CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA – UNISUAM

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

AVALIAÇÃO CINEMÁTICA DE PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA DURANTE O TESTE DE CAMINHADA DE SEIS MINUTOS

NATHÁLIA ALVES DE OLIVEIRA SARAIVA

Rio de Janeiro – RJ

2017

CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA – UNISUAM

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

AVALIAÇÃO CINEMÁTICA DE PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA DURANTE O TESTE DE CAMINHADA DE SEIS MINUTOS

Dissertação apresentada ao Mestrado em Ciências da Reabilitação do Centro Universitário Augusto Motta como requisito para obtenção do título de mestre, na linha de pesquisa: Avaliação Funcional em Reabilitação

Orientador: Prof. Dr. Fernando Silva Guimarães

Co-orientadores: Prof. Dr. Agnaldo José Lopes

Prof. Dr. Arthur de Sá Ferreira

Rio de Janeiro - RJ

2017

FICHA CATALOGRÁFICA
Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas UNISUAM

612.76 Oliveira, Nathália
O48a Avaliação cinemática de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica durante o teste de caminhada de seis minutos / Nathália Oliveira. - Rio de Janeiro, 2017.
112p.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação). Centro Universitário Augusto Motta, 2017.

1.Cinemática - Análise 2. Marcha humana. 3. Teste de caminhada de seis de minutos (TC6M). 4. Doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). I. Título.

CDD 22 ed.

AVALIAÇÃO CINEMÁTICA DE PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA DURANTE O TESTE DE CAMINHADA DE SEIS MINUTOS

NATHÁLIA ALVES DE OLIVEIRA SARAIVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto-Sensu* em Ciências da Reabilitação do Centro Universitário Augusto Motta como requisito para obtenção do título de Mestre na linha de pesquisa: Avaliação Funcional em Reabilitação

Data de aprovação: 28/06/2017

BANCA EXAMINADORA:

Orientador: _____
Prof. Dr. FERNANDO SILVA GUIMARÃES
CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA

Membro: _____
Prof. Dr. AGNALDO JOSÉ LOPES
CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA

Membro: _____
Prof. Dr. ARTHUR DE SÁ FERREIRA
CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA

Membro: _____
Prof. Dr. SERGIO LUIZ SOARES MARCOS DA CUNHA CHERMONT
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por ter me proporcionado força, saúde e sabedoria para continuar nessa caminhada.

Aos meus pais Iraci e Edézio por sempre estarem ao meu lado, me apoiando e estimulando a estudar.

Ao meu marido, por todo apoio, incentivo, paciência e compreensão.

Ao mestre e orientador Professor Fernando Silva Guimarães, por ter acreditado e confiado em mim este trabalho. Agradeço pela paciência, palavras de apoio, e ensinamentos.

Ao co-orientador Professor Agnaldo José Lopes, pela ajuda e ensinamentos.

Ao co-orientador Professor Arthur de Sá Ferreira por ter acreditado e confiado em mim este projeto da cinemática, obrigada por todos os ensinamentos.

Aos amigos do mestrado Débora Lima, Carlos Horszaruk, Carla Gama, Carla Pedron, Priscila Silva, Vanessa Ribeiro, Letícia Amaral que contribuíram de alguma forma para coleta de dados, muito obrigada pela ajuda.

As amigas do mestrado Vivian Pinto e Christiane Fialho muito obrigada, pela ajuda, principalmente nos momentos difíceis.

Aos amigos da turma 2015.2 obrigada por compartilhar os momentos alegres e difíceis, já estou com saudades das nossas aulas.

Aos pacientes e acompanhantes que participaram deste estudo, obrigada pela confiança, colaboração e por contribuírem com a ciência.

A Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa no Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) que foi patrocinador secundário deste trabalho

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela oportunidade de realizar o mestrado com o auxílio da bolsa

RESUMO

Introdução: A DPOC é considerada um problema de saúde pública, não apenas devido a seu elevado índice de morbidade e mortalidade, mas também por ser questionável, bastando que o fumante cesse o tabagismo. A avaliação da capacidade funcional é geralmente realizada através de testes de campo, como o teste de caminhada de seis minutos (TC6M), que deve ser realizado no corredor com 30 metros de comprimento. Porém, atualmente estudos têm realizado no percurso de 10 metros, devido a limitação do espaço físico. A cinemática no TC6M analisa clinicamente a marcha e contribui para o entendimento das características da marcha do indivíduo. A velocidade da marcha diminui com o aumento da gravidade da DPOC e pode ser usada como indicador da capacidade funcional. A literatura sobre velocidade de marcha e outros déficits de caminhada na DPOC é escassa. **Objetivo**: Avaliar o perfil cinemático de pacientes com DPOC durante o TC6M e avaliar a viabilidade e validade da avaliação cinemática durante o TC6M em um percurso de 10m. **Métodos**: Neste estudo transversal foram incluídos 36 pacientes com DPOC e 19 indivíduos saudáveis. Os participantes foram submetidos ao TC6M com análise cinemática no percurso de 10 m. Os dados foram coletados usando quatro câmeras infravermelhas e um marcador esférico coberto com fita reflexiva firmemente fixada a um capacete, que foi usado pelo participante durante o TC6M. **Resultados**: A distância total medida pelo avaliador foi significativamente menor do que a medida pela cinemática (p = 0,012) e os valores preditos (p = 0,017). A distância total medida por cinemática também foi menor do que a predita (p = 0,025). A validade foi precisa com um viés muito grande para subestimar a DPTC6M, conforme medido pelo avaliador. A maioria dos participantes apresentou uma tendência negativa para a velocidade média em meio turno, com uma grande variabilidade nos valores de inclinação. Os indivíduos saudáveis obtiveram maior DPTC6M pela cinemática, velocidade e aceleração média do que os pacientes DPOC. **Conclusão**: A análise da cinemática de marcha do corpo inteiro é viável usando sistemas de captura de movimento e pode ser usada para avaliar a validade do TC6M em um corredor de 10 metros em indivíduos saudáveis e DPOC. A DPTC6M, conforme medido pelo avaliador, subestima a distância real coberta no TC6M. Os indivíduos saudáveis e DPOC possuem o mesmo perfil no TC6M, ou seja, alcançam o pico de velocidade e aceleração no mesmo momento durante o teste.

Palavra-chave: DPOC. TC6M. Análise cinemática. Marcha.

ABSTRACT

Background: COPD is considered a public health problem, not only because of its high morbidity and mortality rate, but also because it is preventable as long as the smoker stops smoking.The evaluation of functional capacity is usually performed through field tests, such as the six-minute walk test (6MWT), which is performed in a 30m-corridor. However, current studies have been used a 10 meters course, due to the physical space limitations. Kinematics in the 6MWT analyzes gait clinically and contributes to the understanding of gait characteristics of the individual. The gait speed decreases with increasing COPD severity and can be used as an indicator of functional capacity. The literature on gait speed and other walking deficits in COPD is scarce. **Aims**: To evaluate the kinematic profile of patients with COPD during the 6MWT and to evaluate the feasibility of the kinematic evaluation during the 6MWT in a 10m course. **Methods**: This cross-sectional study included 36 patients with COPD and 19 healthy subjects. Participants were submitted to the 6MWT with kinematic analysis in the course of 10 m. Data were collected using four infrared cameras and a spherical marker covered with retroreflective tape firmly attached to a helmet, which was worn by the participant during the 6MWT. **Results**: The total distance measured by the assessor was significantly smaller than both its kinematics (p=0.012) and predicted values (p=0.017) counterparts. The total distance measured by kinematics was also smaller than the predicted one (p=0.025). The validity was accurate with a very large bias towards underestimating the 6MWD as measured by the assessor. The majority of participants presented a negative trend for the average speed across half-turns, with a large variability in slope values. Healthy subjects had higher 6MWD by kinematics, velocity, and mean acceleration than COPD patients. **Conclusion**: Analysis of whole-body gait kinematics is feasible using motion capture systems and can be used for assessing the validity of the 6MWT over a 10-meter walkway in the elderly individuals and COPD. The 6MWD as measured by the assessor seems to underestimate the actual covered distance in the 6MWT. Healthy individuals and COPD have the same profile on the 6MWT, that is, they reach peak speed and acceleration at the same time during the test.

Keywords: COPD. 6MWT. Kinematic analysis. Gait

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ATS – American Thoracic Society

ATS/ERS - American Thoracic Society/European Respiratory Society

AVC - Acidente vascular cerebral

BI – broncodilatador inalatório

BODE - B= índice de massa corporal; O= grau de obstrução do fluxo aéreo; D = dispneia funcional; E = capacidade de exercício, avaliado pelo TC6M

CAT – *COPD Assessment Test*

CRF – Capacidade Residual Funcional

CV – Capacidade vital

DATT - Deficiência de alfa-1 antitripsina

D_{CO} – Capacidade de difusão ao monóxido de carbono

DCV - Doença cardiovascular

DM - Diabetes Mellitus

DPTC6M – Distância percorrida no teste de caminha de seis minutos

DPID – Doença pulmonar intersticial difusa

DPOC – Doença pulmonar obstrutiva crônica

ERS – European Thoracic Society

FC – Frequência cardíaca

FR – Frequência respiratória

GOLD – Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease

HP – Hipertensão pulmonar

HUPE – Hospital Universitário Pedro Ernesto

IMC – Índice de Massa Corporal

IPAQ – International Physical Activity Questionnaire

LIN – Limite inferior da normalidade

MMII – Membros inferiores

mMRC – Modified Medical Research Council Dyspnea Questionnaire

MMSS – Membros superiores

Pa – Pressão arterial

$PE_{MÁX}$ – Pressão expiratória máxima

$PI_{MÁX}$ – Pressão inspiratória máxima

PLATINO - Projeto Latino Americano de Investigação em Obstrução Pulmonar

SF-36 – Medical Outcomes Study 36 – Item Short–Form Health Survey

SGRQ - Saint George's Respiratory Questionnaire

SpO_2 – Saturação periférica de oxigênio

SPP – Síndrome pós–pólio

SWT - Shuttle walk test

TC6M – Teste de caminhada de seis minutos

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UERJ – Universidade Estadual do Rio de Janeiro

