatação, ainda permanece como critério de limitação para o fluxo aéreo (Tabela 2) (GOLD 2017).

Estádio I (leve)	VEF1/CVF < 0,70 VEF1 ≥ 80% do previsto
Estádio II (moderado)	VEF1/CVF < 0,70 50% ≤ VEF1 < 80% do previsto
Estádio III (grave)	VEF1/CVF < 0,70 30% ≤ VEF1 < 50% do previsto
Estádio IV (muito grave)	VEF1/CVF < 0,70 VEF1 < 30% do previsto

Tabela 2. Classificação espirométrica da gravidade da DPOC baseada no VEF₁ pós-broncodilatador. Adaptada de GOLD 2017. VEF₁: Volume expiratório forçado no 1º segundo; CVF: Capacidade vital forçada.

A classificação do DPOC pelos estágios A, B, C ou D tem sido amplamente utilizada, pois, além de auxiliar na opção terapêutica, avalia o impacto da doença para o paciente e os riscos de futuras exacerbações. Cada estágio é caracterizado pela combinação de três parâmetros: espirométrico, sintomas e risco de exacerbação/internação. O risco de exacerbação é caracterizado como um evento agudo no qual ocorre um agravamento nos sintomas da doença respiratória de base, sendo necessária alteração das medicações utilizadas rotineiramente pelos pacientes. Sua ocorrência varia muito entre os pacientes sendo considerado como exacerbação frequente, um número de dois ou mais eventos no ano. Adicionalmente, o agravamento da limitação do fluxo aéreo é associado a um aumento da prevalência de exacerbações e do risco de morte, assim como hospitalizações geradas pela exacerbação associam-se a um pior prognóstico e um maior risco de morte (GOLD, 2017). Portanto, a compreensão do impacto da DPOC na vida de um indivíduo deve combinar a avaliação sintomática com a classificação espirométrica e o risco de exacerbações (Tabela 3).

Estádio GOLD 3 ou 4	C	D	Mais que 2 exacerbações OU hospitalização
Estádio GOLD 1 ou 2	A	B	No máximo 1 exacerbação E sem internação hospitalar
	mMRC grau 0 ou 1 CAT menor que 10	mMRC 2 ou mais CAT 10 ou mais	

Tabela 3. Avaliação conforme sintomas, classificação espirométrica, dispneia e risco de exacerbações. (Adaptado de GOLD 2015/2017).

Além dos valores espirométricos e das exacerbações, esta classificação considera os resultados obtidos na escala modificada de dispneia do *Medical Resourch Council*, e na ferramenta de avaliação do DPOC, o *COPD Assessment Test* (CAT). Este último é um instrumento curto e simples, composto de oito itens com pontuação total de 40. Os resultados variam de acordo com a faixa dos escores obtidos, classificados da seguinte forma em relação ao impacto clínico: 6-10 pontos, leve; 11-20, moderado; 21-30, grave; e 31-40, muito grave. É utilizado para a quantificação do impacto dos sintomas da DPOC na prática clínica rotineira, além de auxiliar na avaliação do estado de saúde e facilitar a comunicação entre o paciente e os profissionais de saúde (Silva *et al.*, 2013; GOLD, 2017).

No estado atual da arte, a classificação de gravidade da DPOC é baseada não somente nos valores espirométricos, mas também em outras variáveis associadas à sobrevida dos pacientes como a intensidade dos sintomas, sobretudo a dispneia, o estado nutricional e a capacidade de exercício, além da frequência de exacerbações e hospitalizações (Celli *et al.*, 2004). Estas variáveis (Figura 1) são os desfechos clínicos centrados nos pacientes e devem ser considerados na elaboração do plano terapêutico (Celli *et al.*, 2015).

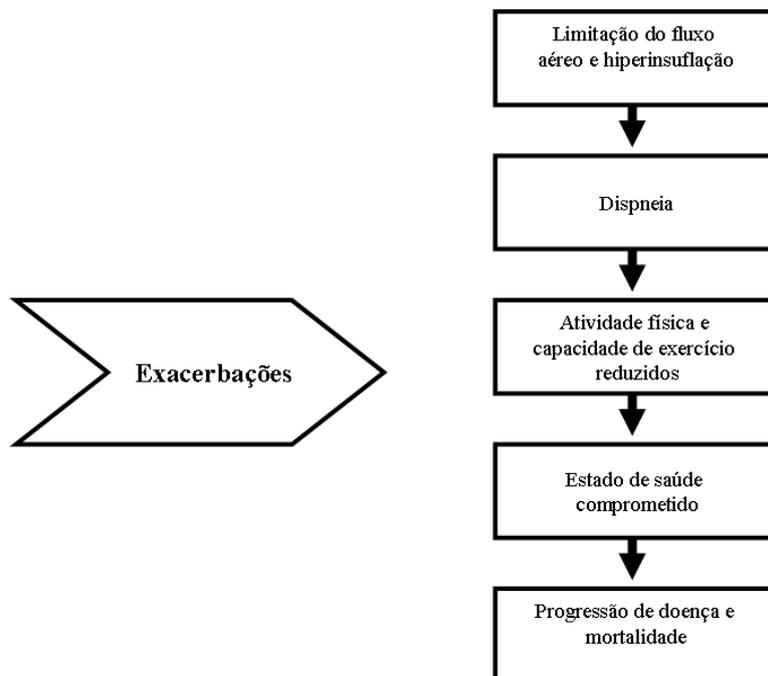


Figura 1. Variáveis importantes na avaliação e tratamento da DPOC. Adaptado de Glaab *et al.*, 2010.

1.6- Manifestações clínicas da DPOC

Os sintomas mais comuns nos pacientes com DPOC são: tosse, produção de secreções, dispneia e infecções recorrentes do trato respiratório inferior, sendo a dispneia crônica e progressiva o sintoma mais característico da doença (GOLD, 2017). Esses sintomas são variáveis no dia a dia e podem preceder o desenvolvimento da limitação ao fluxo aéreo em anos. A tosse crônica e o aumento das secreções são típicos da bronquite, ocorrem em até 30% dos pacientes e, em geral, aparecem antes da limitação ao fluxo aéreo. A dispneia, por sua vez, é a maior causa de disfunção e ansiedade e, quando surge, normalmente já ocorreu uma grande perda da função pulmonar (GOLD, 2017). Torna-se mais intensa aos esforços, logo os pacientes tendem a se exercitar menos, a fim de evitar o desconforto ventilatório, entrando em um ciclo de inatividade, o que leva ao maior comprometimento funcional por desuso muscular (Cechetil *et al.*, 2012). Este ajuste no nível de atividade, conforme a intensidade da dispneia causa uma falsa impressão de melhora dos sintomas e superestimação do estado funcional (Skumlien *et al.*, 2006).

A infecção da árvore traqueobrônquica é outra manifestação clínica comum, e está entre as causas principais de exacerbação da doença. Durante as exacerbações, ao menos metade dos pacientes apresentam grandes concentrações de bactérias nas vias

aéreas inferiores, sendo que a colonização está presente também em grande parte destes indivíduos, durante a fase estável da doença (GOLD, 2017).

1.7- Limitação do fluxo aéreo e aprisionamento do ar

Todo processo inflamatório, com produção de fibrose e exsudato, presentes na DPOC, levam a obstrução das vias aéreas com consequente queda do VEF₁, ou seja, há dificuldades em se realizar a expiração pulmonar adequadamente (GOLD, 2017). A gravidade da hiperinsuflação e o aprisionamento de ar estão relacionados com a habilidade de esvaziamento completo dos pulmões durante a expiração. A limitação ao fluxo expiratório é um dos fatores que leva a uma desinsuflação pulmonar inadequada e contribui para o que ocorra o aprisionamento aéreo (Cooper, 2006).

O enfisema, apesar de ser mais associado a alterações nas trocas gasosas, também contribui para o aprisionamento de ar nas fases mais avançadas da doença, quando há destruição das comunicações alveolares com as pequenas vias aéreas (GOLD, 2015). Desta forma, a limitação ao fluxo aéreo e a perda do recolhimento elástico levam a um aprisionamento aéreo progressivo com surgimento de pressão positiva intrínseca ao final da expiração (auto-PEEP), com redução da capacidade inspiratória (CI) e um aumento da capacidade residual funcional (CRF) (Cooper, 2006; O'Donnel *et al.*, 2007).

Diferentemente de indivíduos saudáveis cujo relaxamento do sistema respiratório ocorre no ponto de equilíbrio entre as forças de expansão da parede torácica e de retração do pulmão, no enfisema o equilíbrio ocorre em um nível mais elevado de volume pulmonar. Esta situação é definida como hiperinsuflação estática (O'Donnel *et al.*, 2007).

A hiperinsuflação dinâmica ou hiperinsuflação induzida pelo exercício superpõe-se a hiperinsuflação estática, e tal fato é particularmente dependente do calibre das vias aéreas. Em pacientes com DPOC, a desinsuflação é retardada pelo aumento da resistência das vias aéreas e pelo recolhimento elástico diminuído, sendo que, durante o exercício, este tempo é ainda menor, pois há aumento da frequência respiratória e encurtamento da fase expiratória. Com isso, ocorre acúmulo de ar nos pulmões a cada respiração, caracterizando a hiperinsuflação dinâmica (Cooper, 2006).

1.8- Comorbidades

Como a DPOC se desenvolve mais frequentemente em indivíduos tabagistas de longa data, é comum que haja sobreposição da doença pulmonar com outras afecções que compartilham fatores de risco semelhantes. Em muitos pacientes, a DPOC é considerada

o componente pulmonar da multimorbidade que é caracterizada pela existência concomitante de problemas crônicos de saúde como aterosclerose, insuficiência cardíaca crônica, câncer de pulmão, osteoporose, depressão, perda de peso, fraqueza muscular e hipertensão pulmonar dentre outros (Maninno *et al.*, 2008; Celli *et al.*, 2015).

Os mecanismos que associam a DPOC com outras doenças não estão completamente esclarecidos. No entanto, fatores de risco comuns e mecanismos específicos da doença como inflamação sistêmica, hipóxia tecidual e alterações no metabolismo proteico, podem estar relacionados. Esses problemas de saúde mais prevalentes muitas vezes compartilham genes, proteínas e vias biológicas com a DPOC, e muitas destas proteínas são alvos de produtos químicos presentes na fumaça do tabaco. Tal fato sugere que as comorbidades mais comuns na DPOC se relacionam no nível molecular (Grosdidier *et al.*, 2014).

A ansiedade e a depressão são as principais comorbidades da DPOC e estão relacionadas com um pior prognóstico. Estas doenças estão associadas com menor idade, sexo feminino, tabagismo, tosse, menor valor de VEF₁, maior valor obtido no Questionário do Hospital Saint George na Doença Respiratória (SGRQ) e com a presença de doenças cardiovasculares (GOLD, 2015). O mecanismo responsável pela depressão nesta população não é bem compreendido; no entanto, parece ser multifatorial e relaciona-se com maior gravidade. Tais desordens podem alcançar uma prevalência de 40% (depressão) e 36% (ansiedade) contribuindo para piora da qualidade de vida, sendo que a depressão é frequentemente associada com aumento da deficiência e maior utilização dos recursos de saúde. Estratégias como programas de reabilitação e terapia cognitiva comportamental parecem estar associadas a uma melhora dos sintomas de depressão e ansiedade (Yohannes *et al.*, 2006).

A associação entre doenças respiratórias e doenças cardiovasculares não é bem compreendida. Entretanto, podem estar relacionadas à inflamação sistêmica, infecções crônicas e a fatores de risco comuns como tabagismo. Muitas vezes, há presença de sintomas respiratórios em indivíduos que apresentam função pulmonar normal e tal fato pode estar relacionado a uma manifestação precoce da doença pulmonar ou é indicativo da presença de doença cardiovascular (Maninno *et al.*, 2008). A limitação ao fluxo aéreo eleva o risco de isquemia miocárdica, derrames e morte súbita (Sin *et al.*, 2003). Pessoas portadoras de DPOC têm risco aumentado de hospitalização e morte por doenças cardiovasculares e cerebrovasculares, além de maiores chances de desenvolver diabetes *mellitus*. Aproximadamente 40% de todos os pacientes com DPOC apresentam o

diagnóstico de pelo menos uma destas comorbidades. Estas condições merecem atenção no tratamento da doença pulmonar a fim de se reduzir o risco de morte prematura (Feary *et al.*, 2010).

O câncer de pulmão é a principal comorbidade causadora de morte em pacientes com DPOC leve (GOLD, 2017). O prognóstico do câncer de pulmão é pior nos portadores de obstrução crônica quando comparado com indivíduos que não possuem a doença obstrutiva (Rodrigues *et al.*, 2010). A relação entre câncer pulmonar e DPOC independe da carga tabágica e da idade, visto que não é explicada exclusivamente pelo tabagismo, pois há também risco aumentado desta neoplasia em indivíduos não fumantes portadores de obstrução crônica. Pacientes com DPOC apresentam de duas a cinco vezes mais riscos de desenvolver o câncer que fumantes sem DPOC, sendo comprovado que a inflamação crônica do epitélio brônquico tem um importante papel no desenvolvimento da neoplasia (Raviv *et al.*, 2011).

A prevalência de hipertensão pulmonar (HP) na DPOC é pouco conhecida; no entanto, estima-se que aproximadamente 10% a 30% dos pacientes com doença de moderada a grave tenham pressões pulmonares aumentadas. Na obstrução leve, a HP normalmente não está presente durante o repouso, mas pode se desenvolver com o exercício (Barberà *et al.*, 2009). Quando presente, sinaliza maior gravidade da doença obstrutiva e está associada à menor sobrevida e maior utilização de recursos de saúde, com um número aumentado da necessidade de hospitalização por exacerbações (Hida *et al.*, 2002). Seu desenvolvimento está associado com uma diminuição na liberação dos agentes vasodilatadores do endotélio e com aumento da expressão de fatores de crescimento (Hida *et al.*, 2002), além da vasoconstrição hipóxica que contribui para o aumento da resistência vascular pulmonar (Elwing *et al.*, 2008). A progressão da hipertensão pode levar à hipertrofia ventricular direita e insuficiência cardíaca direita, condição conhecida como *cor pulmonale* (GOLD, 2015).

A desnutrição é um problema frequente na DPOC, associada tanto com morbidade quanto com mortalidade aumentadas, e pode ser causada por diversos fatores como: alterações na regulação do apetite com consequente diminuição da ingestão calórica, desconforto gerado pela dispneia, presença de mediadores inflamatórios que promovem alterações hormonais, além do aumento do metabolismo com grande gasto energético. Outros fatores como idade, inatividade física, hipóxia e uso de corticoides também se relacionam com a perda de peso e a diminuição da massa magra, inclusive do diafragma.

Os dois últimos são fatores independentes do aumento de mortalidade e associam-se a maior morbidade nesta população (Fernandes *et al.*, 2006; Nunes *et al.*, 2011).

As diversas morbidades presentes na DPOC devem ser compreendidas como uma rede de manifestações clínicas que expressam uma complexa interação entre fatores ambientais, biológicos e genéticos e que estão associadas a maiores riscos de internação e mortalidade nestes pacientes, além de pior estado de saúde (Tabela 4) (Grosdidier *et al.*, 2014).

Classes de Doenças	Doenças
Doenças Metabólicas e Nutricionais	Diabetes Síndrome Metabólica Obesidade
Doenças Musculoesqueléticas	Fraqueza Muscular Osteoporose
Doenças do Trato Respiratório	Apneia do Sono Câncer Pulmonar Hipertensão Pulmonar
Doenças Sanguíneas e Linfáticas	Anemia Policitemia
Doenças Cardiovasculares	Fibrilação Atrial Insuficiência Cardíaca Doença Isquêmica do Coração Infarto
Condições Patológicas, Sinais e sintomas	Caquexia
Doenças Comportamentais	Depressão

Tabela 4. Doenças comumente associadas à DPOC. Adaptado de Grosdidier *et al.*, 2014.

1.9- Disfunção Muscular Esquelética na DPOC

A disfunção muscular na DPOC não afeta somente músculos ventilatórios e pode estar presente até mesmos nos estágios mais leves da doença, além de associar-se à intolerância ao exercício, piora na qualidade de vida e mortalidade prematura, com cerca de um terço dos pacientes apresentando atrofia e fraqueza dos membros inferiores principalmente (Maltais *et al.*, 2014). A musculatura ventilatória, especialmente o diafragma, se encontra sobrecarregada tanto pelo aumento da resistência das vias aéreas quanto pela hiperinsuflação. Por outro lado, os músculos periféricos, sobretudo os dos membros inferiores, encontram-se numa situação de menor sobrecarga devido ao sedentarismo adaptativo adotado pelos pacientes. Isso acaba acarretando maior perda de massa muscular e conseqüentemente fraqueza devido ao desuso (Kim *et al.*, 2008).

Nesta população, a disfunção musculoesquelética é multifatorial e normalmente está associada à hiperinsuflação, desnutrição, uso de corticosteroides (Gosselink *et al.*, 2000), existência de doenças cardíacas, inflamação sistêmica, hipóxia tecidual, apoptose músculo-esquelética, estresse oxidativo, tabagismo e suscetibilidade a alterações hormonais (Janaudis, *et al.*, 2006), além da inatividade física gerada pela dispneia (Cechetil *et al.*, 2012).

Essa disfunção é caracterizada por atrofia muscular, prejuízos na capilarização muscular e no metabolismo oxidativo, com redução proporcional nas fibras tipo I e aumento proporcional no tipo II, o que acarreta aumento da fadigabilidade muscular e diminuição da força e endurance (Coronel *et al.*, 2004). Uma distribuição de fibras musculares no quadríceps dos portadores de DPOC, com aumento das fibras do tipo II representa doença mais avançada, pois uma maior proporção dessas fibras correlaciona-se diretamente com a gravidade da doença. Tais mudanças de distribuição das fibras musculares não ocorrem nos membros superiores da mesma forma, indicando que as alterações musculoesqueléticas não são homogêneas entre os grupos musculares, sendo a força e endurance da extremidade superior mais preservada que a da inferior (Maltais *et al.*, 2014).

Por outro lado, pacientes com DPOC frequentemente experimentam dispneia importante e fadiga durante a realização de tarefas diárias que envolvem a utilização dos membros superiores, o que pode ser explicado pelo uso da musculatura acessória da respiração na realização das atividades com os braços, impossibilitando assim de contribuir para a ventilação. Ocorre uma mudança na carga respiratória do diafragma que se encontra em desvantagem mecânica, o que resulta em perda da sincronia

toracoabdominal e dispneia grave. Adicionalmente, a impedância da parede torácica é aumentada, já que a musculatura motora dos braços e estabilizadora do tronco está anatomicamente relacionada à caixa torácica, e conseqüentemente a capacidade de aumentar o volume corrente torna-se limitada (Kathiresan *et al.*, 2010).

O padrão de depleção tecidual influencia a qualidade de vida relacionada à saúde na DPOC, visto que pacientes com maior perda de massa magra, independente do peso corporal, apresentam pior desempenho no teste de caminhada de 12 minutos, na medida de preensão manual e nos questionários de qualidade de vida (Moster *et al.*, 2000).

Outro fator relevante no comprometimento de pacientes com limitação ao fluxo aéreo é a oxigenação muscular. Tateishi e colaboradores (2011) investigaram a dinâmica da oxigenação do músculo vasto lateral, durante a realização de exercício incremental no ciclo ergômetro, de pacientes com DPOC e de controles saudáveis da mesma idade e concluíram que o estado de oxigenação muscular se deteriora de forma mais acentuada nos pacientes com DPOC. Os autores afirmam que esta alteração pode ser relacionada ao comprometimento da função pulmonar presente nestas pessoas.

Todas estas alterações concorrem para uma redução de força da musculatura periférica. Spruit e colaboradores (2003) examinaram a força muscular periférica de pacientes hospitalizados por exacerbação da DPOC e compararam com controles formados por doentes estáveis e idosos saudáveis. Encontraram uma importante redução da força no terceiro dia de internação. Diversos fatores podem estar relacionados com tal disfunção, como alterações nutricionais, metabólicas, oxidativas e inflamatórias, presentes na agudização da doença pulmonar, além de usos adicionais de corticosteróides e maior repouso no leito.

Pacientes com DPOC apresentam disfunção musculoesquelética (Figura 2), com diminuição de força e resistência muscular periférica. Esta redução leva a uma diminuição na capacidade de exercício e na qualidade de vida, com aumento da percepção de fadiga (Calik-Kutukcu *et al.*, 2014).

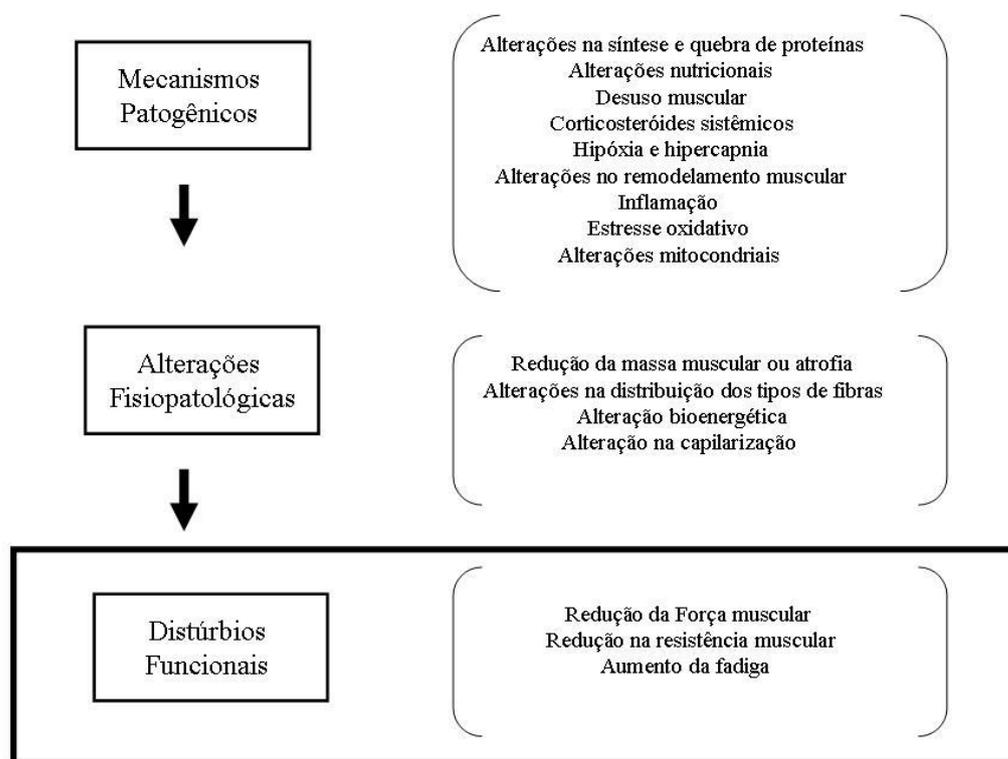


Figura 2 – Disfunção muscular periférica na DPOC. Adaptado de Rabinovich & Vilaró, 2010.

2. INTOLERÂNCIA AO EXERCÍCIO NA DPOC

A diminuição da tolerância ao exercício, um dos principais sintomas da DPOC, está relacionada a prejuízos na qualidade de vida e ao aumento na mortalidade, sendo ocasionada não somente pela limitação ventilatória visto que se constitui em um problema multifatorial associado à disfunção muscular periférica e às alterações metabólicas e cardiovasculares (O'Donnel *et al.*, 2001; Gagnon *et al.*, 2009).

Durante o exercício, há um incremento da demanda ventilatória e, nos indivíduos com limitação ao fluxo aéreo, ocorre um maior aprisionamento do ar com conseqüente hiperinsuflação, aumentando ainda mais os volumes que já se encontram elevados no repouso, o que resulta em dispnéia progressiva e conseqüente interrupção do exercício. A hiperinsuflação dinâmica não se restringe a exercícios máximos, podendo ocorrer durante atividades menos intensas como a caminhada (Garcia-Rio *et al.*, 2009).

Em indivíduos saudáveis, a capacidade inspiratória (CI) aumenta durante o exercício. Isso não ocorre em pacientes com DPOC que, com a continuidade do esforço, apresentam aumento progressivo no volume pulmonar ao fim da expiração em relação à

capacidade pulmonar total (CPT), havendo menor volume disponível para a fase inspiratória (Cooper, 2006). Zafar e colaboradores (2013) analisaram a hiperinsuflação dinâmica em pacientes com DPOC através da diferença entre a CI antes e imediatamente após o teste de caminhada de seis minutos (TC6M), e encontraram forte correlação entre a queda da saturação periférica de oxigênio e hiperinsuflação.

Embora o VEF_1 ainda seja amplamente utilizado na classificação de gravidade da DPOC, ele apresenta grandes limitações na predição dos desfechos centrados nos pacientes, dentre eles a capacidade de exercício (Cooper, 2006). Alterações na CI refletem melhor as mudanças na capacidade residual funcional e tem sido utilizada junto com a CPT, na relação CI/CPT, por representar a melhor fração de volume disponível para a inspiração do que a CI isolada, representando um preditor independente da capacidade máxima de exercício em pacientes com DPOC (Albuquerque et al., 2006). Existe uma relação entre hiperinsuflação estática e dinâmica, sendo ambas associadas à limitação do volume corrente, que resulta em dispneia e intolerância ao exercício (Casanova *et al.*, 2005). A relação CI/CPT tem sido correlacionada com $\dot{V}O_2$ de pico, como no estudo de Albuquerque *et al.*, (2006), onde a CI/CPT representou um preditor independente de capacidade máxima de exercício em pacientes com DPOC. Cortopassi e colaboradores (2015) realizaram a mensuração da CI/CPT longitudinalmente, como medida de hiperinsuflação estática, examinando sua relação com a força de prensão manual e com o desempenho no TC6 em indivíduos com DPOC, comparado com controles saudáveis. Os autores concluíram que a força de prensão manual e a distância percorrida em seis minutos encontravam-se reduzidas nos pacientes cuja hiperinsuflação estava presente.

Alterações no metabolismo energético muscular durante o exercício em indivíduos com DPOC também estão relacionadas à perda desta capacidade de exercício, pois favorecem a fadiga prematura e o aumento das necessidades ventilatórias gerando uma sobrecarga adicional para os músculos respiratórios debilitados (Maltais *et al.*, 2014). Adicionalmente, a hiperinsuflação produz uma alteração no comprimento do diafragma, que é tracionado para baixo produzindo uma desvantagem mecânica substancial e perda de capacidade gerar tensão adequadamente (McIntyre *et al.*, 2006).

Outro fator limitante do exercício nesta população é a fadiga muscular, sobretudo a dos membros inferiores, que muitas vezes é determinante para a interrupção da atividade física (Maltais *et al.*, 2014). Devido à alta carga de trabalho imposta aos músculos ventilatórios, sobretudo ao diafragma, ocorre uma competição pelo fluxo sanguíneo

comprometendo a função muscular sistêmica (McIntyre *et al.*, 2006) e alterando a força muscular dos membros superiores e inferiores do DPOC.

3. AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE EXERCÍCIOS NA DPOC

3.1- Teste de esforço cardiopulmonar (TECP)

O consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) representa o volume oxigênio captado nos alvéolos, transportado pela circulação sanguínea e consumido pelos tecidos. Durante exercícios de alta intensidade esse consumo pode atingir valores máximos representando o $\dot{V}O_{2\text{ máx}}$. A capacidade máxima de exercício reflete a tanto a capacidade máxima do sistema cardiovascular em disponibilizar oxigênio para o músculo que está se exercitando, quanto a capacidade deste último em extrair esse oxigênio para sua utilização (Abouaini *et al.*, 2007). Logo, o $\dot{V}O_{2\text{ máx}}$ gera informações importantes sobre a capacidade de fornecimento de energia e nível de aptidão física dos indivíduos, uma vez que reflete a integração entre os sistemas respiratório, cardiovascular e neuromuscular (figura 3) (Kravchychyn *et al.*, 2015).

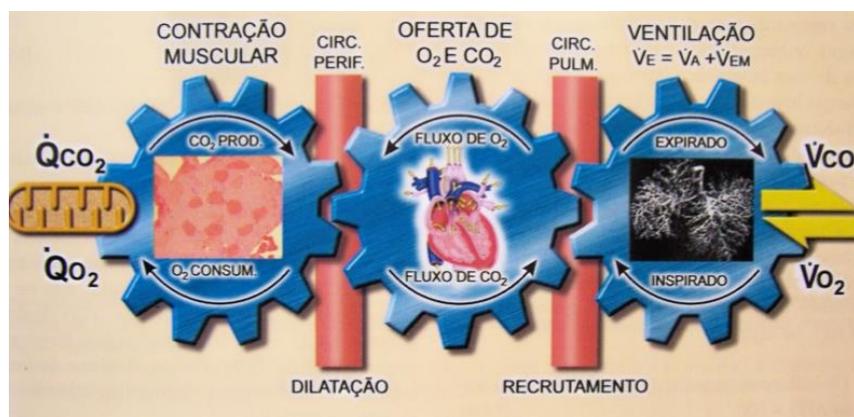


Figura 3. Mecanismos de transporte de gases para interação da respiração celular (interna) para pulmonar (externa). As engrenagens representam a interdependência funcional dos componentes fisiológicos do sistema. (Adaptado de Wasserman *et al.*, 2005).

A avaliação do $\dot{V}O_{2\text{ máx}}$ tem sido utilizada como forma de prever fatores de riscos relacionados à saúde, deste modo sua utilização se expandiu na prática clínica (Araújo, 1998; Stein, 2006) e a mensuração direta através do teste de esforço cardiopulmonar representa a medida padrão ouro da capacidade de exercícios (Cote *et al.*, 2008). Os testes de função pulmonar e cardíaca realizados em repouso podem não prever de forma confiável a capacidade funcional, uma vez que o estado geral de saúde se correlaciona

melhor com a tolerância ao exercício do que com as medidas de repouso (Abouaini *et al.*, 2007). Sendo a intolerância ao exercício na DPOC multifatorial, torna-se importante a utilização de um exame que contemple diferentes aspectos dessa limitação (Ferreira, 2012).

Existem diversos métodos e protocolos para a realização do TECP, desta forma o objetivo do teste e a capacidade funcional do paciente determinam a escolha do protocolo a ser utilizado. Podem ser empregados diferentes tipos de ergômetros como esteira ou bicicleta (figuras 4.a e 4.b) e a taxa de progressão da carga de trabalho é estipulada conforme o protocolo estabelecido (Abouaini *et al.*, 2007). Os protocolos comumente utilizados são: a) Rampa (incremento gradual de carga a cada estágio, com duração ideal do teste de 8 a 12 minutos); b) Bruce ou Ellestad (aumentos progressivos de intensidade e inclinação na esteira, protocolos mais intensos utilizados em indivíduos fisicamente ativos ou jovens aparentemente saudáveis); c) Naughton ou de Balke (incrementos menos intensos de velocidade, para indivíduos com limitações etárias ou funcionais) (Bellini *et al.*, 2002).

Durante o esforço progressivo há mensuração das trocas gasosas pela determinação da fração expirada de oxigênio e gás carbônico. As variáveis obtidas no TECP envolvem medidas de absorção de oxigênio respiratório ($\dot{V}O_2$), produção de dióxido de carbono ($\dot{V}CO_2$) e medidas ventilatórias durante um teste de esforço limitado por sintomas. Esses diferentes índices obtidos podem ser úteis na determinação causal da limitação do exercício (Silva & Torres, 2002).