UNISUAM – Centro Universitário Augusto Motta

VEF_1 – Volume expiratório forçado no primeiro segundo

VEF_1/CVF% - porcentagem do Volume expiratório forçado sob capacidade vital forçada

VO_2 pico – Pico do consumo de oxigênio

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação ABCD 20
Figura 2 - Classificação integrada da DPOC 20
Figura 3 - A influência das características patofisiológicas da (DPOC) 24
Figura 4 - Fatores locais e externos 24
Figura 5 - Fluxograma 31
Figura 6 - Organização das avaliações 33
Figura 7 - Pletismógrafo de corpo inteiro 37
Figura 8 - Capacete com esfera reflexiva adaptada 38
Figura 9 - Posicionamento das câmeras 38
Figura 10 - Circuito do teste de caminhada de seis minutos com análise cinemática 38
Figura 11 - Esquerda: Gráfico de calibração da distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos medida pelo avaliador e pela análise cinemática. Direita: Gráfico de limites de concordância da distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos medida pelo avaliador e pela análise cinemática 104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação espirométrica. Adaptada de GOLD, 2017 18
Tabela 2 - Variáveis utilizadas e sua descrição..... 39
Tabela 3 - Variáveis relacionadas ao Posicionamento dos sinais de cinemática 102
Tabela 4 - Variáveis relacionadas ao teste completo de caminhada de seis minutos 102
Tabela 5 - Variáveis relacionadas ao teste de caminha de seis minutos, analisado a cada meia-volta no circuito 103

Sumário

1. Introdução 14
1.1. Doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) 14
1.2 Epidemiologia 15
1.3 Fatores de risco 16
1.4 Comorbidades 17
1.5 Diagnóstico e Classificação da DPOC 18
1.6 Fisiopatologia 20
1.7 Alterações músculo–esqueléticas da DPOC 23
1.8. Teste de caminhada de seis minutos e DPOC 24
1.9 Análise da marcha – cinemática (geral e no DPOC) 26
2. Teste de Exercício Cardiopulmonar (TECP) 27
3. Qualidade de vida relacionada à saúde (QVRS) na DPOC 28
4. Justificativa 29
5. Objetivos 30
5.1. Objetivo Geral 30
5.2. Objetivos específicos 30
6. Materiais e Métodos 30
6.1. Delineamento do estudo 30
6.2. Locais do estudo 30
6.3. Amostra 30
6.3.1. Recrutamento 31
6.4. Procedimentos 32
6.4.1. Medidas Antropométricas 33
6.4.2. Função Pulmonar 33
6.4.2.1. Espirometria 33
6.4.2.2. Pletismografia de corpo inteiro 34
6.4.2.3. Pressão inspiratória máxima (PImáx) e pressão expiratória máxima (PEmáx) 35
6.4.3. Teste de exercício cardiopulmonar 36
6.4.4. Cinemática da Marcha 36
6.4.5. Cinemática do TC6M 40
6.4.6. Qualidade de vida e Nível de Atividade Física 40
6.4.7. International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) 41
6.4.8 Escala de dispneia modificada do *Medical Research Council* (mMRC) 42

7. Métodos Estatísticos 42
8. Considerações éticas 43
9. Manuscrito 42
10. Referências Bibliográficas 44
11. Produção 57
11.1 Manuscript 1.....57
12. Considerações finais 80
13. Anexos 81
14. Apêndices..... 98
15. Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa 110
16. Carta de submissão do manuscrito 113

1. Introdução

1.1. Doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC)

A prevalência de doenças respiratórias tem aumentado com as mudanças climáticas e exposição aos gases poluentes do ambiente e ao tabaco, sendo este último o principal fator de risco para a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). A DPOC é considerada um problema de saúde pública, não apenas devido a seu elevado índice de morbidade e mortalidade, mas também por ser evitável, bastando que o fumante cesse o tabagismo (Diretrizes Brasileiras para o Manejo de DPOC, 2016).

Alguns sintomas da doença, como tosse produtiva e dispneia podem ser confundidos como decorrentes do envelhecimento ou com sintomas do tabagismo; ao procurar o médico a doença e os sintomas podem estar mais avançados. A evolução da doença pode apresentar além do comprometimento pulmonar, alterações no sistema muscular e cardiovascular (Vestbo *et al*., 2013; Rabahi, 2013).

A DPOC é geralmente uma doença progressiva, a história natural é variável, nem todos os indivíduos apresentam os mesmos sinais e sintomas clínicos ao longo do tempo. Enquanto alguns podem apresentar tosse crônica e produtiva, outros indivíduos podem apresentar dispneia somente mediante esforço (Viegi *et al*., 2007).

Esta doença é associada ao uso do tabaco e idade acima de 60 anos. Independente do estadiamento da doença, a cessação precoce do tabagismo é extremamente importante para qualidade de vida do indivíduo e contribui para taxa de declínio da função pulmonar em DPOC (Sousa *et al*., 2011; Celli *et al*., 2015).

O diagnóstico da DPOC é realizado através de avaliação clínica e espirométrica, quando a relação VEF_1-CVF apresenta-se abaixo de 0,70 pós-BD. A avaliação da capacidade funcional é geralmente realizada através de testes de campo, como o teste de caminhada de seis minutos (TC6M) e *Shuttle walk test* (SWT), ambos realizados em corredor plano, livre de obstáculos (ATS/ERS, 2014).

O SWT é realizado no percurso de 10 metros, demarcados por 2 cones. A cada minuto o paciente deve aumentar a velocidade da caminhada, o que é determinado por um sinal sonoro para o indivíduo alcançar o cone. O teste é interrompido quando o mesmo não consegue alcançar o cone a tempo. Já o TC6M, conforme a ATS (2002), deve ser realizado no corredor com 30 metros de comprimento, porém atualmente estudos têm realizado no percurso de 10 metros, devido a limitação do espaço físico. É o teste mais utilizado por ser simples, de baixo custo e não requerer profissional especializado (ATS/ERS, 2014).

1.2 Epidemiologia

Em 2012 mais de 3 milhões de pessoas morreram de DPOC, o equivalente a 6% de todas as mortes no mundo. Estima-se que esta doença se tornará a terceira principal causa de morte em todo mundo em 2030. Mais de 90% das mortes por DPOC ocorrem entre indivíduos de baixa e média renda. Nos países de alta renda, como houve um aumento do uso do tabaco entre mulheres, a DPOC já afeta quase que igualmente homens e mulheres. No Canadá, o número de adultos com DPOC aumentou em 64,8%, mais em mulheres do que em homens (75,7% e 54,9%, respectivamente) (*Word Health Organization*, 2015; Gershon *et al*., 2010).

A prevalência de DPOC nos Estados Unidos, de acordo com o estudo NHANHES realizado entre 2007 e 2010, foi composta pela amostra de 7.104 indivíduos norte-americanos com idade entre 40 e 79 anos. Utilizaram dois tipos de critérios, *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease* (GOLD) e o limite inferior da normalidade (LIN), critério de acordo com ATS/ERS. Este foi classificado como leve (VEF_1> 70% do previsto), moderada e moderadamente grave (50% ≤VEF_1≤70% do previsto), ou grave / muito grave (VEF_1 <50% do previsto). A prevalência foi de 14,0%, utilizando o critério (GOLD) e 15,4% utilizando o critério LIN (Tilert *et al*.,2013).

A DPOC apresenta alto custo social e econômico à sociedade (Azambuja *et al*., 2013). Na União Europeia, os gastos diretos com DPOC são de 8,6 bilhões de euros do custo da doença respiratória. Nos Estados Unidos, os custos diretos

estimados da DPOC são de 32 bilhões e os custos indiretos de 20,4 bilhões (GOLD, 2017).

O estudo multicêntrico da Associação Latino-Americana de Tórax, Projeto PLATINO, analisou a prevalência de DPOC através de dados espirométricos em adultos com idade ≥ 40 anos. Este foi realizado em 5 cidades da América Latina (São Paulo, Santiago, Montevideo, Caracas e México). A prevalência variou entre os países, 7,8% no México a 19,7% em Montevideo e 15,8 % na cidade de São Paulo. Além disto, houve maior prevalência da doença, em indivíduos do sexo masculino com idade acima de 60 anos (Menezes *et al*., 2005).

A partir do estudo de PLATINO, observou-se que a taxa de diagnósticos de novos casos na cidade de São Paulo foi semelhante para os percentuais encontrados na Europa, Ásia e os países da América do Norte, com um intervalo de 1,4% a 4%, dependendo do critério espirométrico utilizado para o diagnóstico da doença (Moreira *et al*., 2015).

Sobre a morbidade no Brasil, a DPOC, nos últimos 10 anos, foi a quinta maior causa de internação hospitalar no sistema público de saúde, em pessoas com idade superior a 40 anos, com gastos de aproximadamente R$ 72 milhões ao equivalente a 196.698 internações. Já em relação a mortalidade estima-se que a cada ano cerca de 40 mil brasileiros morrem em decorrência da DPOC (DATASUS, 2016).

1.3 Fatores de risco

Para o desenvolvimento da DPOC é preciso haver interação entre fatores ambientais e individuais (genéticos). Os fatores individuais abrangem, deficiência de alfa-1 antitripsina (DATT), hiper-responsividade brônquica, desnutrição e prematuridade. O tabagismo, poeira ocupacional, irritantes químicos e condições sócio-econômicas estão inseridas dentro de fatores ambientais (Joos *et al*., 2002; II Consenso Brasileiro sobre DPOC, 2004). A deficiência de DATT ocorre de 3% a 10% da população caucasiana. A diminuição de níveis séricos de DATT aumenta a prevalência do enfisema (Joos *et al*., 2002; Laurell & Eriksson,1963).