Figuras 4.a e 4.b: Teste de esforço cardiopulmonar. 4.a: esforço aeróbico em bicicleta ergométrica e 4.b: esforço aeróbico em esteira. Fonte: <http://www.berndstump.de/thema/leistungstests>

O aumento linear do $\dot{V}O_2$ durante o teste com incremento de carga tende a estabilização da sua curva ventilatória, chamada platô, ainda que a carga de trabalho continue a evoluir. Tal fato evidencia que o organismo já atingiu uma homeostasia fisiológica do consumo de oxigênio, sem que haja um acréscimo extra de $\dot{V}O_2$ pelas vias bioenergéticas do metabolismo anaeróbio (Silva & Torres, 2002). Em indivíduos saudáveis esse platô de $\dot{V}O_2$ ocorre próximo do esforço máximo e este é tradicionalmente utilizado pela maior evidência de $\dot{V}O_2$ max. Ele representa o nível máximo alcançável de metabolismo oxidativo envolvendo grandes grupos musculares. No entanto, durante os testes clínicos, um platô claro pode não ser alcançado antes da limitação de sintomas do exercício, conseqüentemente, o $\dot{V}O_2$ pico assume papel de equivalentente importância na prática clínica (Abouaini *et al.*, 2007).

A limitação da capacidade de exercícios é um importante preditor de gravidade em pacientes com DPOC e está relacionada com a redução da sobrevida (Oga *et al.*, 2003). Dessa forma, o método de avaliação com gases expirados apresenta-se como mais um recurso não invasivo de avaliação da capacidade funcional de atletas e pacientes com comprometimento cardiovascular e/ou pulmonar (Stein, 2006).

3.2- Testes de Campo na DPOC

Os testes de campo para o condicionamento cardiorrespiratório utilizam atividades habituais, como andar, correr e subir degraus por exemplo, o que possibilita uma avaliação de baixo custo em um grande número de indivíduos. No entanto, é difícil medir respostas fisiológicas e a motivação desempenha um papel importante no resultado (Powers & Howley, 2014).

Estes testes possuem um importante valor clínico, pois são indicadores da capacidade funcional e se relacionam bem com as atividades de vida diária (AVD), além de serem úteis na avaliação de medidas terapêuticas e reabilitadoras (Skumlien *et al.*, 2006; Kocks *et al.*, 2011; GOLD, 2015). Os testes submáximos são importantes na análise da tolerância ao esforço, principalmente no que se refere às AVDs, além de possuírem maior sensibilidade para detectar mudanças após intervenções (Andrade *et al.*, 2012).

O TC6M é o teste mais utilizado na prática clínica para a determinação da capacidade funcional de pacientes portadores de pneumopatias crônicas, pois se trata de um teste relativamente simples e de baixo custo. Consiste na avaliação da distância percorrida durante uma caminhada com duração de seis minutos, em um corredor plano

de trinta metros, onde são avaliadas também a percepção subjetiva do esforço por meio da escala de Borg, além da frequência cardíaca e saturação periférica de oxigênio (Figura 5). O ritmo da marcha é definido pelo paciente, caracterizando, portanto, um esforço submáximo, sendo fundamental que o examinador e o paciente compreendam adequadamente os objetivos e a sistemática do procedimento (ATS, 2002). Considerando pacientes mais graves, o TC6M pode ser visto como um teste muito próximo do máximo devido ao gasto energético similar ao máximo já que o esforço é limitado por sintomas que esses indivíduos apresentam (Troosters et al., 2002). A distância percorrida no TC6M reflete a capacidade de exercício e está associada à gravidade da doença pulmonar, sendo um importante preditor de mortalidade em pacientes com DPOC (Martinez *et al.*, 2006; Celli et al., 2008). Além disso, seu declínio ocorre independente de mudanças no VEF_1 mostrando que ambas avaliações devem se complementar (Pinto-Plata *et al.*, 2004).

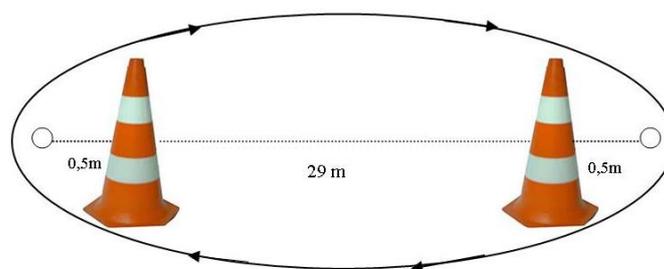


Figura 5. Trajeto do TC6M. Adaptado de Vilaró *et al.*, 2008.

Enquanto o TC6M representa um teste de carga constante, o *shuttle walking test* (SWT) constitui um teste de caminhada com carga progressiva, pois o ritmo do paciente é controlado por um sinal sonoro enquanto ele caminha em um terreno plano percorrendo repetidas voltas em uma distância de dez metros demarcada por dois cones em cada extremidade. O áudio com sinalização única indica o tempo em que o indivíduo deve percorrer a distância conhecida, alcançar o cone e mudar de direção retornando ao cone oposto, ao passo que o áudio com sinalização tripla indica a necessidade de aumentar a velocidade para percorrer a mesma distância marcada pelos cones. O tempo entre os sinais sonoros é diminuído a cada minuto, forçando o aumento na velocidade da caminhada. O teste é finalizado quando o paciente não consegue alcançar o cone por duas vezes consecutivas ou por limitação sintomática (Monteiro *et al.*, 2014; Vilaró *et al.*, 2008). Uma vantagem deste teste incremental (Figura 6) é apresentar uma melhor correlação com $\dot{V}O_2$. No entanto, ele possui menor validação, menor generalização em seu uso e maiores riscos para pessoas com problemas cardiovasculares (Monteiro *et al.*, 2014).

Os cones indicam os pontos nos quais devem ocorrer as mudanças de sentido e estão posicionados a uma distância de 0,5m dos extremos para permitir o giro do paciente.

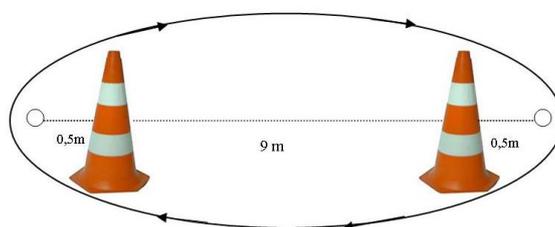


Figura 6. Trajeto do SWT. Adaptado de Vilaró et al., 2008.

Outro teste que pode ser útil para determinar a capacidade de exercícios em pneumopatas crônicos é o teste do degrau, que funciona como um ergômetro de fácil obtenção e utilização (Andrade *et al.*, 2012). Dentre os diversos protocolos descritos, um deles mostrou semelhanças na resposta cardiopulmonar e metabólicas máximas induzidas pelo teste do degrau quando comparadas com teste de exercício incremental em cicloergômetro, e foi reproduzível e bem tolerado por pacientes com DPOC (Dal Corso *et al.*, 2013). Trata-se de um teste feito de forma incremental, em um degrau padronizado com 20 cm de altura, 40 cm de largura e 60 cm de profundidade, com cadência marcada por um áudio externo. No estudo de Dal Corso et al. (2013), o ritmo inicial era de 10 degraus/min, ocorrendo o aumento em 1 degrau/min a cada 30 s, até que se atingisse o limite de tolerância do paciente. Esse estudo demonstrou que o número de passos e peso do paciente são os determinantes da capacidade aeróbia e os autores inseriram estes dois itens numa equação desenvolvida para estimar o trabalho durante o teste.

3.3- Teste de AVD- Glittre

Um outro teste de campo disponível para avaliação da capacidade de realização de exercícios no paciente com DPOC, sobretudo no que se refere às atividades de vida diária, é o teste de AVD- Glittre (T-Glittre) (Skumlien *et al.*, 2006). Este é caracterizado por conter atividades como sentar e levantar-se de uma cadeira, caminhar, subir e descer degraus, e manipular objetos em uma prateleira com os braços sem apoio (Karloh *et al.*, 2014).

A habilidade dos pacientes com DPOC em realizar as AVD pode ser melhor avaliada por testes que contemplem vários componentes da funcionalidade envolvidos

nas tarefas cotidianas. Atividades que envolvem a utilização dos membros superiores são penosas para muitos desses indivíduos, pois aumentam a demanda ventilatória levando a um maior consumo da reserva ventilatória (Karloh *et al.*, 2014).

O TC6M é amplamente utilizado na prática clínica, pois reflete as limitações na execução das tarefas diárias, embora não considere a participação dos membros superiores (Skumlien *et al.*, 2006).

O T-Glittre (Figura 7) consiste em carregar uma mochila nas costas com peso de 2,5 kg para mulheres e 5 kg para homens, percorrendo um circuito com as seguintes atividades: a partir da posição sentada, o indivíduo caminha em um percurso plano com 10 m de comprimento, interposto na sua metade por uma caixa com dois degraus para subir e dois para descer (17 cm de altura x 27 cm de largura). Após percorrer o restante do percurso, o indivíduo se depara com uma estante contendo três objetos de 1 kg cada, posicionados na prateleira mais alta (altura dos ombros), devendo então movê-los, um por um, até a prateleira mais baixa (altura da cintura) e posteriormente até o chão. Então, os objetos devem ser recolocados na prateleira mais baixa e posteriormente na prateleira mais alta. Em seguida, o indivíduo volta, fazendo o percurso ao contrário; imediatamente após, reinicia outra volta, percorrendo o mesmo circuito. É necessário que o indivíduo percorra cinco voltas no menor tempo possível. A frequência cardíaca, a saturação periférica de oxigênio e o índice de dispneia (Escala de Borg Modificada) são mensurados no início, a cada volta e no final do teste (Correa *et al.*, 2011).

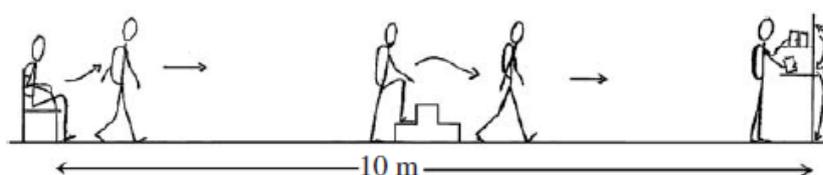


Figura 7: Representação esquemática do T-Glittre. Fonte: Skumlien *et al.*, 2006.

O teste de AVD-Glittre foi validado em 2006 através de comparações com medidas da função pulmonar (espirometria e pletismografia de corpo inteiro), da capacidade de exercício (TC6M) e da qualidade de vida (*Saint George's Respiratory Questionnaire e Pulmonary Functional Status and Dyspnea Questionnaire*) em 57 pacientes que ingressaram em um programa de reabilitação (PR). O T-Glittre foi apontado

como uma ferramenta confiável do estado funcional de pacientes com DPOC, podendo ser útil na avaliação destes durante os programas de reabilitação (Skumlien *et. al.*, 2006).

Correa e colaboradores testaram a capacidade do T-Glittre de diferenciar a capacidade funcional de pacientes com DPOC da capacidade funcional de indivíduos saudáveis e concluíram que pacientes com DPOC têm pior desempenho que indivíduos saudáveis neste teste, com maior dispneia e frequência cardíaca similar (Correa *et. al.*, 2011). Os autores concluíram que o Teste T- Glittre foi capaz de diferenciar a capacidade funcional em pacientes com DPOC.

O T-Glittre foi comparado ao TC6M com relação às respostas fisiológicas induzidas em pacientes com diferentes estágios da DPOC. Foi observado que o primeiro gerou um consumo de oxigênio levemente maior, o que pode estar relacionado ao envolvimento de maior massa muscular neste teste, pela utilização dos membros superiores. No entanto, as demandas cardiovasculares e ventilatórias foram semelhantes, assim como a eficiência ventilatória (Karloh *et. al.*, 2014).

Recentemente foi investigada a reprodutibilidade do TC6M e do T-Glittre em pacientes internados por doenças pulmonares agudas como pneumonia comunitária ou exacerbação de doenças pulmonares crônicas como DPOC, tuberculose, câncer de pulmão e asma. Os testes foram reprodutíveis em pacientes hospitalizados por doenças pulmonares agudas e a dessaturação foi similar em ambos os testes. Dessa forma, o T-Glittre poderia ser usado para avaliar a queda da saturação induzida pelo exercício e para identificar indivíduos que dessaturam durante as AVD. Adicionalmente, na segunda execução dos testes, os resultados foram otimizados, sugerindo um efeito de aprendizado. Assim, os autores recomendam a repetição dos testes para melhor confiabilidade do desfecho (José & Dal Corso, 2015).

Os ajustes metabólicos, ventilatórios e cardíacos também foram analisados durante duas execuções do T-Glittre em pacientes com DPOC, mostrando alta reprodutibilidade de todas as variáveis analisadas. Essas aumentaram seus valores até a terceira volta, mantendo estabilidade até ao fim do teste (quinta volta), sugerindo que é possível demonstrar a capacidade funcional do paciente com um único teste de apenas três voltas, tornando-o menos estressante e mais de rápida e fácil aplicação (Tufanin *et. al.*, 2015).

4. JUSTIFICATIVA

A DPOC é uma doença crônica que apresenta manifestações pulmonares e extrapulmonares, com destaque para dispneia e fraqueza muscular, respectivamente, que impactam negativamente na capacidade de exercícios, limitando as atividades de vida diária e a participação social e, por conseguinte, prejudica a qualidade de vida.

Embora a DPOC tenha sido amplamente estudada ao longo dos anos, ainda restam lacunas científicas a serem preenchidas. Dentre elas, podemos citar a melhor compreensão dos fatores que influenciam os desfechos centrados no paciente como dispneia e capacidade funcional.

Inúmeros testes têm sido realizados para avaliar a funcionalidade de pacientes com DPOC, porém poucos testes utilizam os membros superiores, os quais são imprescindíveis para as AVD.

A realização deste projeto poderá trazer evidências científicas que corroborem a utilização do Teste de AVD-Glittre como um dos principais testes funcionais para pacientes com DPOC, em função de sua característica diferenciada de valorizar a utilização de membros superiores e de realizar diferentes tarefas com os membros inferiores além da caminhada. Além disso, este projeto visa observar o comportamento do consumo de oxigênio durante as diferentes atividades realizadas no teste. Estes resultados poderão servir de orientação para programas de reabilitação a fim de que se construam protocolos que contemplem aspectos importantes na facilitação das AVD.

5. OBJETIVOS

5. 1- Geral

Avaliar o consumo de oxigênio durante as diferentes atividades de vida diária presentes no Teste de AVD- Glittre em pacientes com DPOC de moderada a grave.

5. 2- Específicos

- Avaliar a capacidade funcional dos pacientes por meio do T-Glittre;
- Avaliar o consumo de oxigênio obtido no TECP em relação ao do T- Glittre;
- Avaliar o comportamento do paciente a cada volta do T-Glittre no que se refere ao ritmo da atividade;
- Avaliar o comportamento do consumo de oxigênio a cada volta do T-Glittre.

6. MATERIAIS E MÉTODOS

6.1- Locais do estudo

Este estudo foi realizado no Laboratório de Desempenho dos Sistemas Cardiovascular e Respiratório e no Laboratório de Análise do Movimento Humano ambos do Programa de Pós-graduação em Ciências Reabilitação do Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM) e no Laboratório de Função Pulmonar do Hospital Universitário Pedro Ernesto, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

6.2- Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo prospectivo, observacional, com análise quantitativa de dados amostrais. Todos os indivíduos, após a assinatura do TCLE (Apêndice 1), foram avaliados em três ocasiões. No primeiro dia foi realizada a entrevista, o exame físico com verificação da massa corporal total, estatura e cálculo do índice de massa corporal (IMC) e os exames da função pulmonar (espirometria e pletismografia de corpo inteiro). No segundo dia foi realizada avaliação da capacidade cardiorrespiratória em esforço por meio do teste de esforço cardiopulmonar. Finalmente, no terceiro dia, foi realizado o Teste de AVD-Glittre (com medida dos gases ventilatórios) e filmagem. Os dias de avaliação foram separados por um intervalo mínimo de 48 horas (Figura 8).



Figura 8. Organização da coleta de dados. Abreviações: TCLE= Termo de consentimento Livre e esclarecido; HUPE= Hospital Universitário Pedro Ernesto; T-Glittre= Teste de AVD de Glittre.

6.3- Caracterização e tamanho da amostra

A amostra para o grupo de pacientes com DPOC foi selecionada a partir de pacientes acompanhados no Serviço de Pneumologia do Posto de Atendimento Médico

Newton Bethlem. A coleta foi iniciada após aprovação pelo Comitê de Ética e Pesquisa da UNISUAM, mediante a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (apêndice 1) pelos participantes do estudo.