Os indivíduos com idade acima de 40 anos possuindo carga tabágica ≥ 10 maços-ano ou exposição à biomassa > 200 horas/ano possuem alto risco para desenvolver DPOC (Oca *et al*., 2016).

De acordo com GOLD (2017) a DPOC resulta de uma interação complexa entre genes e o meio ambiente. O tabagismo continua sendo o principal fator de risco ambiental para a DPOC. Além deste fator de risco, também influenciam no desenvolvimento da doença os seguintes fatores: fatores genéticos; idade e gênero; crescimento e desenvolvimento pulmonar; exposição a partículas; estado socioeconômico; asma e hiper-reatividade das vias aéreas; bronquite crônica e infecções.

1.4 Comorbidades

A perda de peso é comum na DPOC e é considerada um fator de risco independente para a mortalidade (Prescott *et al*., 2002). A terapia nutricional individualizada e de início precoce proporciona melhoria na desnutrição, da função muscular respiratória e da tolerância ao exercício (Fernandes & Bezerra, 2006). Recomenda-se suporte nutricional para paciente com DPOC que apresentarem índice massa corporal (IMC) < 25kg/m², já que possuem menor sobrevida (Nunes *et al*., 2011).

Ansiedade e depressão são condições frequentes em pacientes com DPOC. Os pacientes que apresentam maior risco são: mais jovens, mulheres, menor renda familiar, maior pontuação no Saint George's Respiratory Questionnaire (SGRQ), história de tabagismo e maior índice na escala BODE (B= índice de massa corporal; O= grau de obstrução do fluxo aéreo; D = dispneia funcional; E = capacidade de exercício, avaliado pelo TC6M). Também foi observada a menor distância percorrida no teste de caminha de seis minutos (DPTC6M) nos pacientes ansiosos e deprimidos (Lou *et al*., 2012).

Os sintomas da ansiedade e depressão foram aliviados após terapia combinada de respiratória e psicótica. Geralmente, os problemas psicossomáticos agravam os sintomas respiratórios. Em um estudo com pacientes DPOC graves, observou-se que através dos exercícios da reabilitação pulmonar, houve melhora não só na dispneia e qualidade de vida relacionada à

saúde, como também a melhora da gravidade da depressão, e em menor grau da ansiedade. (Chen *et al*., 2015; Paz-Diaz *et al*., 2007)

Pacientes com DPOC apresentam um risco significativamente maior do que a população geral do Reino Unido de ter doença cardiovascular (DCV), acidente vascular cerebral (AVC) e, em menor grau, Diabetes Mellitus (DM) (Feary *et al*., 2010). Estudos apresentam que a redução da função pulmonar está associada ao aumento futuro da pressão arterial e ao desenvolvimento da DM, (Engstrom *et al*., 2001 ; Engstrom & Janzon, 2002) além do aumento do risco cardiovascular (Engstrom *et al*., 2002). Indivíduos com comprometimento pulmonar apresentaram maior probabilidade de ter pelo menos duas dessas condições e um risco significativamente maior de morte e hospitalizações (Mannino *et al*., 2008).

1.5 Diagnóstico e Classificação da DPOC

O diagnóstico da DPOC é realizado com o exame da espirometria, que avalia o grau da obstrução do fluxo aéreo, com resultado da relação entre o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1) e a capacidade vital forçada (CVF) inferior a 0,7, após a utilização do broncodilatador inalatório (VEF_1/CVF < 0,70 pós-BD). A partir deste resultado, a doença é classificada em 4 estágios, de acordo com o VEF_1 em valor do percentual do predito (tabela 1). Oca *et al*., 2016).

Tabela 1 - Classificação espirométrica. Adaptada de GOLD, 2017

Classificação	**Gravidade**	**Valores de VEF_1**
GOLD 1	Leve	$VEF_1 \geq 80\%$ predito
GOLD 2	Moderado	$50\% \leq VEF_1 < 80\%$ predito
GOLD 3	Grave	$30\% \leq VEF_1 < 50\%$ predito
GOLD 4	Muito grave	$VEF_1 < 30\%$ predito

De acordo com o documento GOLD (2011), além da confirmação do diagnóstico através dos resultados espirométricos, os sintomas e hospitalizações também fazem parte da classificação (Hochhegger, 2015). Esta

classificação ABCD do DPOC, é interpretada da seguinte maneira: os pacientes classificados como A, são aqueles que possuem GOLD 1 ou 2, mMRC <1, ou CAT < 10 e no máximo 1 exacerbação sem hospitalização. Classificação B, também estão nos estágios 1 ou 2 e no máximo 1 exacerbação sem hospitalização, porém com mMRC ≥ 2 e CAT ≥ 10. Estas duas classificações são consideradas de baixo risco (Figura 1).

Já a classificação de alto risco é utilizada em indivíduos que recebem a classificação C e D. São considerados os resultados de mMRC 0 ou 1, CAT < 10 e exacerbações ou hospitalizações ≥ 2 nos últimos 12 meses, classificação C. Classificação D apresenta os resultados de mMRC ≥ 2 e CAT ≥ 10 e exacerbações ou hospitalizações ≥ 2 nos últimos 12 meses. No caso de não haver concordância para o mesmo nível o risco deve ser determinado pelo método que indica alto risco. Porém, este método resultou em muitas dúvidas, pois o paciente poderia apresentar dois resultados de alto risco, não sabendo qual considerar (GOLD, 2015).

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	

Figura 1: Classificação ABCD. Adaptado GOLD, 2015.

Na nova classificação de GOLD (2017), permanecem os achados clínicos e dados espirométricos, porém separa-se a classificação espirométrica do ABCD, e acrescenta-se a ordem em que deve ser realizada, conforme figura 2. Primeiramente deve ser considerada a confirmação diagnóstica espirométrica, em seguida a avaliação da obstrução ao fluxo aéreo e por último a avaliação de risco/exacerbações dos sintomas.

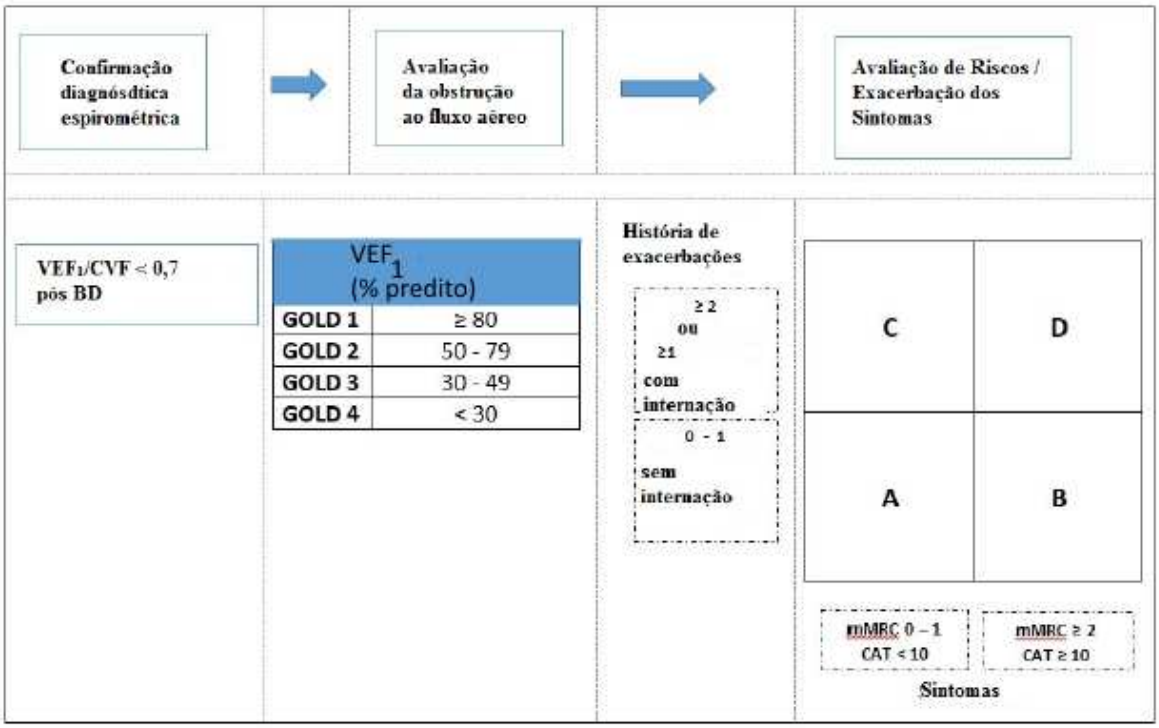

Figura 2: Classificação integrada da DPOC. Adaptada de GOLD (2017)

1.6 Fisiopatologia

De acordo com GOLD (2017), a DPOC é caracterizada pela limitação persistente ao fluxo aéreo, podendo ser tratável e evitável. Normalmente é progressiva e associada a uma resposta inflamatória crônica nas vias aéreas e nos pulmões, provocada por inalação de gases ou partículas nocivas, que ocasiona mudanças estruturais e estreitamento das pequenas vias aéreas (GOLD, 2017).

Esses processos inflamatórios provocam a destruição do parênquima pulmonar, ocasionando a perda de ligações alveolares das pequenas vias aéreas e diminuição da elastância pulmonar. Com isso compromete a capacidade das vias aéreas de se manterem abertas durante a expiração. Estas alterações favorecem a diminuição do VEF_1 (GOLD, 2015).