A amostra foi selecionada por conveniência a partir de uma relação nominal dos pacientes atendidos do referido posto de saúde.

6.3.1- Critérios de inclusão

Foram incluídos no estudo pacientes com DPOC de moderada a grave, com $VEF_1 < 70\%$, segundo critérios de *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease* (GOLD, 2017), de ambos os sexos, com idade superior a 40 anos, clinicamente estáveis no período mínimo de um mês e que assinaram o TCLE.

6.3.2- Critérios de exclusão

Foram excluídos do estudo indivíduos que apresentassem algum tipo de limitação que impedisse a realização dos testes como doença cardíaca descompensada, alterações cognitivas, reumáticas, ortopédicas ou neurológicas; obesos ($IMC > 35 \text{ kg/m}^2$) e portadores de neoplasias além da necessidade de oxigenioterapia domiciliar.

6.4- Procedimentos/ Metodologia Proposta

6.4.1- Função pulmonar

As medidas da função pulmonar, espirometria e pletismografia corporal (figuras 9 e 10 respectivamente), foram realizadas em uma sala ampla com ar-condicionado, temperatura ambiente em torno de 21° C , com o equipamento Collins Plus Pulmonary Function Testing Systems (Warren E. Collins, Inc., Braintree, MA, EUA) utilizando-se a padronização da American Thoracic Society (Miller et al, 2005). Os valores de referência foram os nacionais (Neder et al., 1999; Pereira et al., 2007) e os resultados foram expressos como valores em percentual do previsto.

Foram dadas orientações aos pacientes antes dos exames, tais como: não realizar refeições volumosas e atividades físicas extenuantes por no mínimo uma hora antes (Pereira & Moreira, 2002).

6.4.1.1- Espirometria

A espirometria foi realizada com o paciente sentado e cabeça mantida na posição neutra para evitar alterações de fluxo expiratório, o nariz foi ocluído com um clipe para evitar escapes aéreos. Os pacientes foram orientados a realizar uma inspiração profunda até a CPT, e em seguida uma expiração rápida e forçada até o VR com sustentação de 6 segundos ou mais.

Foram mensurados o VEF_1 , a CVF e o índice VEF_1/CVF . No mínimo, três repetições do teste foram realizadas e, caso houvesse uma diferença maior de 150 ml nos valores de VEF_1 e CVF entre os testes, a manobra se repetiria até que essa diferença seja < 150 ml. Todos os valores utilizados para análise foram os obtidos pós-broncodilatação.



Figura 9. Espirometria

6.4.1.2- Pletismografia de corpo inteiro

A determinação dos volumes pulmonares estáticos foi realizada por meio do pletismógrafo de corpo inteiro. Este equipamento compreende um sistema computadorizado conectado a uma cabine hermeticamente fechada e equipada com sensores de alta sensibilidade para captar variações de pressões internas que refletem variações de volume pulmonar, conforme mudanças no volume do tórax.

O paciente deveria compreender a manobra que era previamente explicada e demonstrada pelo examinador. Seu posicionamento durante o exame foi sentado com a boca acoplada em uma peça bucal. Então, o mesmo foi orientado a respirar normalmente e, em seguida, com o auxílio das próprias mãos espalmadas, realizou a compressão das bochechas e esforços respiratórios rápidos e superficiais.



Figura 10. Pletismógrafo de corpo inteiro

6.4.2- Teste de esforço cardiopulmonar (TECP)

O TECP (figura 11) foi realizado numa sala ampla, climatizada e equipada com os materiais de emergência (desfibrilador e oxigênio) e para aferição das condições ambientais (termômetro, barômetro e hidrômetro), sendo conduzido em esteira rolante (marca IMBRAMED modelo ATL, nº de série 6.284.07.13), por meio da reprodução de um protocolo de rampa com inclinação e carga individualizadas conforme a capacidade de cada indivíduo, num tempo de intensidade de exercício de 10 minutos, com variações de 8 a 12 minutos (Diretrizes da Sociedade Brasileira de cardiologia para Teste Ergométrico, 2010).

O teste tinha característica sintoma-limitante e era interrompido por solicitação do avaliado ou no aparecimento de algum critério de interrupção, de acordo com o *American College of Sports and Medicine*. A recuperação foi feita de forma ativa até 5 minutos, com carga constante correspondendo a 40% da carga máxima obtida no final do teste.

Durante o teste, os participantes utilizaram máscara apropriada de borracha acoplada a um pneumotacógrafo de fluxo médio, que direciona o ar expirado diretamente para o analisador metabólico de gases. A ventilação pulmonar (\dot{V}_E), a fração expirada de CO_2 ($F_e \text{CO}_2$) e a fração expirada de oxigênio ($F_e \text{O}_2$) foram medidas utilizando o analisador metabólico de gases VO 2000, (marca med Graphic), utilizando software Ergomet 13 for Windows versão 1.0, 3.0 D13, segundo o fabricante monitorando FC através do Eletrocardiograma (ECG) de 12 derivações.

Os sinais eletrocardiográficos foram registrados em tempo real, utilizando-se o protocolo de doze derivações (10 pontos), e armazenados no software (WinCardio,

modelo ECG Digital, Brasil). Foram utilizados eletrodos prata/cloreto de prata (Ag/AgCl) descartáveis (MediTrace).

A pressão arterial (PA) foi aferida por meio de um tensiômetro de coluna de mercúrio (Narcosul; 1400-C) antes do teste, a cada três minutos durante o esforço e nos 1º, 3º e 5º minutos de recuperação. Durante o esforço, logo após a mensuração da PA, os participantes eram questionados quanto à percepção de esforço através da escala de modificada de Borg.



Figura 11. Teste de esforço cardiopulmonar

6.4.3- Teste de AVD-Glittre (T-Glittre)

O T-Glittre apresenta em seu percurso (figura 12) um conjunto de tarefas comuns na vida diária como caminhar, sentar e levantar de uma cadeira, subir e descer degraus e movimentar objetos com os membros superiores, que são muitas vezes penosas para pacientes com DPOC.

No presente estudo o T-Glittre foi executado conforme proposto por Skumlien *et al.* 2006, com contabilização do tempo de execução das cinco voltas e monitoramento dos gases ventilatórios exalados por meio de um dispositivo portátil que permite ao analisador de gases operar em modo remoto (VO 2000 com módulo de avaliação por telemetria marca MedGraphics).

O analisador foi acoplado no paciente através de um colete próprio (figura 12) de forma a não atrapalhar a execução das atividades propostas pelo teste e os participantes utilizaram máscara apropriada de borracha acoplada a um pneumotacógrafo de fluxo

médio (figura 12), que direciona o ar expirado diretamente para o analisador metabólico de gases.

O peso total do equipamento é de 1700 gramas e foi descontado do valor do peso da mochila (para mulheres peso do equipamento mais peso da mochila = 2500 gramas e para homens= 5000 gramas). Os pacientes foram instruídos a completar cinco voltas o mais rápido possível. A saturação periférica de oxigênio foi aferida pela oximetria de pulso e a percepção de dispnéia pela Escala Modificada de Borg antes do teste, no final de cada volta e após o teste. A pressão arterial foi mensurada no início e após o término do teste. As orientações foram padronizadas e não houve incentivo durante o teste.

Todo o teste foi filmado por meio de uma câmera comum estrategicamente posicionada e com resolução suficiente para permitir a visualização de todo o circuito de 10 metros e seus componentes (cadeira, escada e prateleira).

Os critérios de interrupção do teste foram queda da SpO₂ (abaixo de 80%), dor torácica, tonturas, náuseas e cefaleia.



Figura 12. Circuito do Teste de AVD-Glitter



Figura 13. Analisador metabólico de gases acoplado ao paciente por meio de colete para avaliação por telemetria; máscara de borracha acoplada ao pneumotacógrafo.

7. ANÁLISE DOS DADOS

Foi realizada a análise descritiva dos dados, com medidas de posição (média e mediana) e de dispersão (desvio padrão, mínimo-máximo e intervalo interquartis 25-75). Para análise da correlação entre o $\dot{V}O_2$ pico do TECP e do T-Glittre com o tempo dispendido durante este último, utilizamos o coeficiente de correlação de Pearson. Para comparação do tempo de cada volta, do $\dot{V}O_2$ de cada volta e do $\dot{V}O_2$ de cada atividade do T- Glittre aplicamos a análise de variância (ANOVA) e para identificação das diferenças entre os grupos foi realizado o teste de comparação múltipla (Tukey test). O nível de significância adotado será de 5%.

8. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Este projeto foi submetido ao CEP do Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM) e aceito, a partir do CAEE: 56438916.7.0000.5235. O estudo seguiu as normas da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, que estabelece os preceitos

éticos para a pesquisa envolvendo seres humanos, (BRASIL, 2012) e as diretrizes da Declaração de Helsinki.

Antes da realização de qualquer procedimento, todos os pacientes ou seus responsáveis foram informados sobre os objetivos e procedimentos do estudo e assinaram o TCLE.

As informações obtidas foram mantidas em sigilo absoluto com garantia do anonimato e da privacidade dos participantes da pesquisa. Todos os indivíduos foram informados que estariam livres para abandonar o estudo no momento que assim desejassem. Aos que se interessarem, os resultados do estudo serão disponibilizados.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albouaini K, Egred M, Alahmar A, Wright J. Cardiopulmonary exercise testing and its application. *Postgrad Med J.* 2007; 83:675-682.

Albuquerque AL, Nery LE, Villaça DS, Machado TY, Oliveira CC, Paes AT, Neder JA. Inspiratory fraction and exercise impairment in COPD patients GOLD stages II-III. *Eur Respir J.* 2006; 28:939-944.

Andrade CH, Cianci RG, Malaguti C, Corso SD. The use of step tests for the assessment of exercise capacity in healthy subjects and in patients with chronic lung disease. *J Bras Pneumol.* 2012; 38:116-124.

Araújo CGS. Importância da ergoespirometria na prescrição de exercício ao cardiopata. *Rev SOCERJ.* 1998; 11: 38-47.

ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166:111-117.

Barberà JA, Blanco I. Pulmonary hypertension in patients with chronic obstructive pulmonary disease: advances in pathophysiology and management. *Drugs.* 2009; 69:1153-1171.

Bellini A; Simão AF; Herdy A; Vilas-Boas F; Filho JA; Toscano T; Coutinho R; Stein R. II Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia Sobre Teste Ergométrico. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia.* 2002; 78:1-17.

Calik-Kutukcu E, Savci S, Saglam M, Vardar-Yagli N, Inal-Ince D, Arikan H, Aribas Z, Ozer O, Bosnak-Guclu M, Coplu L. A comparison of muscle strength and endurance, exercise capacity, fatigue perception and quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease and healthy subjects: a cross-sectional study. *BMC Pulm Med.* 2014; 14:1-10.

Camelier AA, Winter HD, Jardim JR, Barboza CEG, Cukier A, Miravittles M. Deficiência de alfa-1 antitripsina: diagnóstico e tratamento. *J Bras Pneumol.* 2008; 34:514-527.

Cechetil F, Simione F, Schmitt G. A influência da fadiga e da dispneia nas atividades de vida diária de portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica: o papel da reabilitação pulmonar. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde.* 2012; 10: 32-40.

Celli BR, Cote CG, Lareau SC, Meek PM. Predictors of Survival in COPD: More than Just the FEV1. *Respiratory medicine.* 2008; 102: 27-35.

Celli BR, Decramer R, Wedzicha JÁ, Wilson KC, Agustí A ?, Criner GJ, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: research questions in COPD. *Eur Resp Rev.* 2015; 24: 159-172.

Celli BR, MacNee W, Agusti A, Anzueto A, Berg B, Buist AS, et al. Standards for the diagnosis and treatment of patients with COPD: a summary of the ATS/ERS position paper. *Eur Respir J.* 2004; 23: 932-946.

Cooper CB. The connection between chronic obstructive pulmonary disease symptoms and hyperinflation and its impact on exercise and function. *The American Journal of Medicine.* 2006; 119: 21-31.

Corrêa KS, Karloh M, Martins LQ, Santos K, Mayer AF. Can the Glittre ADL test differentiate the functional capacity of COPD patients from that of healthy subjects? *Rev Bras Fisioter.* 2011; 15:467-473.

Cortopassi F, Celli B, Divo M, MD, Pinto-Plata V. Longitudinal Changes in Handgrip Strength, Hyperinflation, and 6-Minute Walk Distance in Patients With COPD and a Control Group. *Chest.* 2015; 148: 986 - 994.

Cote CG, Pinto-Plata VM, Marin JM, et al. The modified BODE index: validation with mortality in COPD. *Eur Respir J.* 2008; 32: 1269-1274.

Dal Corso AS, Camargo AA, Izbicki M, Malaguti C, Nery LE. A symptom-limited incremental step test determines maximum physiological responses in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respiratory Medicine*. 2013; 107:1993-1999.

Elwing J, Panos RJ. Pulmonary hypertension associated with COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2008; 3:55-70

Feary JR, Rodrigues LC, Smith CJ, Hubbard RB, Gibson JE. Prevalence of major comorbidities in subjects with COPD and incidence of myocardial infarction and stroke: a comprehensive analysis using data from primary care. *Thorax*. 2010; 65:956-962.

Fernandes AC, Bezerra OMPA. Terapia nutricional na doença pulmonar obstrutiva crônica e suas complicações nutricionais. *J Bras Pneumol*. 2006; 32:461-471.

Ferreira EVM. Teste cardiopulmonar de exercício na DPOC: indo além do consumo máximo de oxigênio. *J Bras Pneumol*. 2012; 38:539-540.

Fromer L, Cooper CB. A review of the GOLD guidelines for the diagnosis and treatment of patients with COPD. *Int J Clin Pract*. 2008; 62: 1219-1236.

Gagnon P, Saey D, Vivodtzev I, Laviolette L, Mainguy V, Milot J, et al. Impact of preinduced quadriceps fatigue on exercise response in chronic obstructive pulmonary disease and healthy subjects. *J Appl Physiol*. 2009; 107:832-840.

Garcia-Rio F, Lores V, Mediano O, Rojo B, Hernanz A, López-Collazo E, Alvarez-Sala R. Daily physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease is mainly associated with dynamic hyperinflation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2009; 180:506-512.

Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease: Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease, 2017. <http://www.goldcopd.org/>.

Global Strategy for the Diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease, 2006. www.goldcopd.org.

Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Distribution of muscle weakness in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil.* 2000; 20: 353-360.

Grosdidier S, Ferrer A, Faner R, Piñero J, Roca J, Cosío B. et al. Network medicine analysis of COPD multimorbidities. *Respir Res.* 2014; 15: 1-10.

Han MK, Agusti A, Calverley PM, Celli BR, Criner G, Curtis JL, et al. Chronic Obstructive Pulmonary Disease Phenotypes. *The Future of COPD. Am J Respir Crit Care Med.* 2010; 182: 598-604.

Hida W, Tun Y, Kikuchi Y, Okabe S, Shirato K. Pulmonary hypertension in patients with chronic obstructive pulmonary disease: recent advances in pathophysiology and management. *Respirology.* 2002; 7:3-13.

Janaudis-Ferreira T, Wadell K, Sundelin G, Lindström B. Thigh muscle strength and endurance in patients with COPD compared with healthy controls. *Respir Med.* 2006; 100:1451-1457.

José A, Dal Corso S. Reproducibility of the six-minute walk test and Glittre ADL-test in patients hospitalized for acute and exacerbated chronic lung disease. *Braz J Phys Ther.* 2015;19: 235-242.

Karloh M, Karsten M, Pissaia FV, Araujo CL, Mayer AF. Physiological responses to the Glittre-ADL test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Rehabil Med.* 2014; 46: 88-94.

Kathiresan G, Jeyaraman SK, Jaganathan J. Effect of upper extremity exercise in people with COPD. *J Thorac Dis.* 2010; 2: 223-236.

Kim HC, Mofarrahi M, Hussain SN. Skeletal muscle dysfunction in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2008; 3:637-658.

Kocks JW, Asijee GM, Tsiligianni IG, Kerstjens HA, van der Molen T. Functional status measurement in COPD: A review of available methods and their feasibility in primary care. *Prim Care Respir J.* 2011; 20:269-275.

Kocks JW, Asijee GM, Tsiligianni IG, Kerstjens HA, van der Molen T. Functional status measurement in COPD: A review of available methods and their feasibility in primary care. *Prim Care Respir J.* 2011; 20:269-75.

Kravchychyn ACP, Alves JCC, Kravchychyn TP, Nogueira GA, Machado FA. Comparação entre os métodos direto e indireto de determinação do $\dot{V}O_2$ máx de praticantes de corrida. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte.* 2015; 21:17-21.

MacIntyre NR. Muscle dysfunction associated with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Care.* 2006; 51:840-847.

Maltais F, Decramer M, Casaburi R, Barreiro E, Burelle Y, Debigare R, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: update on limb muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2014; 189:15-62.

Mannino D. M., Thorn D., Swensen A., Holguin F. Prevalence and outcomes of diabetes, hypertension and cardiovascular disease in COPD. *European Respiratory Journal.* 2008; 32:962-969.

Marsh SE, Travers J, Weatherall M, Williams MV, Aldington S, et al. Proportional classifications of COPD phenotypes. *Thorax.* 2008; 63: 761-767.

Martinez FJ, Foster G, Curtis JL, Criner G, Weinmann G, Fishman A
Martinez FJ, Foster G, Curtis JL, et al. Predictors of mortality in patients with emphysema and severe airflow obstruction. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006; 173:1326-34.

Meneghelo RS, Araújo CGS, Mastrocolla LE, Albuquerque PF, Serra MT, ET AL. Sociedade Brasileira de Cardiologia. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico. *Arquivo Brasileiro de Cardiologia*. 2010; 95:1-26.

Menezes AMB, Jardim JR, Pérez-Padilla R, Camelier A, Rosa F, Nascimento O, et al. Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease and associated factors: the PLATINO Study in São Paulo, Brazil. *Cad Saúde Pública*. 2005; 21: 1565-1573.

Miller MR, Hankinson J, Brusasco V. ATS/ERS Task Force. Standardization of spirometry. *Eur Respir Journal*. 2005; 26:319-38.

Monteiro DP, Britto RR, Carvalho MLV, Montemezzo D, Parreira FV, Danielle AGP. Shuttle walking test como instrumento de avaliação da capacidade funcional: uma revisão da literatura. *Revista Ciência & Saúde*. 2014; 7: 92-97.

Mostert R, Goris A, Weling-Scheepers C, Wouters EF, Schols AM. Tissue depletion and health related quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med*. 2000; 94:859-867.

Neder JA, Andreoni S, Castelo-Filho A, Nery LE. Reference values for lung function tests. I. Static volumes. *Braz Journal Med Biol Res*. 1999; 32:703-17.

Nunes ALB, Paço MJ, Sousa CM, Buzzini R. Terapia nutricional no paciente com doença pulmonar obstrutiva crônica. Projeto diretrizes- AMB/CFM. 2011.

Oca MM, Varela MVL, Acuña A, Schiavi E., Rey MA., Jardim JR. Diretrizes Brasileiras para o Manejo da DPOC. Documento oficial da Sociedade Brasileira de pneumologia e fisiologia. 2016; 1 - 144.

O'Donnell DE, Banzett RB, Carrieri-Kohlman V, Casaburi R, Davenport PW, Gandevia SC, et al. Pathophysiology of Dyspnea in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Proc Am Thorac Soc*. 2007; 4:145-168.

Oga T, Nishimura K, Tsukino M, Sato S, Hajiro T. Analysis of the factors related to mortality in chronic obstructive pulmonary disease: role of exercise capacity and health status. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003; 167:544-549.

Pereira CAC, Moreira MAF. Pletismografia - resistência das vias aéreas. *J Pneumol.* 2002; 28:139-150.

Pereira CAC, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J Bras Pneumol.* 2007; 33:397-406.

Pinto-Plata V, Cote C, Cabral H, Taylor J, Celli B. The 6-min walk distance: change over time and value as a predictor of survival in severe COPD. *Eur Respir J.* 2004; 23: 28-33.

Powers SK, Howley ET. *Fisiologia do Exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho*, 8ª edição. Ed Manole, São Paulo, 2014.

Rabahi MF. Epidemiologia da DPOC: enfrentando desafios. *Pulmão RJ.* 2013; 22:4-8.

Rabinovich RA, Vilaro J. Structural and functional changes of peripheral muscles in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Curr Opin Pulm Med.* 2010; 16:123-133.

Randell HS. Airway Epithelial Stem Cells and the Pathophysiology of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Proc Am Thorac Soc.* 2006; 3: 718-725.

Raviv S, Hawkins KA, DeCamp Jr MM, and Kalhan R. Lung Cancer in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Enhancing Surgical Options and Outcomes. *Am J Respir Crit Care Med.* 2011; 183: 1138-1146.

Rodríguez LA1, Wallander MA, Martín-Merino E, Johansson S. Heart failure, myocardial infarction, lung cancer and death in COPD patients: a UK primary care study. *Respir Med.* 2010; 104:1691-1699.

Silva AC, Torres FC. Ergoespirometria em atletas paraolímpicos brasileiros. *Rev Bras Med Esporte.* 2002; 8: 107-116.

Silva FPG, Morano MTAP, Viana CMS, Magalhães CBA, Pereira EDB. Validação do teste de avaliação da DPOC em português para uso no Brasil. *J. bras. pneumol.* 2013; 39: 402-408.

Sin DD, Man SF. Why are patients with chronic obstructive pulmonary disease at increased risk of cardiovascular diseases? The potential role of systemic inflammation in chronic obstructive pulmonary disease. *Circulation.* 2003; 107:1514-1519.

Skumlien S, Hagelunda T, Bjørtuft O, Ryg MS. A field test of functional status as performance of activities of daily living in COPD patients. *Respiratory Medicine.* 2006; 100: 316-323.

Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. II Consenso Brasileiro sobre Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica - DPOC. *J Bras Pneumol.* 2004; 30: 1-42.

Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. II Consenso Brasileiro sobre Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica - DPOC. *J Bras Pneumol.* 2004; 30: 1-42.

Spruit MA, Gosselink R, Troosters T, Kasran A, Van Vliet M, Decramer M. Low-grade systemic inflammation and the response to exercise training in patients with advanced COPD. *Chest.* 2005; 128:3183-3190.

Stein R. Teste cardiopulmonar de exercício: noções básicas sobre o tema. *Revista da Sociedade de Cardiologia do Rio Grande do Sul.* 2006; 15: 1-4.

Tateishi Y, Eguchi IY, Tohyama Y, Hirata K, Fugimoto S. Impaired muscle oxygenation during incremental cycle exercise in COPD patients compared with Age-matched healthy subjects. *The Open Rehabilitation Journal.* 2011; 4: 32-41.

Troosters T, Vilaro J, Rabinovich R, Casas A, Barberà JA, Rodriguez-Roisin R, Roca J. Physiological responses to the 6-min walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J.* 2002; 20:564-569.

Tufanin A, Souza GF, Tisi GR, et al. Cardiac, ventilatory, and metabolic adjustments in chronic obstructive pulmonary disease patients during the performance of Glittre activities of daily living test. *Chronic Respiratory Disease*. 2014; 11: 247-255.

Vilaró J, Resqueti VR, Fregonezi GAF. Avaliação clínica da capacidade do exercício em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. *Rev. bras. fisioter.* 2008; 12: 249-259.

Zafar MA , Tsuang W , Lach L , Eschenbacher W , Panos RJ . Dynamic hyperinflation correlates with exertional oxygen desaturation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Lung*. 2013; 191: 177 -182.

10. PRODUÇÃO

10.1-Manuscrito



CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA

Pró- Reitoria de Ensino, Pesquisa e Extensão

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação – PPGCR

Mestrado em Ciências da Reabilitação

**A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE PRATELEIRA GERA MAIOR CONSUMO
METABÓLICO DURANTE O TESTE DE AVD- GLITRE EM PACIENTES
COM DPOC MODERADA E GRAVE**

CHRISTIANE FIALHO RIBEIRO

RIO DE JANEIRO – RJ

2017

RESUMO

Introdução: A DPOC é responsável por gerar grande incapacidade com importante impacto social e econômico. Neste sentido torna-se importante o estudo de instrumentos de avaliação desta população, sobretudo no que se refere a sua capacidade funcional, pois esta relaciona-se à mortalidade e qualidade de vida. O teste de AVD-Glittre foi desenvolvido para avaliar o estado funcional de pacientes com DPOC, porém ainda restam lacunas em relação às diferentes atividades realizadas ao longo do teste no que se refere ao consumo metabólico. **Objetivo:** Avaliar quais atividades presentes no T-Glittre geram maior consumo de oxigênio. **Métodos:** Neste estudo transversal foram analisadas 75 voltas do T-Glittre de 15 pacientes com DPOC de moderada a grave. Os participantes foram submetidos ao TECP, aos testes de função pulmonar e ao T-Glittre com monitorização dos gases ventilatórios exalados e filmagem. **Resultados:** A tarefa que dispendeu maior consumo de oxigênio foi aquela relacionada aos movimentos executados na atividade prateleira onde o $\dot{V}O_2$ foi significativamente maior ($p = <0,001$). O consumo de oxigênio aumenta até a quarta volta e a partir desta alcança um platô, ou seja, o $\dot{V}O_2$ das voltas 3, 4 e 5 é estatisticamente diferente do $\dot{V}O_2$ das voltas 1 e 2 ($P < 0,05$) e o tempo gasto em cada volta foi semelhante a partir da segunda volta, sendo que a diferença estatística ($P < 0,05$) ocorreu somente quando comparada a primeira volta com as demais. **Conclusão:** As atividades realizadas na prateleira durante o T- Glittre são as que geram maior demanda metabólica para os pacientes com DPOC de moderada a grave e apesar destes atingirem o pico de consumo de oxigênio até a quarta volta, eles mantêm o ritmo do exercício indicando que há adaptação fisiológica a fim de manter a intensidade do esforço tolerável para que se permita a continuidade da atividade.

Palavras-chave: DPOC. Teste de AVD- Glittre. Capacidade funcional. Consumo de oxigênio.

ABSTRACT

Background: COPD is responsible for generating great disability with important social and economic impact. In this respect, it's important to study instruments for the evaluation of this population, especially regarding their functional capacity, since it's related to mortality and quality of life. The ADL-Glittre Test was developed to evaluate the functional status of COPD patients, but there are still gaps in relation to the different activities performed during the test regarding metabolic consumption. **Aims:** To evaluate which activities contained in T-Glittre generate greater oxygen consumption. **Methods:** In this cross-sectional study, 75 laps of T-Glittre were analyzed from 15 patients with moderate to severe COPD. Participants were submitted to CPET, pulmonary function tests, T-Glittre with monitoring of exhaled ventilatory gases and filming. **Results:** The task that consumed the highest oxygen consumption was the one related to the movements performed in the shelf activity where $\dot{V}O_2$ was significantly higher ($p \leq 0.001$). The oxygen consumption increases up to the fourth lap and then reaches a plateau, in other words, the $\dot{V}O_2$ of laps 3, 4 and 5 is statistically different from $\dot{V}O_2$ of the laps 1 and 2 ($P < 0.05$) and the time spent on each lap was similar from the second lap, and the statistical difference ($P < 0.05$) occurred only when compared to the first lap with the others. **Conclusion:** The activities performed on the shelf during T-Glittre are the ones that generate the greatest metabolic demand for patients with moderate to severe COPD, and even though they reach peak oxygen consumption up to the fourth lap, they maintain the exercise rhythm indicating that there is physiological adaptation in order to keep the intensity of tolerable effort, so that they can continue the activity.

Key words: COPD. ADL-Glittre Test. Functional status. Oxygen uptake.

1 - INTRODUÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), responsável por gerar grande incapacidade e crescentes prejuízos sociais e econômicos, se configura como a quarta principal causa de morte em todo o mundo, estimando-se que em 2020, esta passe a ocupar a terceira posição. Trata-se uma afecção crônica que pode ser prevenida e tratada sendo caracterizada pela presença de limitação persistente ao fluxo aéreo, que normalmente é progressiva e associada a uma resposta inflamatória anormal das vias aéreas e pulmões à inalação de gases ou partículas tóxicas (GOLD, 2017).

Apesar de não avaliar globalmente o impacto da DPOC na saúde do paciente, a espirometria é considerada padrão-ouro para diagnosticar a doença e monitorar sua progressão, representando a medida acessível mais bem padronizada e mais reprodutível, sendo objetiva para limitação do fluxo aéreo (GOLD, 2017). No entanto é recomendável que a classificação de gravidade da DPOC seja baseada não somente nos valores espirométricos, mas também em outras variáveis associadas à sobrevida dos pacientes como a intensidade dos sintomas, sobretudo a dispneia, o estado nutricional, a frequência de exacerbações e hospitalizações além da capacidade de exercício (Celli *et al.*, 2004). A dispneia é a maior causa de disfunção e ansiedade e, quando surge, normalmente já ocorreu uma grande perda da função pulmonar (GOLD, 2017). Torna-se mais intensa aos esforços, logo os pacientes tendem a se exercitar menos, a fim de evitar o desconforto ventilatório, entrando em um ciclo de inatividade, o que leva ao maior comprometimento funcional por desuso muscular (Cechetil *et al.*, 2012).

A avaliação da capacidade de exercícios é de grande importância nesta população uma vez que sua diminuição está relacionada a prejuízos na qualidade de vida e ao aumento na mortalidade (O'Donnell *et al.*, 2001; Gagnon *et al.*, 2009), bem como o consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) durante as atividades funcionais. A mensuração direta do $\dot{V}O_2$ máx através do teste de esforço cardiopulmonar representa a medida padrão ouro da capacidade de exercícios (Cote *et al.*, 2008), no entanto o mesmo possui algumas limitações para a sua execução rotineira, tais como: alto custo financeiro e necessidade equipe especializada (Duarte & Duarte, 2001), além de não estar disponível na maioria dos serviços de saúde. Neste sentido, os testes de campo constituem uma alternativa importante na avaliação da tolerância ao exercício (Vilaró *et al.*, 2008), pois possuem um importante valor clínico, por serem indicadores da capacidade funcional e se relacionar bem com as atividades de vida diária (AVD). Os mesmos têm sido frequentemente

utilizados na avaliação de medidas terapêuticas e reabilitadoras (Skumlien *et al.*, 2006; Kocks *et al.*, 2011; GOLD, 2015).

A habilidade dos pacientes com DPOC em realizar as AVD é melhor avaliada por testes que envolvam membros inferiores e superiores. As atividades que envolvem a utilização dos membros superiores são penosas para muitos desses indivíduos, pois aumentam a demanda ventilatória levando a um maior consumo da reserva ventilatória (Karloh *et al.*, 2014) e devem ser incluídas na realização de testes funcionais. Desta forma o teste de AVD- Glittre (T- Glittre), validado em 2006 (Skumlien *et al.*, 2006), representa uma alternativa interessante para avaliação funcional dos pacientes com DPOC, uma vez que contempla atividades comuns do cotidiano dos indivíduos como sentar-se e levantar-se de uma cadeira, caminhar, subir e descer degraus, e manipular objetos em uma prateleira com os braços sem apoio (Karloh *et al.*, 2014).

Visto que ainda existem lacunas no que se refere ao dispêndio metabólico de pacientes com DPOC durante atividades que envolvam membros inferiores e superiores, este estudo visa a análise metabólica de cada atividade que compõe o T-Glittre, pois este teste tem sido considerado a medida mais compreensível da funcionalidade por contemplar um grande número de tarefas de vida diária conforme a classificação internacional de funcionalidade (Bui *et al.*, 2017).