O enfisema pulmonar causa a destruição do parênquima que também contribui para a limitação do fluxo aéreo e piora da troca gasosa. Esta obstrução das vias aéreas periféricas progressivamente aprisiona ar no período da expiração, favorecendo a hiperinsuflação alveolar. A hiperinsuflação reduz a capacidade inspiratória de tal forma que aumenta a capacidade residual

funcional (CRF), especificamente no período de exercício (hiperinsuflação dinâmica), resultando em aumento da dispneia e limitação da capacidade de exercício (figura 3). Esses fatores colaboram para comprometimento dos músculos respiratórios (GOLD, 2015).

Hiperinsuflação é definida como o aumento anormal do volume de ar contido no final da expiração espontânea, por causa do aumento da complacência pulmonar. A hiperinsuflação contribui para o principal sintoma da DPOC, a dispneia, e também para morbidade associada com a doença. Em pacientes com DPOC, a hiperinsuflação pode ser estática, quando em repouso, e/ou dinâmica, durante o exercício (O' Donnell e Laveneziana, 2006; O' Donnell e Laveneziana, 2007).

Na DPOC, ocorre um aumento da complacência pulmonar devido a destruição enfisematosa, tornando o volume pulmonar mais alto do que em indivíduos saudáveis da mesma idade. Este fenômeno é conhecido como hiperinsuflação estática (O' Donnell e Laveneziana, 2006). A hiperinsuflação dinâmica refere-se ao encurtamento do tempo de expiração durante o exercício, resultando em mais aumento da CRF (O'Donnell, 2006).

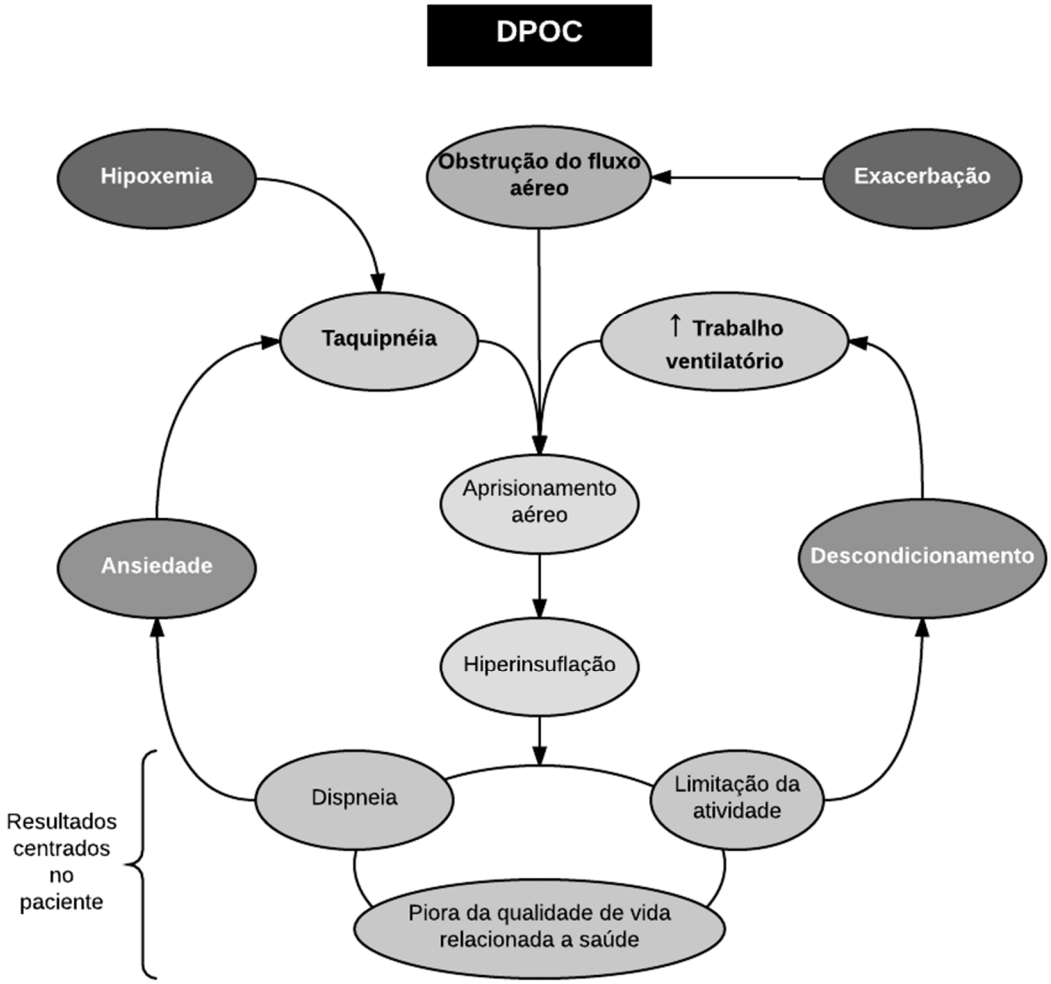

Figura 3: A influência das características patofisiológicas da (DPOC). Adaptado de Fromer *et al*. (2008).

1.7 Alterações músculo–esqueléticas da DPOC

Os pacientes com DPOC normalmente possuem comorbidades, como DCV, depressão e comprometimento muscular (Nantsupawat *et al*., 2015). A disfunção muscular é altamente prevalente em indivíduos com DPOC, além de afetar os músculos respiratórios também compromete os músculos periféricos, corroborando para redução tolerância ao exercício, qualidade de vida e sobrevida (ATS/ERS 2014).

Pessoas com DPOC possuem limitações funcionais que restringem o desempenho nas atividades diárias como caminhar e subir escadas (Leidy, 1995). Esses pacientes apresentam desequilíbrio postural (favorecendo o risco de queda de sua própria altura) e fraqueza muscular, principalmente em membros inferiores (Lawlor *et al*., 2003).

Os pacientes com DPOC apresentaram diminuição de força muscular e *endurance* tanto em membros superiores (MMSS) quanto membros inferiores (MMII). Em relação aos MMSS, dois mecanismos possíveis podem desencadear a alteração musculoesquelética, como: disfunção neruromecânica (dissincronia toracoabdominal) e dos músculos respiratórios (acessórios e diafragma). Já para MMII, a diminuição da força e da *endurance* muscular estão relacionadas com a diminuição da massa muscular e da capacidade aeróbia (Miranda *et al*., 2011).

Fatores sistêmicos e locais colaboram para as alterações músculo esqueléticas e respiratória. A hiperinsuflação pulmonar é o principal fator que contribui para a disfunção muscular, enquanto que o descondicionamento favorece a disfunção periférica, conforme figura 4 (Gea *et al*., 2013).

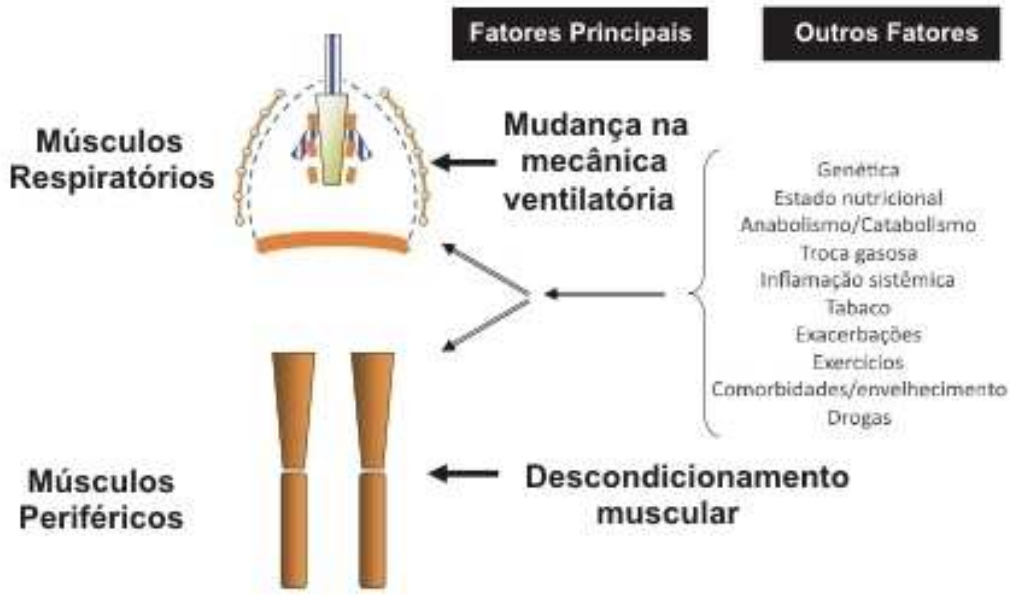

Figura 4: Fatores locais e externos. Adaptado Gea *et al*., 2013

1.8. Teste de caminhada de seis minutos e DPOC

O teste de caminhada de seis minutos (TC6M) foi proposto por Balke em 1963 e utilizado em diversas condições clínicas (Balke, 1963). Avalia a capacidade de exercício funcional e principalmente a distância percorrida em seis minutos, frequentemente utilizado para avaliar efeitos de intervenção terapêutica. É considerado um teste submáximo, onde o indivíduo escolhe sua própria velocidade para deambular no corredor, o mais rápido possível (Dourado, 2010).

Ele é capaz de avaliar condições globais em virtude de integrar respostas dos sistemas pulmonar e cardiovascular, unidades neuromusculares e metabolismo muscular (ATS, 2002). O TC6M não avalia a causa da dispneia aos esforços e o consumo de pico de oxigênio (VO_2 pico) e pode ser utilizado para fins prognósticos em função da sua correlação com o VO_2 pico (Zielinska *et al*., 2013; MacGowan *et al.,*1997). Porém, DPTC6M correlaciona-se ao VO_2 pico e expressa o comportamento de variáveis hemodinâmicas e respiratórias (Carter *et al*., 2003).

De acordo com Polkey *et al*. (2013) os pacientes com DPOC que obtiveram redução de 30 metros ou mais da DPTC6M em 1 ano possuem alto

risco de morte. A DPTC6M <350 m aumenta progressivamente o risco de morte e hospitalização (Celli *et al*., 2016; Spruit *et al*., 2010; Spruit *et al*., 2012).

O teste deve ser realizado no corredor de 30 metros de comprimento, de acordo com a ATS (2002). Porém, na prática essa orientação é limitada pelo espaço físico e realizam o TC6M no percurso de 10 metros (Gosselink *et al*., 2008). A distância de 10 metros calculada na equação de referência de 30 metros superestima a distância percorrida em pacientes com DPOC (Beekman *et al*., 2013). Como o percurso de 10 metros é menor o indivíduo saudável percorre uma menor distância e maior número de voltas comparado ao percurso de 30 metros. Uma maior DPTC6M e o menor número de voltas foram observadas no percurso de 30 metros (Shamay *et al*., 2013).

Segundo a ATS (2002) antes de realizar o TC6M devem ser aferidos os sinais vitais (pressão arterial, frequência cardíaca, frequência respiratória e saturação de oxigênio). Ainda não há consenso sobre o valor de saturação arterial de oxigênio para interromper o teste, porém recomenda-se o valor < 80% (SINGH *et al*., 2014). A dessaturação de oxigênio durante o TC6M pode estar relacionada com a hipertensão pulmonar e também possui alto risco para mortalidade, frequência de exacerbações, declínio da função pulmonar e perda de massa corporal (Oki *et al*., 2016; Waatevik *et al*., 2016).

Em outro teste de campo, conhecido como SWT o procedimento é realizado no percurso de 10 metros, porém os cones são sinalizados na distância de 9 metros. Os estudos que realizaram o TC6M no percurso de 10 m não especificaram a localização dos cones (Maestu *et al*., 2016; Gosselink *et al*., 2008; Beekman *et al*., 2013; Beekman *et al*., 2014; Shamay *et al*., 2013). O estudo que especificou a localização do cone no TC6M no percurso de 30 metros, sinalizou o cone na distância de 29 m, sobrando em cada extremidade 0,5 m para a volta ao redor do cone (Mazzei, 2013).

Alguns fatores metodológicos podem influenciar na DPTC6M como o efeito da aprendizagem, experiência do técnico e as palavras de incentivo durante o teste, além de outros fatores que incluem a distância do corredor, idade avançada e baixa estatura (Przybyłowski *et al*., 2015).

O índice para predizer o risco de mortalidade, além do TC6M, por qualquer causa e causas respiratórias foi validado numa coorte de 625 pacientes com DPOC, sendo conhecido como BODE. O resultado do TC6M é um dos

componentes do índice BODE, que é mais efetivo para predizer mortalidade que o VEF_1 avaliado isoladamente. Ele divide-se em quartis, e o maior quartil foi associado a um maior risco de morte, com taxa de mortalidade de 80% em 52 meses. (Celli *et al*., 2004).

O TC6M é amplamente utilizado, tanto na prática clínica quanto para pesquisa científica, no entanto pouco se sabe sobre a cinemática da marcha durante o mesmo (Baty *et al*., 2016; Spruit *et al*., 2012).

1.9 Análise da marcha – cinemática (geral e no DPOC)

Entende-se cinemática como o estudo do corpo em movimento, sem considerar as forças que atuam no movimento (Robertson *et al*., 2004). O movimento do corpo, engloba as variáveis como: deslocamento, velocidade e aceleração, tanto no movimento linear como angular. A posição do corpo através do sistema de coordenadas global, pode ser em dois planos dimensionais (2-D), eixos x e y, ou em três planos dimensionais (3-D), eixos x, y e z (Durward *et al*., 2001).

A cinética avalia não somente a marcha do indivíduo, para saber a causa do movimento. Diferente da cinemática que estuda o movimento, a cinética engloba as causas do movimento linear, torque ou momento do movimento angular (Robertson *et al*., 2004).

De acordo com Robertson *et al*. (2004), define-se deslocamento como a mudança de posição do indivíduo. A velocidade é conceituada como a taxa de deslocamento em relação ao tempo, sendo derivada temporal do deslocamento. Já a aceleração é a derivada temporal da velocidade, definida como a taxa de mudança de velocidade em relação ao tempo. A cinemática no TC6M analisa o perfil de deslocamento e contribui para a caracterização de padrões durante o teste. Este método é incomum na prática clínica devido ao alto custo e necessidade de profissional especializado (SOUZA, 2016).

A análise cinemática é utilizada para avaliar as variáveis da marcha, como comprimento dos passos, cadência dos passos e velocidade, pode ser medida em 3D ou 2D. No estudo de Nantsupawat *et al*. (2015), os autores avaliaram as características da marcha utilizando o registro por vídeo em 14 pacientes com DPOC, obtendo como resultado uma redução do comprimento do passo e

aumento do tempo gasto no apoio duplo. Também encontramos evidências que os pacientes com DPOC possuem baixa velocidade da caminhada e baixa cadência (Annegarn *et al*., 2012; Vreede *et al*., 2013).

Em média, os pacientes com DPOC caminham com menor cadência e apresentam maior variabilidade médio-lateral durante o TC6M em comparação com idosos saudáveis. A variabilidade do caminhar foi maior na direção médio-lateral em pacientes com DPOC em relação ao grupo controle, sugerindo maiores distúrbios de equilíbrio durante o TC6M nos pacientes (Annegarn *et al*., 2012).

Lahousse *et al*. (2015) realizaram um estudo com 196 pacientes com DPOC e avaliaram os padrões da marcha no percurso com 5,79 m de distância e observaram associação entre a limitação do fluxo aéreo com a menor velocidade, principalmente em DPOC GOLD D.

As variáveis idade e gênero influenciam significativamente na velocidade da marcha (Novaes *et al*., 2011). A velocidade da marcha diminui com o aumento da gravidade da DPOC e pode ser usada como indicador de capacidade funcional, principalmente em DPOC GOLD C e D (Ilgin *et al*., 2011). Gregory *et al*. (2016) observaram em seu estudo com DPOC que a maior velocidade alcançada durante o TC6M foi nos 2 primeiros minutos do teste.

2. Teste de Exercício Cardiopulmonar (TECP)

O TECP ou ergoespirometria é considerado o padrão ouro na avaliação dos mecanismos de intolerância ao exercício nos pacientes com DPOC, que podem apresentar fadiga nos membros, redução da aptidão cardiorrespiratória, dispneia ou dor. É utilizado para estabelecer os perfis e a adequação das respostas do sistema no exercício submáximo e determina a causa da limitação ao exercício (Roca & Rabinovich, 2005).

Durante o TECP o consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx) pode ou não ser atingido. No momento em que o teste é interrompido ao final do esforço, o consumo de oxigênio é denominado “consumo de oxigênio de pico” (VO_2 pico). Esta variável é excelente para avaliação do nível de aptidão cardiorrespiratória (Neder & Nery, 2002).

O TECP é realizado na esteira motorizada ou bicicleta ergométrica, de acordo com a rampa-incremento rápido. Ele fornece variáveis cardiopulmonares, como: consumo de O_2 (VO_2), produção de dióxido de CO_2, ventilação minuto (VM) e frequência cardíaca (FC). Também informa em gráficos, o momento em que o indivíduo atinge o esforço máximo, representado pelas variáveis de consumo máximo de O_2 (VO_2 pico) e limiar de lactato, além de integrar outras variáveis com perfis de resposta pertinente, como pulso de O_2 (VO_2/FC) e equivalente ventilatório do CO_2 (VE/VCO_2) (Roca & Rabinovich, 2005).

3. Qualidade de vida relacionada à saúde (QVRS) na DPOC

A classificação da gravidade da DPOC somente pela espirometria obtém resultados centrados nos pacientes, como a dispneia, IMC, qualidade de vida ou estado de saúde. Estes pacientes podem apresentar algumas doenças como: cardiovascular, disfunção músculo esquelética, síndrome metabólica, osteoporose, depressão e câncer pulmonar, impactando na qualidade de vida e sobrevivência (Vestbo *et al*., 2013; Celli *et al*., 2015).

A DPOC resulta em sintomas crônicos não somente pulmonares, como também extrapulmonares, diminuindo a socialização e bem-estar, influenciando negativamente na QVRS desses pacientes (Silva *et al*., 2013). A QVRS é pior no aspecto físico do que no aspecto mental. A reabilitação pulmonar melhora os sintomas, como qualidade de vida e a participação emocional e física nas atividades de vida diária, em todos os graus de gravidade da DPOC, especialmente moderado a grave (GOLD, 2017; Janson *et al*., 2013).

Os questionários sobre qualidade de vida são necessários para entender a percepção dos pacientes sobre sua doença e seu impacto. Estes instrumentos são importante para descrever o auto relatado dos pacientes. Os instrumentos genéricos são mais amplamente aplicáveis independente da doença, já os especificos incluem os sintomas e deficiencia funcionais relacionadas a DPOC (Nonato *et al*., 2015; Wacker *et al*., 2016).

4. Justificativa

O TC6M é bem descrito na literatura, porém pouco se sabe sobre o comportamento cinemático durante a realização do mesmo por indivíduos saudáveis e em pacientes com DPOC. Uma vez que o TC6M reflete a capacidade funcional e se correlaciona com o desempenho para as atividades de vida diária, estas informações podem ser úteis para o estabelecimento de estratégias de reabilitação voltadas para esta população.

As evidências sobre a velocidade da marcha e outros déficits da marcha em DPOC são escassas (Karpman *et al*., 2014; Lahousse *et al*., 2015). A análise cinemática pode ajudar a explicar as fontes metodológicas de variabilidade de DPTC6M. Portanto, como este sistema de câmeras ainda não foi utilizado no TC6M, primeiramente avaliamos a viabilidade do uso de sistemas optoeletrônicos para estudar a cinemática do corpo inteiro durante o TC6M em indivíduos saudáveis. Posteriormente avaliamos a análise cinemática do TC6M em indivíduos com DPOC e saudáveis.