2 - MÉTODOS

2.1 - Pacientes

No período entre abril de 2015 a maio de 2017 foram analisadas 75 voltas do teste de AVD-Glittre de 15 pacientes com DPOC, de ambos os gêneros, com idade superior a 40 anos, classificados em moderados e graves, recrutados na Policlínica Newton Bethlen, Rio de Janeiro, Brasil. O diagnóstico de DPOC foi confirmado pela espirometria com valor de VEF₁/CVF pós broncodilatação menor que 0,7 segundo critérios de *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease* (GOLD, 2017). O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM) sob número 56438916.7.0000.5235 e foram incluídos pacientes com DPOC clinicamente estáveis no período mínimo de um mês que assinaram o TCLE. A presença de algum tipo de limitação que impedisse a realização dos testes como doença cardíaca descompensada, alterações cognitivas, reumáticas, ortopédicas ou neurológicas; obesidade (IMC > 35 kg/m²) e neoplasias, além da necessidade de oxigenioterapia domiciliar, foram considerados critérios de exclusão.

2.2 - Mensurações

2.2.1 - Função pulmonar

As medidas da função pulmonar realizadas foram a espirometria e pletismografia corporal com o equipamento Collins Plus Pulmonary Function Testing Systems (Warren E. Collins, Inc., Braintree, MA, EUA) utilizando-se a padronização da *American Thoracic Society* (Miller et al, 2005). Os valores de referência foram os nacionais (Neder et al., 1999; Pereira et al., 2007) e os resultados foram expressos como valores em percentual do previsto.

2.2.2 - Teste de esforço cardiopulmonar (TECP)

O TECP foi realizado no Laboratório de Movimento Humano da Universidade Augusto Motta por meio de esforço progressivo em esteira rolante (IMBRAMED ATL, Porto Alegre, Brasil), pela reprodução de um protocolo de rampa com inclinação e carga individualizadas conforme a capacidade de cada indivíduo, num tempo de intensidade de exercício de 10 minutos, com variações de 8 a 12 minutos, seguindo recomendações da *American Thoracic Society and American College of Chest Physicians* de 2003. A pressão arterial foi mensurada a cada dois minutos ao longo do período de exercício. A ventilação pulmonar ($\dot{V}E$), a produção de gás carbônico ($\dot{V}CO_2$) e de oxigênio ($\dot{V}O_2$) e as variáveis relacionadas foram mensuradas utilizando o analisador metabólico de gases VO 2000 (Med Graphic) a cada respiração (Weisman and Zeballos, 2001).

2.2.3 - Teste de AVD-Glittre (T-Glittre)

O T-Glittre foi executado conforme proposto por Skumlien *et al.* 2006. Neste teste o indivíduo (carregando uma mochila com 2,5 kg se for do sexo feminino ou 5,0 kg se for do sexo masculino) deve percorrer um percurso de 10 metros onde inicialmente está posicionada uma cadeira, no meio, uma plataforma com três degraus, e no fim, uma prateleira com três níveis (inferior, médio e superior) contendo três objetos de um kg que devem ser movidos entre esses diferentes níveis. É contabilizado o tempo para completar cinco voltas no circuito citado. Durante o teste realizamos o monitoramento dos gases ventilatórios exalados por meio de um dispositivo portátil que permite ao analisador de gases operar em modo remoto (VO 2000 com módulo de avaliação por telemetria marca Med Graphics). O analisador foi acoplado no paciente através de um colete próprio de forma a não atrapalhar a execução das atividades propostas pelo teste e os participantes

utilizaram máscara apropriada de borracha acoplada a um pneumotacógrafo de fluxo médio que direciona o ar expirado diretamente para o analisador metabólico de gases. O peso total do equipamento é de 1700 gramas e foi descontado do valor do peso da mochila (para mulheres: peso do equipamento mais peso da mochila = 2500 gramas e para homens= 5000 gramas). Os pacientes foram instruídos a completar cinco voltas o mais rápido possível podendo efetuar paradas caso fosse necessário embora o cronômetro continuasse a marcar o tempo. A saturação periférica de oxigênio foi aferida pela oximetria de pulso e a percepção de dispneia pela Escala Modificada de Borg antes do teste, no final de cada volta e após o memo. A pressão arterial foi mensurada no início e após o término do teste. As orientações foram padronizadas e não houve incentivo ao paciente. Todo o teste foi filmado por meio de uma câmera comum estrategicamente posicionada e com resolução suficiente para permitir a visualização de todo o circuito de 10 metros e seus componentes (cadeira, escada e prateleira). Os critérios de interrupção do teste foram queda da saturação periférica de oxigênio (abaixo de 80%), dor torácica, tonturas, náuseas e cefaleia.

3 - ANÁLISE DE DADOS

Para comparação do tempo de cada volta, do $\dot{V}O_2$ de cada volta e do $\dot{V}O_2$ de cada atividade do T- Glittre foi aplicada a análise de variância (ANOVA). O teste de comparação múltipla (Teste Tukey) foi utilizado para identificação das diferenças entre os grupos. O nível de significância adotado foi de 5%.

4 - RESULTADOS

Foram recrutados inicialmente 38 pacientes com DPOC de moderada a grave. Destes, 23 foram excluídos pelos seguintes motivos: (12) desistências, (3) não aceitaram participar da pesquisa, (2) não toleraram a utilização da máscara para análise metabólica de gases respiratórios, (2) óbitos, (2) apresentavam patologias que dificultavam a realização dos testes, (1) incapacidade de realizar o teste na esteira, (1) exacerbação da DPOC. Um total de 75 voltas foram obtidas no teste de 15 participantes, de ambos os sexos, sendo 9 do sexo masculino e 6 do sexo feminino, com médias de idade de $70 \pm 7,8$ anos, massa corporal $62,8 \pm 14,05$ kg, altura $1,61 \pm 0,08$ m e IMC $24,23 \pm 5,54$ kg/m², oscilando entre baixo peso e peso ideal. Com relação à classificação da DPOC, seguindo os critérios de

GOLD, 9 (60 %) indivíduos da amostra eram moderados e 6 (40%) eram graves. Os dados antropométricos, clínicos, da função pulmonar de repouso e do TECP estão apresentados na Tabela 1.

VARIÁVEIS	MÉDIA ± DESVIO PADRÃO
Antropométricas e Demográficas	
Gênero (M/F)	9/6
Idade (anos)	70 ± 7,8
Estatura (m)	1,61 ± 0,09
IMC (kg/m ²)	24,23 ± 5,55
Classificação DPOC	
Moderado (n)	9 (60%)
Grave (n)	6 (40%)
Função Pulmonar	
CVF (% predito)	80 ± 12,07
VEF1 (% predito)	53 ± 13,13
VEF1/CVF	53 ± 10,78
CPT (% predito)	112 ± 19,26
CRF (% predito)	118 ± 32,63
VR (% predito)	158 ± 47,09
CI (% predito)	102 ± 25,47
CI/CPT	0,37 ± 0,13
Teste de Esforço Cardiopulmonar	
$\dot{V}O_2$ pico (ml/kg.min)	23,89 ± 6,21
$\dot{V}O_2$ pico (l/min)	1,49 ± 0,55
Tempo (min)	07:27,24 ± 04:23,07
Teste AVD-Glittre	
Tempo (min)	06:10,39 ± 01:28,26
$\dot{V}O_2$ pico (ml/kg.min)	22,53 ± 7,48
$\dot{V}O_2$ pico (l/min)	1,40 ± 0,45

Tabela 1 - IMC = Índice de massa corporal; CVF = capacidade vital forçada; VEF₁ = volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF₁/ CVF = relação entre o volume expiratório forçado no primeiro segundo e a capacidade vital forçada; CPT = capacidade pulmonar total; CRF = capacidade residual funcional; VR = volume residual; CI = capacidade inspiratória; CI/CPT = relação entre a capacidade inspiratória e a capacidade pulmonar total; $\dot{V}O_2$ pico ml(kg.min) = pico do consumo de oxigênio em valores preditos; $\dot{V}O_2$ pico (l/min)= pico do consumo de oxigênio em valores absolutos.

4.1 - Comparação entre o tempo de cada volta

A mediana do tempo em segundos de cada volta foi de 77, 000 (25%: 65,750; 75%: 96,000); 69,000 (25%: 61,000; 75%: 83,250); 61,000 (25%: 58,250; 75%: 86,250);

66,000 (25%: 59,000; 75%: 93,500) e 63,000 (25%: 59,250; 75%: 82,000) respectivamente. A análise de variância demonstrou diferença estatisticamente significativa entre as voltas ($P = 0,002$) e a análise por comparação múltipla (Tukey Test) evidenciou que a primeira volta é mais longa que as demais ($P < 0,05$) como pode ser observado na figura 1.

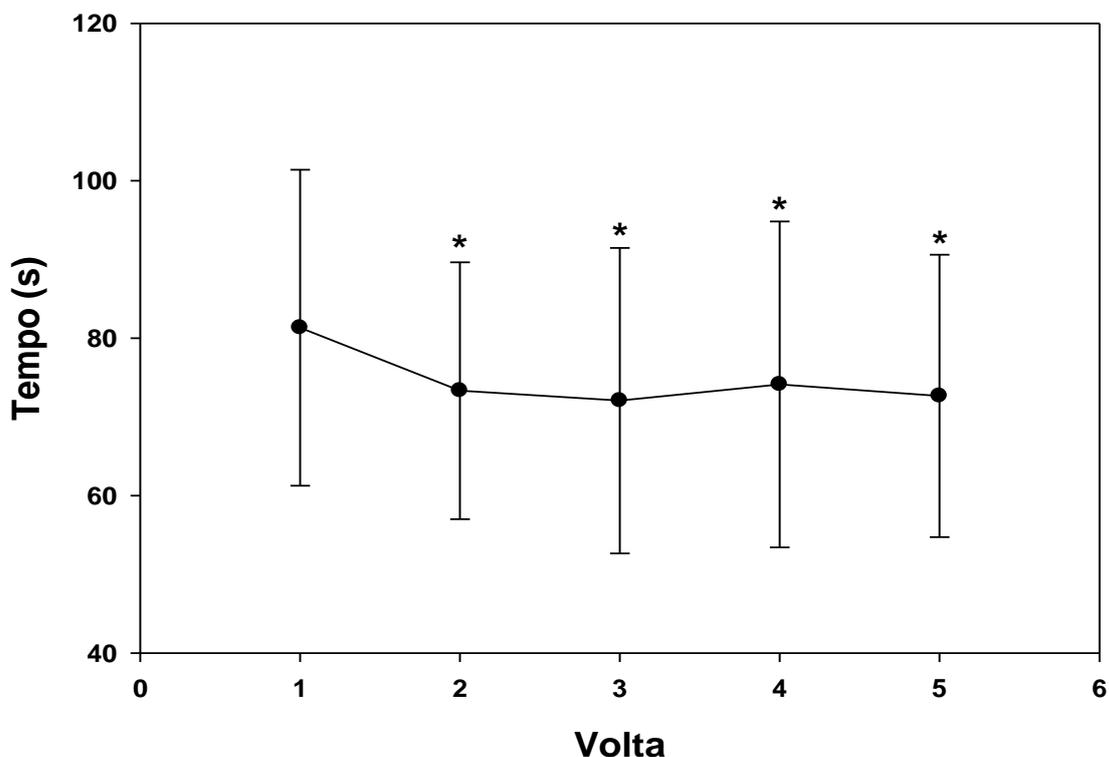


Figura 1- Curva representando a mediana do tempo em segundos de cada volta do T-Glittre considerando os 15 indivíduos da amostra. *Voltas que diferiram estatisticamente da volta 1 ($P < 0,05$).

4.1 - Comparação entre $\dot{V}O_2$ de cada volta

A mediana do consumo médio de oxigênio relativo ($\dot{V}O_2$ m) (ml/kg.min) em cada volta do T-Glittre foi de 7,630 (25%: 5,688; 75%: 10,803); 14,290 (25%: 10,342; 75%: 17,496); 16,160 (25%: 13,358; 75%: 21,141); 17,896 (25%: 13,924; 75%: 21,880) e 17,246 (25%: 13,781; 75%: 20,375) respectivamente. O teste ANOVA One Way evidenciou diferença significativa entre as voltas ($P = < 0,001$) e a análise por comparação múltipla (Tukey Test) definiu que o $\dot{V}O_2$ aumenta até a quarta volta e a partir desta alcança um platô, ou seja o $\dot{V}O_2$ das voltas 3, 4 e 5 é estatisticamente diferente do $\dot{V}O_2$ das voltas 1 e 2 ($P < 0,05$), como pode ser observado na figura 2.

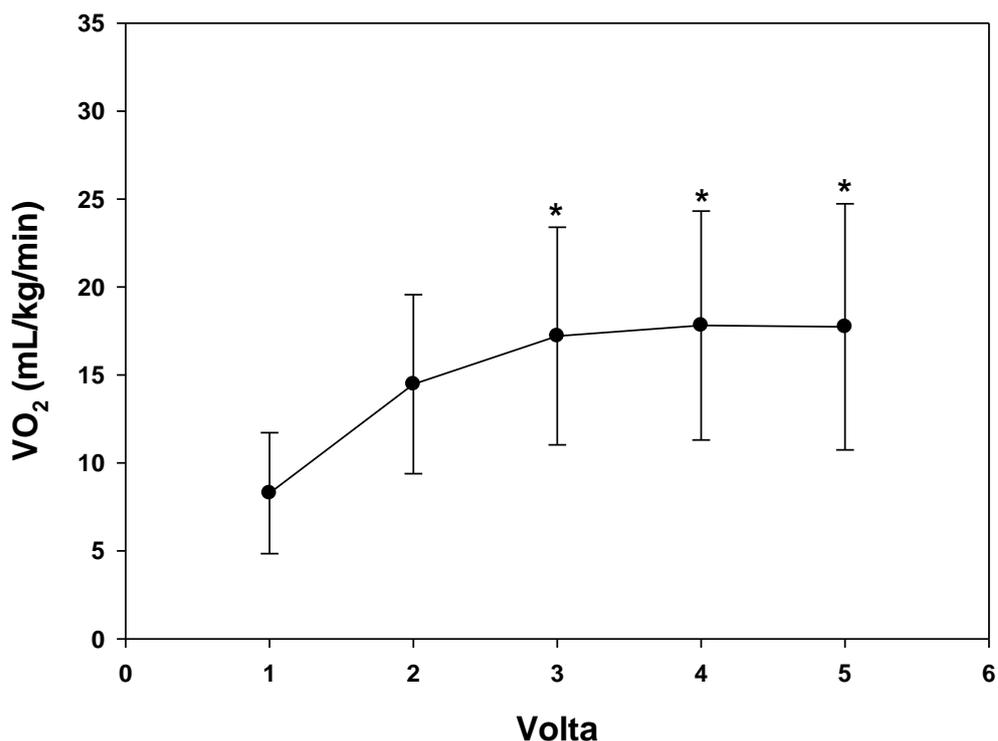


Figura 2- Curva representando a mediana do consumo médio de oxigênio ($\dot{V}O_2$ m) em ml/kg.min a cada volta do T- Glittre considerando os 15 indivíduos da amostra. *Voltas que diferiram estatisticamente das voltas 1 e 2.

4.3 - Comparação entre $\dot{V}O_2$ das atividades do teste

O T-Glittre foi analisado separadamente em oito atividades (Figura 3) sendo que o $\dot{V}O_2$ foi mensurado durante cada uma delas, em cada volta. Foram obtidos os seguintes valores de $\dot{V}O_2$ em cada atividade: cadeira (15,473 ml/kg.min), caminhada ida 1 (14,920 ml/kg.min), escada ida (15,526 ml/kg.min), caminhada ida 2 (13,993 ml/kg.min), prateleira (17,400 ml/kg.min), caminhada volta 1 (16,312 ml/kg.min), escada volta (16,859 ml/kg.min) e caminhada volta 2 (14,900 ml/kg.min).