5. Objetivos

5.1. Objetivo Geral

- Avaliar o perfil cinemático de pacientes com DPOC durante o TC6M.

5.2. Objetivos específicos

1ª parte (manuscrito 1)

- Avaliar a viabilidade da avaliação cinemática durante o TC6M em um percurso de 10m.

2ª parte (manuscrito 2)

- Comparar o perfil cinemático entre indivíduos com DPOC e indivíduos saudáveis
- Correlacionar os parâmetros cinemáticos com função pulmonar e TECP
- Correlacionar os questionários IPAQ, CAT, mMRC, Saint George e SF-36 com a análise cinemática

6. Materiais e Métodos

6.1. Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo primário, observacional, clínico, transversal, analítico, não aleatorizado, aberto, centro único.

6.2. Locais do estudo

O estudo foi realizado no Laboratório de Análise do Movimento Humano do Mestrado em Ciências da Reabilitação do Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM) e no Laboratório de Função Pulmonar do Hospital Universitário Pedro Ernesto (HUPE), da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

6.3. Amostra

Neste estudo a amostra foi dividida em dois grupos: um grupo dos pacientes com DPOC, de acordo com o GOLD e o grupo controle. Esses grupos

foram pareados por idade, gênero, peso altura e índice de massa corporal (IMC). Para se obter uma estimativa do tamanho da amostra foi utilizado o programa estatístico SigmaStat 3.1. Para um coeficiente de correlação de 0,8, considerando-se poder de 80% e alfa = 5%, o tamanho estimado da amostra para cada grupo foi de 10 indivíduos.

6.3.1. Recrutamento

Participaram deste estudo 65 pacientes portadores de DPOC, de acordo com GOLD, deste 36 concluíram os testes (figura 5), foram provenientes do ambulatório no Posto de Atendimento Médico Newton Bethlem, da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Foram recrutados 19 indivíduos saudáveis, acompanhantes dos pacientes com DPOC, para o grupo controle.

Figura 5: Fluxograma

6.3.2. Critérios de Inclusão e Exclusão

Critérios de Inclusão

- ✓ Pacientes com diagnóstico de doença pulmonar obstrutiva crônica, de acordo com GOLD
- ✓ Idade superior a 40 anos e ambos os sexos
- ✓ Estabilidade clínica (ausência de exacerbações nos últimos 6 meses)
- ✓ Indivíduos que assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), para ambos os grupos.

Critério de Inclusão para o grupo controle

- ✓ Indivíduos aparentemente saudáveis de ambos os sexos, maiores de 40 anos

Critérios de Exclusão (para ambos os grupos)

- ✓ Pacientes com incapacidade de deambular
- ✓ Presença de doenças neurológicas
- ✓ Presença de doenças cardiovasculares
- ✓ Presença de doenças osteomioarticulares
- ✓ Pacientes com incapacidade de realizar os testes de função pulmonar e/ ou testes de capacidade funcional
- ✓ Indivíduos que necessitaram interromper os dois TC6M
- ✓ Classificação como “muito ativo” no IPAQ
- ✓ Diagnóstico de doença pulmonar (somente para o grupo controle)
- ✓ Carga tabágica > 10 maços-ano (somente para o grupo controle)

6.4. Procedimentos

As avaliações foram divididas em três etapas (Figura 6), realizadas em dias diferentes, com no máximo um mês de intervalo entre elas. A primeira etapa foi realizada no Posto de Atendimento Médico Newton Bethlem, da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, a segunda e terceira no Laboratório de Análise do Movimento Humano (UNISUAM).

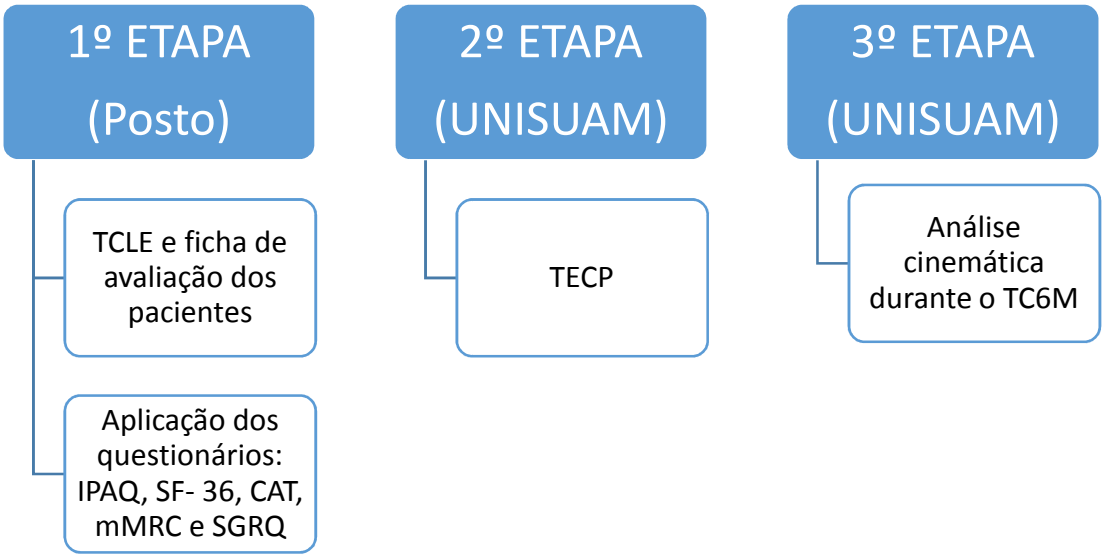

Figura 6: Organização das avaliações. Abreviações: TCLE= Termo de consentimento Livre e esclarecido; IPAQ= *International Physical Activity Questionnaire*; SF-36= Questionário de qualidade de vida SF-36; mMRC= Modified Medical Research Council Dyspnea Questionnaire; CAT= COPD Assessment Test; SGRQ= St. George's Respiratory Questionnaire; TECP= Teste de exercício cardiopulmonar; TC6M= Teste de caminhada de seis minutos; HUPE= Hospital Universitário Pedro Ernesto.

6.4.1. Medidas Antropométricas

Todos os participantes da pesquisa foram submetidos, após assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para grupo controle e DPOC (apêndice 3 e 4, respectivamente), às medidas antropométricas, como peso, altura e o cálculo do índice de massa corporal (IMC).

6.4.2. Função Pulmonar

6.4.2.1. Espirometria

A espirometria foi realizada por meio do instrumento HD CPL (nSpire Health, Inc., Longmont, CO, USA), utilizando-se as recomendações da SBPT e ATS. Os valores obtidos através do exame foram comparados a valores previstos adequados para a população estudada (Neder *et al*., 1999; Pereira *et*

al., 2007). Este teste exige compreensão e colaboração do paciente (Pereira, 2002; ATS, 2005).

O paciente permaneceu na posição sentada para realização do exame, a cabeça mantida na posição neutra para evitar alterações dos fluxos expiratórios. Antes do teste o indivíduo permaneceu em repouso de 5 a 10 minutos. Caso o indivíduo apresentasse expectoração em grande quantidade o teste era adiado. O procedimento deve ser orientado e demonstrado pelo técnico. É necessário que o paciente realize uma inspiração máxima seguida de expiração rápida e sustentada (Pereira, 2002).

6.4.2.2. Pletismografia de corpo inteiro

A pletismografia de corpo inteiro foi realizada dentro de uma cabine hermeticamente fechada que possui sensores que captam variações de pressão internas com grande sensibilidade, as quais variam com mudanças no volume do tórax, conectado a um computador. Os pacientes realizaram ao menos três manobras de esforço respiratórios rápidos e suaves (*panting*) (Pereira & Moreira, 2002).

Este teste dura pelo menos 5 minutos. O indivíduo esteve atento as explicações do examinador antes do exame, permaneceu na posição sentada durante o teste, no interior da cabine, utilizando a peça bucal e o clipe nasal. (Figura 7). Foi utilizado o pletismógrafo de corpo inteiro da marca *Collins Plus Pulmonary Function Testing Systems* (Warren E. Collins, Inc, Braintree, MA, USA).

Figura 7: Pletismógrafo de corpo inteiro. Fonte: www.tecnoclin.com.br/produtos/equipamentos-medicos/espirometro/cabine-de-pletismografia

6.4.2.3. Pressão inspiratória máxima (PImáx) e pressão expiratória máxima (PEmáx)

Os valores das pressões respiratórias estáticas máximas são obtidos através da manovacuometria. Por meio de um bocal na boca do indivíduo mede a PImáx a partir do volume residual e a PEmáx a partir da capacidade pulmonar total. Em pacientes de ambulatório, como é o caso desse estudo, foi realizado este teste na posição sentada, o nariz do paciente foi ocluído por uma pinça nasal (Souza, 2002). O teste foi realizado através do equipamento *Collins Plus Pulmonary Function Testing Systems* (Warren E. Collins, Inc, Braintree, MA, USA).

Recomenda-se que seja realizada no máximo cinco manobras e os maiores valores de pico de PImáx e PEmáx serão considerados. A ordem em que são executadas as medições de PImáx e PEmáx não altera os resultados. O teste é considerado cansativo, a maioria dos autores utiliza intervalos de um minuto de repouso entre cada duas manobras para indivíduos sadios (Souza, 2002).

6.4.3. Teste de exercício cardiopulmonar

O teste foi realizado com pelo menos duas horas de jejum, evitando-se cafeína, cigarro e exercício físico no dia do exame. É preferível utilizar roupas confortáveis, para fazer o exame. O paciente deve ser orientado sobre o exame e como manter a comunicação durante o teste com o examinador (Neder & Nery, 2002).

O teste foi realizado na esteira modelo Vmáx Incore (Viasys Healthcare Palm Springs, CA, USA), localizada no Laboratório de Desempenho Cardiovascular e Respiratório da UNISUAM. O protocolo foi iniciado com três minutos sem carga, sendo adicionados incrementos gradativos, minuto-a-minuto, de acordo com o valor das variáveis obtidas nos testes de função pulmonar. O indivíduo foi verbalmente estimulado durante todo o exame.