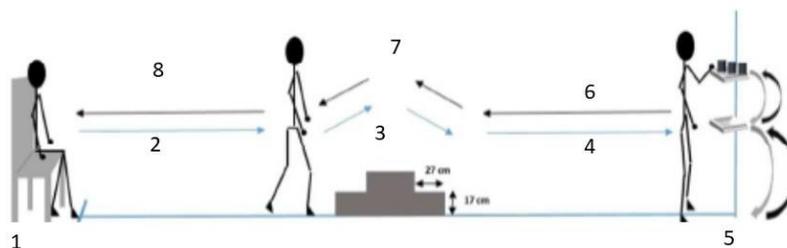


Figura 3 - Representação esquemática das atividades do T- Glittre. 1: cadeira; 2: caminhada ida 1; 3: escada ida; 4: caminhada ida 2; 5: prateleira; 6: caminhada volta 1; 7: escada volta e 8: caminhada volta 2. Adaptado de Bui *et al.*, 2017.

Houve diferença significativa entre o $\dot{V}O_2$ das atividades ($p = <0,001$) e a análise por comparação múltipla (Tukey Test) evidenciou que a prateleira representa maior consumo

de oxigênio em relação a cadeira, caminhada ida 1, escada ida, caminhada ida 2 e caminhada volta 2 ($p < 0,05$), como pode ser observado na figura 4.

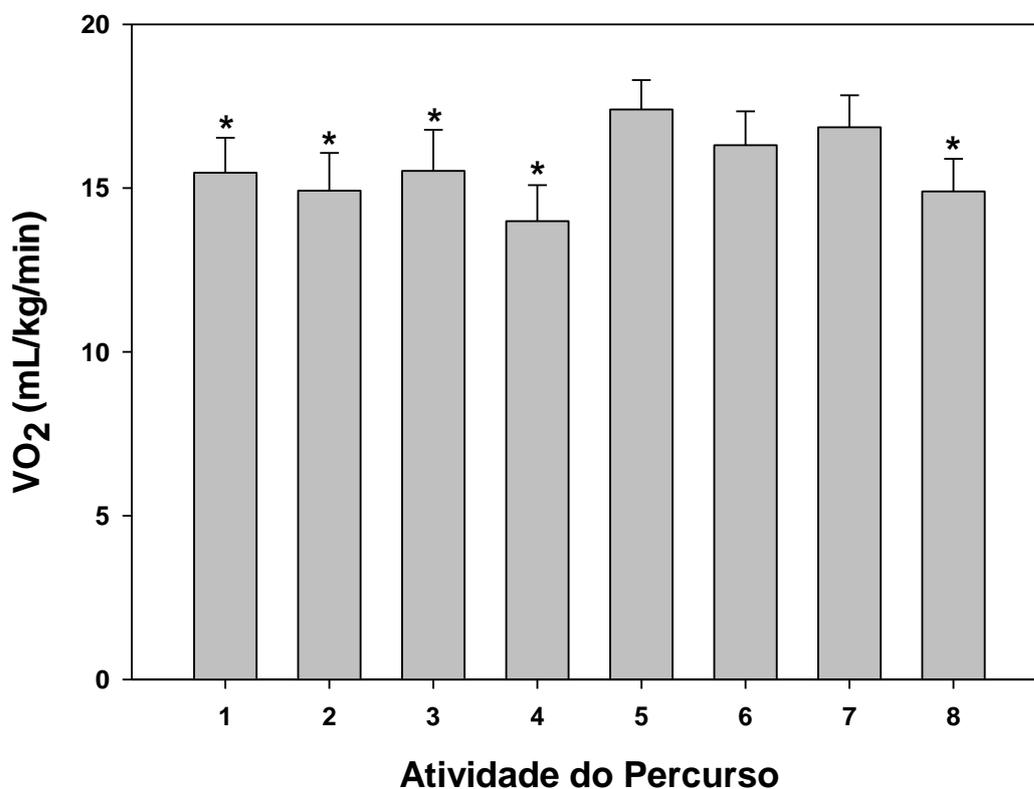


Figura 4- Representação gráfica do consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) em ml/kg.min em cada atividade das 5 voltas T- Glittre considerando os 15 indivíduos da amostra. 1: cadeira; 2: caminhada ida 1; 3: escada ida; 4: caminhada ida 2; 5: prateleira; 6: caminhada volta 1; 7: escada volta e 8: caminhada volta 2. * significativamente menor com relação à prateleira ($P < 0,05$).

5 - DISCUSSÃO

Apesar do T-Glittre ter sido idealizado para a avaliação do estado funcional de pacientes com DPOC inseridos em programas de reabilitação (Skumlien *et al.*, 2006), o mesmo vem sendo utilizado para a análise da funcionalidade de outras populações: pacientes com DPOC pós-exacerbação incluídos em um programa de internação domiciliar (Valeiro *et al.*, 2016), pacientes hospitalizados por doenças pulmonares agudas e crônicas exacerbadas (José *et al.*, 2015), pacientes com fibrose cística (Arikan *et al.*, 2015) e pacientes em pós operatório tardio de cirurgia bariátrica (Monteiro *et al.*, 2017).

Poucos estudos analisaram o consumo de oxigênio durante o T- Glittre (Tufanin *et al.*, 2014; Karloh *et al.* 2014) e nenhum deles considerou o consumo por tarefa realizada durante o teste. Em nosso estudo observamos que a tarefa que dispense maior consumo de oxigênio foi aquela relacionada aos movimentos executados na atividade prateleira.

Neste ponto do percurso, os indivíduos devem realizar atividades praticamente simultâneas com os membros superiores e inferiores. Ao colocar cada um dos três objetos no andar inferior da prateleira, é necessário um movimento combinado de agachamento com sustentação e movimentação de carga pelos membros superiores, por outro lado, ao retornar o peso para os andares superiores da prateleira há também um movimento combinado de elevação dos membros superiores com o retorno à posição ortostática. Em um estudo realizado por Karloh e colaboradores (2014) foi avaliada as respostas fisiológicas induzidas pelo T-Glittre em pacientes com DPOC e comparadas àquelas geradas pelo TC6M concluindo-se que o primeiro leva a um consumo de oxigênio ligeiramente maior que o segundo. Os autores atribuíram essa diferença às características das atividades realizadas durante o T- Glittre que envolve atividades mais complexas que possuem maior demanda muscular que o TC6M.

A utilização simultânea da musculatura superior e inferior gera elevada demanda metabólica, pois a disfunção muscular na DPOC não afeta apenas os músculos ventilatórios, havendo também acometimento da musculatura periférica, sobretudo dos membros inferiores. Desta forma a execução das AVD não é influenciada apenas por questões ventilatórias (Maltais *et al.*, 2014) uma vez que cerca de um terço dos pacientes apresentam atrofia e fraqueza dos membros inferiores e esta tem causa multifatorial, podendo estar associada ao desuso gerado pelo ciclo vicioso de dispneia e inatividade (Cechetil *et al.*, 2012), à hiperinsuflação, desnutrição, uso de corticosteroides (Gosselink *et al.*, 2000), existência de doenças cardíacas, inflamação sistêmica, hipóxia tecidual, apoptose musculoesquelética, estresse oxidativo, tabagismo e suscetibilidade a alterações hormonais (Janaudis, *et al.*, 2006).

Como o T-Glittre envolve a participação dos membros inferiores em tarefas mais elaboradas e que refletem melhor o cotidiano que a caminhada apenas, este pode conter dados que forneçam uma ideia mais completa do déficit funcional. Além disso, a utilização dos membros superiores também contemplada pelo teste, muitas vezes é exaustiva para os pacientes com DPOC, o que pode ser explicado pelo uso da musculatura acessória da respiração na realização das atividades com os braços, impossibilitando assim sua contribuição com a ventilação (Kathiresan *et al.*, 2010). Tal fato é observado no estudo de Velloso *et al.* (2003) que avaliou a demanda metabólica e ventilatória durante a realização de quatro atividades com os membros superiores (varrer, apagar quadro negro, trocar lâmpadas e elevar potes) de pacientes com DPOC de moderada a grave e constatou que estas geraram um aumento significativo da ventilação voluntária

máxima (62,7%) e do $\dot{V}O_2$ (55%) em termos de percentual do previsto. A tarefa com o membro superior que gerou maior consumo de oxigênio foi a elevação de potes de diferentes pesos (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 kg) da altura da cintura para a posição acima da cabeça. Esta atividade é bastante semelhante àquela realizada na prateleira no T-Glittre, porém durante este executa-se também movimentos de agachamento devido prateleira inferior que se situa no nível do chão. Enquanto a realização de atividades com os braços não apoiados em pacientes com DPOC gera dispneia e assincronia toracoabdominal em um curto período de tempo (Celli *et al.*, 1986; Castro *et al.*, 2013), as atividades com os membros inferiores geram um maior consumo de oxigênio comparativamente. No entanto, as atividades com os braços levam a maior produção de dióxido de carbono ($\dot{V}CO_2$) e de ventilação minuto (Martin *et al.*, 1991) sugerindo que o exercício com o membro superior atinge o limiar anaeróbio precocemente quando comparado ao exercício de membros inferiores com cargas de trabalho comparáveis.

O estudo realizado por Castro *et al* (2013) também avaliou a demanda ventilatória e metabólica de pacientes com DPOC de diferentes gravidades em diversas AVD agrupadas em quatro domínios (descanso, cuidados pessoais, atividades laborais e esforços) e concluiu que as atividades simples do dia-a-dia estão associadas a uma alta proporção da capacidade aeróbica de pico estimada e que atividades simultâneas com membros superiores e inferiores geram maior demanda ventilatória e metabólica. Assim, durante a atividade prateleira no teste de AVD- Glittre temos uma combinação de movimentos das extremidades superior e inferior o que poderia explicar nossos achados de um maior consumo de oxigênio neste momento e nos dois momentos subsequentes à prateleira: caminhada volta e escada volta, indicando que os indivíduos ainda apresentavam alto consumo metabólico gerado pela atividade anterior.

O $\dot{V}O_2$ máx só é obtido durante a realização de teste de esforço máximo e é incomum em indivíduos sedentários saudáveis e dificilmente é alcançado por pacientes pneumopatas. Esta dificuldade na obtenção do $\dot{V}O_2$ máx ocorre porque é necessária uma reserva metabólica considerável para manter o consumo de oxigênio com o incremento de carga até que se atinja um platô e se estabilize a curva de $\dot{V}O_2$. Em pacientes com DPOC esta reserva encontra-se muito reduzida. Nesse contexto, o $\dot{V}O_2$ pico, obtido em testes submáximos, assume papel de equivalente importância na prática clínica (Neder & Nery, 2002). Por este motivo nossos dados são apresentados na forma de $\dot{V}O_2$ pico, apesar dos nossos pacientes terem realizado o Teste de Esforço Cardiopulmonar em esteira. Vale ressaltar que nossos pacientes não

atingiram o $\dot{V}O_2$ máx durante a realização do TECP em decorrência do comprometimento da função pulmonar. Tal fato demonstra que o TECP possui limitações para pacientes com DPOC de moderada a grave, justificando desta forma a utilização do $\dot{V}O_2$ pico obtido em testes submáximos.

Ao realizar a comparação de $\dot{V}O_2$ pico mensurado no TECP em relação ao $\dot{V}O_2$ pico obtido no T-Glittre, constatamos que os valores tendem a ser bem próximos (23,89 e 22,53 ml/kg.min, respectivamente), porém sem significância estatística, o que pode ser devido ao reduzido número de pacientes utilizados para a análise desta variável.

Em relação ao consumo de oxigênio a cada volta, observamos que há um aumento até a quarta volta com posterior estabilização, resultado este semelhante ao obtido no estudo de Tufanin e colaboradores (2014) que encontrou o maior consumo de oxigênio na terceira volta. Em nosso estudo observamos que mesmo após a obtenção do $\dot{V}O_2$ pico, há manutenção da atividade o que pode ser comprovado pelo tempo médio em segundos de cada volta. O tempo gasto em cada volta foi semelhante a partir da segunda volta, sendo que a diferença estatística ocorreu somente quando foi comparada a primeira volta com as demais. Provavelmente este comportamento está relacionado ao fator aprendizado que fez com que o paciente demorasse um tempo maior para executá-la.

Em relação à estabilização do consumo após a obtenção do $\dot{V}O_2$ pico, podemos inferir que os pacientes mantiveram um ritmo de atividade constante que lhes permitiam concluir a tarefa em função de adaptações fisiológicas. Este achado também foi observado por Turner e colaboradores (2004) na avaliação das respostas fisiológicas durante testes incrementais como o *Shuttle Walk Test* e o teste no ciclo ergômetro e no teste auto gerenciado pelo paciente como o TC6M. Foi constatado pelo padrão de dispneia e frequência cardíaca que os pacientes avaliavam o esforço para atingir um pico de intensidade tolerável e finalizavam a atividade. Tal estratégia não é possível nos testes com incremento de carga, justificando assim a diferença funcional entre os testes máximo e submáximo. No primeiro, a obtenção do $\dot{V}O_2$ pico ou máximo, faz com que o indivíduo interrompa o teste, pois o mesmo não possui condições para manutenção do exercício. Durante a realização de testes submáximos, pacientes com DPOC gerenciam o ritmo da atividade com o objetivo de completar a tarefa.

O T-Glittre gera um consumo elevado, porém sustentável de oxigênio, pois os pacientes controlam a intensidade do esforço. O platô observado no consumo de oxigênio, bem como a velocidade imposta pelo paciente na realização da tarefa proposta podem

fornecer informações importantes em relação a capacidade de exercícios uma vez que refletem a resposta integrada do sistema.

Em resumo, nossos achados comprovam que as atividades realizadas na prateleira durante o T- Glittre são as que geram maior demanda metabólica para os pacientes com DPOC de moderada a grave e que apesar destes atingirem o pico de consumo de oxigênio até a quarta volta, eles mantêm o ritmo do exercício indicando que há adaptação fisiológica a fim de manter a intensidade do esforço tolerável para que se permita a continuidade da atividade.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arikan H, Yatar İ, Calik-Kutukcu E, Aribas Z, Saglam M, Vardar-Yagli N, et al. A comparison of respiratory and peripheral muscle strength, functional exercise capacity, activities of daily living and physical fitness in patients with cystic fibrosis and healthy subjects. *Res Dev Disabil.* 2015; 45:147-156.
2. Bui KL, Nyberg A, Maltais F, Saey D. Functional Testes in Chronic Obstructive Pulmonary Disease Part 2: Measurement Properties. *AnnalsATS.*2017.
3. Castro AA, Porto EF, Feltrim MI, Jardim JR. Asynchrony and hyperinflation in patients with chronic obstructive pulmonary disease during two types of upper limbs exercise. *Arch Bronconeumol.* 2013; 49:241-248.
4. Castro AA, Porto EF, Iamonti VC, et al. Oxygen and ventilatory output during several activities of daily living performed by COPD patients stratified according to disease severity. *PLoS ONE* 2013; 8: e79727.
5. Cechetti F, Simione F, Schmitt G. A influência da fadiga e da dispneia nas atividades de vida diária de portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica: o papel da reabilitação pulmonar. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde.* 2012; 10: 32-40.
6. Celli BR, Decramer R, Wedzicha JÁ, Wilson KC, Agustí A 1, Criner GJ, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: research questions in COPD. *Eur Resp Rev.* 2015; 24: 159–172.
7. Celli BR, MacNee W, Agusti A, Anzueto A, Berg B, Buist AS, et al. Standards for the diagnosis and treatment of patients with COPD: a summary of the ATS/ERS position paper. *Eur Respir J.* 2004; 23: 932–946.
8. Celli BR, Rassulo J, Make BJ. Dyssynchronous breathing during arm but not leg exercise in patients with chronic airflow obstruction. *N Engl J Med* 1986; 314:1485–1490.