Houve uma equipe de apoio especializada no local para oferecer todo o suporte ao paciente e caso o paciente apresentasse algum desconforto extremo, ao teste poderia ter sido interrompido (Neder & Nery, 2002).

6.4.4. Cinemática da Marcha

Os componentes cinemáticos da marcha foram registrados através do Sistema de Análise do Movimento Qualisys – ProReflex MCU (QUALISYS MEDICAL AB, Gothenburg, Sweden). O Qualysis ProReflex 240 é um sistema de registro de movimento que permite a reconstrução em três dimensões (3D) de marcas passivas refletoras localizadas em pontos pré-determinados. Este sistema possui 4 câmeras que emitem uma luz infravermelha, que é refletida pelos marcadores posicionados no indivíduo (Souza & Rodacki, 2012).

Um marcador reflexivo foi projetado para este estudo como uma esfera de plástico (diâmetro = 58 cm) coberta com fita retroreflexiva (modelo TS-02, IFM Eletronica Ltda., SP, Brasil) e fixada no topo de um capacete, conforme figura 8. O participante foi posicionado a 2 m do centro de 4 câmeras ProReflex MCU 240 (680x500 pixels, resolução efetiva de 20.000x15.000 subpixels, Qualisys, Gotemburgo, Suécia), que possuem erros de medição <1 m^2 (Richards, 1999). As coordenadas tridimensionais do capacete reflexivo foram adquiridas simultaneamente a 100 Hz durante 6 minutos usando o Qualisys Track Motion

2.4 (Qualisys, Gotemburgo, Suécia). O sistema foi calibrado antes de cada sessão de aquisição de sinal usando o equipamento fornecido pelo fabricante (comprimento da varinha = 749,4 m^3).

Figura 8: Capacete com esfera reflexiva adaptada. Fonte: foto do próprio autor.

Uma vez que a instrumentação não consegue captar o sinal da cinemática em percursos longos, a área de aquisição correspondeu à 10 metros. A calibração do sistema foi realizada de acordo com as orientações do fabricante. Foram considerados como referência os eixos X, Y e Z, sendo X direção médio-lateral, Y longitudinal e Z vertical. A coleta foi realizada com os indivíduos posicionados sobre a área de aquisição com a face direcionada para o eixo Y. Foi solicitado que o participante caminhasse o mais rápido possível, sem correr. A frequência de aquisição por câmera utilizada foi de 100 Hz. Os dados foram captados em 3D e processados em duas dimensões (2D). O indivíduo utilizou somente 1 marcador de fita reflexiva para rastreamento da trajetória do participante no circuito (diâmetro= 58 cm), conforme figura 9 e 10.

Figura 9: Posicionamento das câmeras. **Figura 10**: Circuito do teste de caminhada de seis minutos com análise cinemática

Este trabalho utilizou 18 variáveis para avaliar a cinemática da marcha durante o teste de caminhada de seis minutos no percurso de 10 metros, de acordo com tabela 2.

Tabela 2: Variáveis utilizadas e sua descrição

Legenda: m= metros; m/s= metros por segundo; n= número; TC6M= teste de caminhada de seis minutos

Variáveis	Descrição
Processamento do sinal	
Preenchimento (%)	Percentual de amostras adquiridas durante o TC6M
Lacunas (n)	Quantidade de intervalos de sinal sem amostras adquiridas
Duração média das lacunas (s)	Média da duração de todas as lacunas
Preenchimento pós-processamento (%)	Percentual de amostras para análise do TC6M
Perda de amplitude pós-processamento (%)	Percentual de perda de amplitude após o processamento do sinal
Teste de caminhada de 6 minutos (TC6M)	
Distância caminhada, medida pelo avaliador (m)	DCT6M medida pelo avaliador
Distância caminhada, predita (m)	DCT6M predita pela equação de Beekman et al. (2014)
Distância caminhada, medida pela cinemática (m)	DCT6M calculada pela cinemática
Número de meia-volta, medida pela cinemática (n)	Quantidade de percursos completos (cone-a-cone)
Cinemática (análise do sinal completo)	
Velocidade mínima (m/s)	Velocidade mínima alcançada durante o teste
Velocidade média (m/s)	Velocidade média alcançada durante o teste
Velocidade máxima (m/s)	Velocidade máxima alcançada durante o teste
Cinemática (análise por meia-volta)	
Pico de aceleração, média (m/s^2)	Média da aceleração máxima de cada meia-volta
Pico de velocidade, média (m/s)	Média da velocidade máxima de cada meia-volta
Pico de desaceleração, média (m/s^2)	Média da desaceleração máxima de cada meia-volta
Tempo para pico de aceleração, média (%)	Tempo para atingir o pico de aceleração em percentual da duração da meia-volta
Tempo para pico de velocidade, média (%)	Tempo para atingir o pico de velocidade em percentual da duração da meia-volta
Tempo para pico de desaceleração, média (%)	Tempo para atingir o pico de desaceleração em percentual da duração da meia-volta
Comprimento linear do corredor, média (m)	Média do comprimento máximo cone-a-cone em cada meia-volta
Tendência negativa na velocidade média (n, %)	Quantidade de participantes com inclinação negativa da regressão linear da série temporal da velocidade média ciclo-a-ciclo
Tendência positiva na velocidade média (n, %)	Quantidade de participantes com inclinação positiva da regressão linear da série temporal da velocidade média ciclo-a-ciclo
Inclinação da tendência negativa	Valor da inclinação negativa da regressão linear da série temporal da velocidade média ciclo-a-ciclo
Inclinação da tendência positiva	Valor da inclinação positiva da regressão linear da série temporal da velocidade média ciclo-a-ciclo

6.4.5. Cinemática do TC6M

De acordo com a ATS (2002), o TC6M deve ser realizado em corredor plano, sem obstáculos, com 30 metros de comprimento. O material utilizado para realização do TC6M é composto por: cronômetro, contador de voltas, uma cadeira, dois cones, esfigmomanômetro, oxímetro, prancheta com papel e caneta, cilindro de oxigênio (caso o paciente necessitasse). Durante a realização do TC6M, a cada minuto deve-se instruir o indivíduo, com palavras de incentivo padrão, com tom uniforme da voz, como: “Você está indo bem”, “Você tem 5 minutos para continuar”, “Continue com o bom trabalho. Você está no meio do caminho” (ATS, 2002).

Para a realização do TC6M, os participantes foram orientados a percorrer o maior número de vezes um trecho demarcado no solo com cones em ambas as extremidades (percurso de 10 metros), durante seis minutos (Beekman et al., 2014). Foi ressaltado que, caso encontrassem necessidade de diminuir o ritmo ou mesmo de interromper o teste, devem fazê-lo. O teste foi precedido e sucedido pela aferição da Pa, FC, FR e saturação periférica de oxigênio (SpO_2) com os participantes em repouso. O examinador demonstrou o TC6M ao indivíduo, antes do início, para melhor compreensão.

Durante a execução do teste os participantes foram monitorados verbalmente por meio da escala de percepção subjetiva de esforço modificada descrita por Borg (Anexo 6) no segundo, quarto e sexto minuto de caminhada. O examinador também utilizou palavras de incentivo a cada minuto. Ao término do sexto minuto foi registrado o ponto de parada e a distância percorrida total. Os participantes tiveram suas variáveis novamente aferidas na posição sentada (pós-teste) no primeiro, terceiro e sexto minutos de repouso pós-teste. Após trinta minutos da realização do primeiro TC6M, os participantes foram convidados a realizar um segundo TC6M, sendo considerada para análise apenas a maior distância percorrida.

6.4.6. Qualidade de vida e Nível de Atividade Física

Os participantes responderam aos questionários IPAQ, SF-36, mMRC, CAT e SGRQ, além da ficha de avaliação (apêndice 1) na segunda etapa das

avaliações. Os pacientes foram estimulados a responder de acordo com suas experiências, informações, sentimentos e opiniões pessoais. Os questionários são auto-aplicáveis, logo não houve influência do examinador nas respostas dos pacientes.

O Questionário *COPD Assessment Test* (CAT) é o teste de avaliação da DPOC que visa quantificar os sintomas do dia a dia dos pacientes. O CAT foi desenvolvido e validado em 2009, porém foi validado para língua portuguesa em 2013. É um questionário simples, curto e com opções de resposta enumeradas de 0 a 5, como demonstrado no anexo 1 (Silva *et al*., 2013).

O questionário CAT possui 8 questões relacionadas a tosse, dor torácica, dispneia, limitação nas atividades em casa, confiança em sair de casa, sono e energia. O paciente só pode marcar uma opção de resposta para cada item. Ao final do teste, as pontuações das respostas são classificadas da seguinte forma: 6-10 pontos, leve; 11-20, moderado; 21-30, grave; e 31-40, muito grave. Este questionário avalia o impacto clínico da DPOC.

O questionário *Medical Outcomes Study 36 – Item Short–Form Health Survey* (SF-36) desenvolvido por Ware e Sherbourne (1992), traduzido e validado para língua portuguesa por Ciconelli (1997) é formado por 36 itens (anexo 2), englobando 8 componentes: capacidade funcional, aspectos físicos, dor, estado geral da saúde, vitalidade, saúde mental, aspectos sociais e emocionais. Avalia a qualidade de vida, de fácil administração e compreensão. Apresenta pontuação final de 0 a 100, onde 0 representa o pior estado geral da saúde e 100 o melhor estado de saúde (Ciconelli *et al*., 1999).