9. Cote CG, Pinto-Plata VM, Marin JM, Nekach H, Dordelly LJ, Celli BR. The modified BODE index: validation with mortality in COPD. *Eur Respir J*. 2008; 32: 1269–1274.
10. Duarte MFS, Duarte CR. Validade do teste aeróbio de corrida de vai e vem de 20 metros. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. 2001; 9:07-14.
11. Gagnon P, Saey D, Vivodtzev I, Laviolette L, Mainguy V, Milot J, et al. Impact of preinduced quadriceps fatigue on exercise response in chronic obstructive pulmonary disease and healthy subjects. *J Appl Physiol*. 2009; 107:832–840.
12. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease: Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease, 2017. <http://www.goldcopd.org/>.
13. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Distribution of muscle weakness in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil*. 2000; 20: 353-360.
14. Hill K, Dolmage TE, Woon L, Coutts D, Goldeisetin R, Brooks D. Comparing peak and submaximal cardiorespiratory responses during field walking tests with incremental cycle ergometry in COPD. *Respirology*. 2012; 17:278–284.
15. Janaudis-Ferreira T, Wadell K, Sundelin G, Lindström B. Thigh muscle strength and endurance in patients with COPD compared with healthy controls. *Respir Med*. 2006; 100:1451-1457.
16. José A, Dal Corso S. Reproducibility of the six-minute walk test and Glittre ADL-test in patients hospitalized for acute and exacerbated chronic lung disease. *Braz J Phys Ther*. 2015;19: 235–242.
17. Karloh M, Karsten M, Pissaia FV, Araujo CL, Mayer AF. Physiological responses to the Glittre-ADL test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Rehabil Med*. 2014; 46: 88–94.
18. Kathiresan G, Jeyaraman SK, Jaganathan J. Effect of upper extremity exercise in people with COPD. *J Thorac Dis*. 2010; 2: 223-236.
19. Kocks JW, Asijee GM, Tsiligianni IG, Kerstjens HA, van der Molen T. Functional status measurement in COPD: A review of available methods and their feasibility in primary care. *Prim Care Respir J*. 2011; 20:269–275.
20. Maltais F, Decramer M, Casaburi R, Barreiro E, Burelle Y, Debigare R, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: update on limb muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014; 189:15–62.

21. Martin TW, Zeballos RJ, Weisman IM. Gas exchange during upper extremity exercise. *Chest* 1991; 99:420–425.
22. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, Crapo R, Enright P, van der Grinten CP, Gustafsson P, Jensen R, Johnson DC, MacIntyre N, McKay R, Navajas D, Pedersen OF, Pellegrino R, Viegi G, Wanger J; ATS/ERS Task Force 2005 Standardisation of spirometry. *The European Respiratory Journal* 2005; 26: 319–338.
23. Monteiro F, Ponce DA, Silva H, Carrilho AF, Pitta F. Validity and Reproducibility of the Glittre ADL-Test in Obese and Post-Bariatric Surgery Patients. *Obesity Surgery*. 2017; 27:110-114.
24. Neder JA, Nery LE. Teste de Exercício Cardiopulmonar. *J Pneumol*. 2002; 28(3):166-206.
25. Neder JA, Andreoni S, Peres C, Nery LE 1999 Reference values for lung function tests. I. Static volumes. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 1999; 32:703-717.
26. O'Donnell DE, Revill SM, Webb KA. Dynamic hyperinflation and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001; 164:770–777.
27. Skumlien S, Hagelunda T, Bjørtuftb O, Ryg MS. A field test of functional status as performance of activities of daily living in COPD patients. *Respiratory Medicine*. 2006; 100: 316–323.
28. Troosters T, Vilaro J, Rabinovich R, Casas A, Barbera JA, Rodriguez- Roisin R, et al. Physiological responses to the 6-min walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J*. 2002; 20: 564–569.
29. Tufanin A, Souza GF, Tisi GR, et al. Cardiac, ventilatory, and metabolic adjustments in chronic obstructive pulmonary disease patients during the performance of Glittre activities of daily living test. *Chronic Respiratory Disease*. 2014; 11: 247–255.
30. Turner SE, Eastwood PR, Cecins NM, Hillman DR, Jenkins SC. Physiologic Responses to Incremental and Self-Paced Exercise in COPD. A Comparison of Three Tests. *Chest*. 2004; 126:766-773.
31. Valeiro B1, Hernández C, Barberán-García A, Rodríguez DA, Aibar J, Llop L, Vilaró J. Feasibility of Home-Based Functional Status Assessment of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients Recovering From an Exacerbation. *Arch Bronconeumol*. 2016; 52:256-261.

32. Velloso M, Stella SG, Cendon S, et al. Metabolic and ventilatory parameters of four activities of daily living accomplished with arms in COPD patients. *Chest* 2003; 123: 1047–1053.
33. Vilaró J, Resqueti VR, Fregonezi GAF. Avaliação clínica da capacidade do exercício em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. *Rev. bras. fisioter.* 2008; 12: 249-259.

11. APÊNDICE

11.1. Apêndice 1 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PESQUISA (Resolução nº466, de 10 de dezembro de 2012. Conselho Nacional de Saúde)

O senhor (a) está sendo convidado a participar de um estudo chamado **“Consumo de oxigênio durante o esforço, função muscular e capacidade funcional avaliada pelo teste de AVD - Glittre em pacientes com DPOC moderada e grave”**, que tem por objetivo verificar se existe relação entre capacidade de fazer exercício com a força dos músculos em pessoas com DPOC.

Existem poucos estudos sobre este assunto e este conhecimento é importante para que o fisioterapeuta e os outros profissionais da saúde possam tratar seus pacientes da melhor maneira. Sua participação neste estudo compreende a realização de testes físicos para avaliar sua força muscular dos braços e das pernas onde você deverá fazer força com mão para abrir e fechar um equipamento. Você também terá que ficar sentado em uma cadeira e fazer força máxima para contrair o músculo da coxa sem movimentar o joelho e o quadril. O senhor (a) terá que utilizar roupas adequadas como bermuda para que não ocorra alteração nos resultados dos exames.

O senhor (a) também participará de um teste de esforço máximo onde terá que caminhar numa esteira com velocidade e grau de dificuldades que vão aumentando lentamente, utilizando uma máscara que vai medir os gases de sua respiração. A sua pressão sanguínea e os seus batimentos cardíacos serão monitorizados neste teste. Em outro teste o senhor (a) deverá percorrer cinco voltas em um circuito carregando uma mochila nas costas, que compreende um conjunto de tarefas comuns na vida diária como caminhar, sentar e levantar de uma cadeira, subir e descer degraus e movimentar objetos numa prateleira. Durante este teste também será necessária a utilização de uma máscara no rosto para analisar os gases da respiração.

Além dos exames acima, o senhor (a) terá que responder questionários sobre sua doença, nível de atividade física e sensação de falta de ar, os quais serão apresentados pelo pesquisador. Você também fará dois exames para avaliar sua função pulmonar, um deles é chamado de espirometria e consiste em fazer um sopro forte e lento através de um bucal em um equipamento chamado espirômetro, sendo que este bucal é descartável. O segundo exame é chamado pletismografia de corpo inteiro, e neste o senhor ficará sentado em uma cabine fechada onde realizará respirações curtas e superficiais através de um bucal.

As avaliações serão realizadas em três dias diferentes e irão durar em média de 15 a 60 minutos cada uma, e serão feitas no Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM) e no Hospital Universitário Pedro Ernesto (HUPE), ambos na cidade do Rio de Janeiro.

Através dos resultados dessa pesquisa, o senhor (a) poderá receber novas informações sobre seu estado de saúde relacionado à capacidade física, e verificação do adequado andamento do seu tratamento clínico nos últimos meses. Esses dados serão divulgados em meio científicos, mantendo

em sigilo seu nome.

Apesar dos testes de exercícios corresponderem a repetição de atividades que o Sr (a) já realizam no dia a dia, poderão existir desconfortos e riscos decorrentes dos testes realizados no estudo, entre eles: tonteira, palpitação, elevação ou diminuição da pressão arterial, dor depois de um período de tempo devido ao teste de força ou falta de ar. Caso isso aconteça, o teste será interrompido imediatamente, e o Sr (a) fará repouso até voltar a normalidade.

Caso tenha qualquer despesa decorrente da participação na pesquisa, haverá ressarcimento mediante depósito em conta-corrente, cheque ou dinheiro. De igual maneira, caso ocorra algum dano decorrente da sua participação no estudo, o senhor (a) será devidamente indenizado, conforme determina a lei.

Em caso de dano pessoal diretamente causado pelos procedimentos propostos neste estudo, o participante será encaminhado para atendimento médico em hospitais da rede pública de saúde.

Sua privacidade será respeitada, ou seja, seu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa de qualquer forma te identificar, será mantido em sigilo. É garantido o anonimato e sua privacidade. Caso haja interesse, o senhor (a) terá acesso aos resultados do estudo.

Caso queira, o senhor (a) poderá se recusar a participar do estudo, ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar-se, não sofrendo qualquer prejuízo à assistência que recebe.

Em qualquer etapa do estudo, você poderá acessar o profissional responsável, Christiane Fialho Ribeiro (UNISUAM), cujo contato se dará através do telefone: (21) 98538-9522 ou no endereço Rua Dr Mário Viana 359, apto 1203, Santa Rosa- Niterói. Caso haja alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato como o Comitê de Ética em Pesquisa da UNISUAM, que fica localizado na Av. Paris, nº 304 – Bonsucesso, Rio de Janeiro, RJ, Tel: 3882-9797 (Ramal: 1015); e-mail: comitedeetica@unisuam.edu.br.

Rio de Janeiro, _____ de _____ de _____

Nome e assinatura do paciente ou seu responsável legal

Nome e assinatura do responsável por obter o consentimento

Testemunha

Testemunha

11.2. Apêndice 2 - Ficha de avaliação

FICHA DE AVALIAÇÃO INICIAL)

___/___/___

(D01)

IDENTIFICAÇÃO

Nome: _____

Sexo: _____ Profissão: _____ Ocupação: _____

Etnia _____ Idade: _____ Data de nascimento: _____

Endereço: _____

Escolaridade: _____ Tel: (____) _____

Ano do diagnóstico da DPOC: _____ Classificação GOLD: _____

Peso (Kg): _____ altura (m): _____ IMC: Kg/m² _____

Tabagismo:

Fuma atualmente? Sim () Não () Quantos maços x ano / cigarro x dia? _____

Já fumou? Sim () Não () Quantos maços x ano / cigarro x dia _____

Há quanto tempo parou de fumar? _____

APLICAÇÃO DOS INSTRUMENTOS

- Necessitou de atendimento de emergência devido a problemas respiratórios nos últimos três meses? () sim () não . Houve necessidade de internação hospitalar?
() sim () não
- Medicamentos em uso: _____

- Você sente dificuldades na realização das AVD devido a sua doença pulmonar
() sim () não

ESPIROMETRIA

Data	CVF	VEF1	VEF1/CVF

Laudo e classificação Gold: _____

PLETISMOGRAFIA

DATA	CPT	CI	VR	CI/CPT	VVM

Laudo: _____

(D02)

_ / _ / _

TESTE DE ESFORÇO CARDIOPULMONAR

$\dot{V}O_2$ pico	
$\dot{V}E$	
$\dot{V}CO_2$	
$\dot{V}E / \dot{V}CO_2$	
$\dot{V}E / \dot{V}O_2$	
FR	

(D03)

_ / _ / _

TESTE DE AVD DE GLITTRE

	Repouso	Volta 1	Volta 2	Volta 3	Volta 4	Volta 5	Pós teste
FC							
SPO ₂							
BORG							

Duração do teste: _____

DADOS ESPIROMÉTRICOS DURANTE O TESTE

	Volta 1	Volta 2	Volta 3	Volta 4	Volta 5
$\dot{V}O_2$ pico					
$\dot{V}E$					
$\dot{V}CO_2$					
$\dot{V}E / \dot{V}CO_2$					
$\dot{V}E / \dot{V}O_2$					
FR					
$\dot{V}E / \dot{V}CO_2$ slope					

12. ANEXO

12.1. Anexo 1 - Parecer substanciado do CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Consumo de oxigênio durante o esforço, função muscular e capacidade funcional avaliada pelo teste de AVD- Glittre em pacientes com DPOC moderada e grave

Pesquisador: Christiane Fialho Ribeiro

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 56438916.7.0000.5235

Instituição Proponente: SOCIEDADE UNIFICADA DE ENSINO AUGUSTO MOTTA

Patrocinador Principal: SOCIEDADE UNIFICADA DE ENSINO AUGUSTO MOTTA
Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.708.542

Apresentação do Projeto:

A Doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) pode ser definida como uma afecção crônica que pode ser prevenida e tratada, caracterizada pela presença de limitação persistente ao fluxo aéreo, que normalmente é progressiva e associada a uma resposta inflamatória anormal das vias aéreas e pulmões à inalação de gases ou partículas tóxicas. No presente estudo a proposta é avaliar o consumo de oxigênio durante um teste de esforço cardiopulmonar e durante as atividades comumente realizadas no dia-a-dia utilizando como ferramenta avaliativa o teste Glittre. Adicionalmente, será avaliada a função pulmonar e muscular de membros superiores e inferiores de pacientes com DPOC de moderada a grave, a fim de se ter um maior conhecimento sobre a manifestação dos sintomas que impactam negativamente a vida desses pacientes, para que sejam traçadas estratégias de reabilitação que minimizem tais problemas. O projeto está apresentado de forma clara, contendo o embasamento científico necessário para a realização da pesquisa.

Endereço: Av. Paris, 72 TEL: (21)3882-9797 (Ramal: 1015)

Bairro: Bonsucesso

CEP: 21.041-010

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)3882-9797

E-mail: comitedeetica@unisiam.edu.br



CENTRO UNIVERSITÁRIO
AUGUSTO MOTTA/ UNISUAM



Continuação do Parecer: 1.708.542

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar a funcionalidade o consumo de oxigênio durante o esforço e função muscular em pacientes com diferentes níveis de gravidade da DPOC.

O objetivo está claro e em consonância com a literatura apresentada.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e benefícios foram descritos no projeto e no TCLE atendendo a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de saúde.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O título do projeto é claro e objetivo. Há embasamento científico que justifique a pesquisa. O projeto explica claramente os exames e testes que serão realizados, a justificativa, os critérios de inclusão e exclusão, a forma de recrutamento, o orçamento financeiro, o cronograma, a justificativa do tamanho da amostra e os critérios de suspensão da pesquisa.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O TCLE está escrito em linguagem acessível aos participantes da pesquisa, apresenta o objetivo e a justificativa, explica os procedimentos, garante anonimato, privacidade e indenização. Cita os possíveis desconfortos e riscos previstos em relação aos procedimentos. Cita os benefícios esperados. Tem garantia de esclarecimento a qualquer momento. Explica a forma de recusa em participar do projeto, sem prejuízo para o participante. Traz compromisso de divulgação dos resultados em meio científico. Faz referência a forma de ressarcimento de despesas. Informa o nome dos responsáveis e o telefone e endereço para contato em caso de necessidade.

A carta de anuência solicitada no parecer anterior foi devidamente incluída.

Recomendações:

Não há recomendações a fazer.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto está aprovado.

Cabe ressaltar que o pesquisador se compromete em anexar na Plataforma Brasil um relatório ao final da realização da pesquisa. Pedimos a gentileza de utilizar o modelo de relatório final que se encontra na página eletrônica do CEP-UNISUAM (<http://www.unisuam.edu.br/index.php/introducao-comite-etica-em-pesquisa>). Além disso, em caso de evento adverso, cabe ao pesquisador relatar, também através da Plataforma Brasil.

Endereço: Av. Paris, 72 TEL: (21)3882-9797 (Ramal: 1015)

Bairro: Bonsucesso

CEP: 21.041-010

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)3882-9797

E-mail: comitedeetica@unuam.edu.br



Continuação do Parecer: 1.708.542

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_718343.pdf	01/08/2016 21:52:27		Aceito
Outros	carta_anuencia_HUPE.pdf	01/08/2016 21:51:13	Christiane Fialho Ribeiro	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.doc	17/05/2016 21:41:51	Christiane Fialho Ribeiro	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	17/05/2016 21:34:04	Christiane Fialho Ribeiro	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	proj_versao_word.doc	17/05/2016 21:32:45	Christiane Fialho Ribeiro	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto.pdf	17/05/2016 21:27:35	Christiane Fialho Ribeiro	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, 31 de Agosto de 2016

Assinado por:
SUSANA ORTIZ COSTA
(Coordenador)

Endereço: Av. Paris, 72 TEL: (21)3882-9797 (Ramal: 1015)

Bairro: Bonsucesso **CEP:** 21.041-010

UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)3882-9797

E-mail: comitedeetica@unisuum.edu.br