O SGRQ é um questionário direcionado para paciente com doenças respiratórias crônicas. Traduzido e validado em versão língua portuguesa. Engloba 50 perguntas, sobre dispneia, tosse, dispneia durante as atividades de vida diária, dividido em três domínios: sintomas, atividade e impacto (anexo 4). Cada domínio possui um valor derivado, quanto maior o valor pior a qualidade de vida do indivíduo (Sousa *et al*., 2000)

6.4.7. International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)

IPAQ foi primeiramente sugerido por um grupo de trabalho de pesquisadores durante uma reunião cientifica em Genebra, Suíça, em abril de

1998. No Brasil foi validado em 2001, as versões curtas e longa apresentam resultados de validade e reprodutibilidade semelhantes, apesar da forma longa ser mais repetitiva e cansativa para responder. Neste trabalho foi utilizado a versão curta (anexo 3) (Matsudo *et al*., 2001).

Ele abrange seis domínios, como: trabalho, transporte, casa, jardim, lazer, e tempo gasto sentado. Serão somados todo o tempo gasto nas atividades físicas exercidas em minutos por semana, sendo em equivalentes metabólicos (MET's), gerando a atividade física total. As atividades físicas são classificadas em 3 tipos (leve, moderada e vigorosa). De acordo com o resultado das somas das atividades físicas os indivíduos são classificados em sedentários, insuficientemente ativos, ativos ou muito ativos (Matsudo *et al*., 2001).

O IPAQ é um questionário autoaplicativo, podendo ser aplicado também por telefone. Na sua forma curta contém 8 perguntas relacionadas à atividade física que o indivíduo realiza. Mesmo aqueles que não realizam devem responder as perguntas, com as opções quantidade de horas de atividade física, quantidade de dias por semana que realiza a atividade física ou nenhum (caso não pratique atividade física).

6.4.8 Escala de dispneia modificada do *Medical Research Council* (mMRC)

A escala mMRC avalia o grau de dispneia durante as atividades de vida diária, através de 5 afirmativas sobre a dispneia durante a caminhada, subir ladeiras e escadas, podendo ser escolhida somente uma afirmativa. O resultado é de 0–5, quanto maior a dispneia maior o resultado. Possui validação para língua portuguesa (Kovelis *et al*., 2008) (anexo 5).

7. Métodos Estatísticos

Na análise estatística foram calculados os estimadores de estatística descritiva (média ± DP, mediana [mínimo; máximo] ou frequência [%] dependendo do tipo de variável). A distribuição dos dados foi avaliada por meio do Shapiro Wilk test ou Kolmogorov-Smirnov. As associações foram avaliadas

por meio do coeficiente de correlação de Pearson ou Spearman. As comparações entre indivíduos saudáveis e com DPOC foram realizadas por meio do teste t de Student ou Mann-Whitney. O nível de significância adotado foi de 5%.

8. Considerações éticas

Este projeto foi aceito ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro Universitário Augusto Motta, a partir do CAAE: 53542816.7.0000.5235, seguindo as normas da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde que estabelece os preceitos éticos para a pesquisa envolvendo seres humanos (Brasil, 1996) e seguiu as diretrizes da Declaração de Helsinki. Antes da realização de qualquer procedimento, todos os voluntários foram informados sobre os objetivos e procedimentos do estudo e foram orientados a assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

9. Manuscrito

De acordo com as normas do modelo de dissertação os tópicos: resultados, discussão e conclusão são contemplados no manuscrito. Após a lista de referências abaixo, o manuscrito 1 será apresentado no tópico “Produção”. A segunda parte dos objetivos desta dissertação integrará um segundo manuscrito a ser produzido posteriormente. Os resultados preliminares do manuscrito 2 encontram-se no Anexo 6.

10. Referências Bibliográficas

ANNEGARN J.; SPRUIT M. A.; SAVELBERG H. H. C. M.; WILLEMS P.J.B.; BOOL C.V. D. *et al*. Differences in Walking Pattern during 6-Min Walk Test between Patients with COPD and Healthy Subjects. **PLoS ONE**, v. 7, n. 5, p. 1-6, 2012

ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 166, n. 1, p. 111-7, 2002.

ATS/ ERS: AMERICAN THORACIC SOCIETY an Official American Thoracic Society / European Respiratory Society Statement: Update on Limb Muscle Dysfunction in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 189, n. 9, p. 15-62, 2014

ATS/ERS task force: standardization of lung function testing- standardization of spirometry. **European Respiratory Journal** v. 26, p. 319–338, 2005

AZAMBUJA, R.; BETTENCOURT, M.; COSTA, C.H.; RUFINO, R. Panorama da doença pulmonar obstrutiva crônica. **Revista HUPE**, v. 12, n. 2, p. 13-18, 2013

BALKE, B. A simple field test for the assessment of physical fitness**. Report Civil Aeromedical Research Institute (U.S.)**, v. 53, p. 1–8, 1963

BATY, F.; GESTEL, J. R. V.; BRUTSCHE, M. H. Oxygen Uptake Recovery Kinetics after the 6-Minute Walk Test in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. **Respiration**, v. 92, p. 371-379, 2016

BEEKMAN E., MESTERS I., GOSSELINK R., *et al*. The first reference equations for the 6-minute walk distance over a 10 m course. **Thorax**. v. 69, n. 9, p. 867-868, 2014

BEEKMAN E., MESTERS I., HENDRIKS E. J. M., KLAASSEN M.P.M., GOSSSELINK R., VAN SCHAYCK O. C. P. *et al*. Course length of 30 meters

versus 10 meters has a significant influence on six-minute walk distance in patients with COPD: an experimental crossover study. **Journal of physiotherapy**, v. 59, p. 169-176, 2013

CARTER, R. *et al.* 6-minute walk work for assessment of functional capacity in patients with COPD. **Chest,** v. 123, n. 5, p. 1408-15, 2003.

CELLI, B. R.; GOTE, C. G.; MARIN, J. M.; CASANOVA, C.; OCA, M. M.; MENDEZ, R. A. et al. The Body-Mass index, airflow obstruction, dyspnea, and exercise capacity index in chronic obstructive pulmonary disease. **The New England Journal of Medicine**, v. 350, n. 10, p. 1005-1012, 2004

CELLI, B. R.; DECRAMER, M.; WEDZICHA, J. A.; WILSON, K. C.; AGUSTÍ, A.; CRINER, G. J. et al. An official American Thoracic Society / European Respiratory Society statement: research questions in COPD. **European Respiratory Journal**, v. 45, n. 4, p. 879-905, 2015

CELLI, B.R.; TETZLAFF, KAY; CRINER, G.; POLKEY, M. I.; SCIURBA, F.; CASABURI, R. et al. The 6-minute walk test as a COPD Stratification Tool: Insights from the COPD Biomarker Qualification Consortium. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, p. 1-48, 2016

CHEN, Q; WU, C; GAO, Y; CHEN, L; LIU, Y. A clinical study on the role of psychosomatic therapy in evaluation and treatment of patients with chronic obstructive pulmonary disease complicated with anxiety-depression disorder. **International Journal of Clinical and Experimental Medicine**, v. 8, n.9, p. 16613-16619, 2015

CICONELLLI, R. M.; FERRAZ, M.B.; SANTOS, W., MEINÃO I.; QUARESMA, M.R. Tradução para a língua portuguesa e validação do questionário genérico de avaliação de qualidade de vida SF-36 (Brasil SF-36). **Revista Brasileira Reumatolologia**, v. 39, n. 3, 1999

DATASUS, 2016. Disponível em: < http://datasus.saude.gov.br/nucleos-regionais > Acesso em :12 Agosto 2016, 16:40:02

DOURADO, V. K. Equações de referência para o teste de caminhada de seis minutos em indivíduos saudáveis. **Sociedade Brasileira de Cardiologia**, 2010

DURWARD, B. R.; BAER, G. D.; ROWE, P. J. **Movimento funcional humano – mensuração e análise**. Ed. Manole, 2001

ENGSTRÖM, G.; JANZON, L. Risk of developing diabetes is inversely related to lung function: A population-based cohort study. **Diabetic medicine**, v. 19, v. 2, p. 167-170, 2002

ENGSTRÖM, G.; LIND, P.; HEDBLAD, B.; WOLLMER, P.; STAVENOW, L.; JANZON, L.et al. Lung function and cardiovascular risk relationship with inflammation-sensitive plasma proteins. **Circulation**, v. 106, n. 20, p. 2555-2560, 2002

ENGSTRÖM, G.; WOLLMER, P.; VALIND, S.; HEDBLAD, B.; JANZON, L. Blood pressure increase between 55 and 68 years of age is inversely related to lung function: longitudinal results from the cohort study 'Men born in 1914'. **Journal of hypertension**, v. 19, n. 7, 2001

FEARY, J. R; RODRIGUES, L. C.; SMITH, C. J.; HUBBARD, R. B.; GIBSON, J. E. Prevalence of major comorbidities in subjects with COPD and incidence of myocardial infarction and stroke: a comprehensive analysis using data from primary care. **Thorax**, v. 65, n. 11, p. 956-962, 2010

FERNANDES, A. A.; BEZZERRA, O. M. P. Terapia nutricional na doença pulmonar obstrutiva crônica e suas complicações nutricionais – artigo de revisão. **Jornal Brasileiro Pneumolologia**, v. 32, n. 5, p. 461-471, 2006

FROMER, L.; COOPER, C.B. A review of the GOLD guidelines for the diagnosis and treatment of patients with COPD. **International Journal of Clinical Practice**, v. 62, n. 8, p. 1219-1236, 2008

GEA, J., AGUSTÍ, A. ROCA, J. Pathophysiology of muscle dysfunction in COPD-Review. **Journal of Applied Physiology**, n. 114, n.9, p. 1222-1234, 2013

GERSHON A.S.; WANG C.; WILTON A. S.; RAUT R.; TO T. Trends in chronic obstructive pulmonary disease prevalence, incidence, and mortality in Ontario, Canada, 1996 to 2007: a population- based study. **Archives of Internal Medicine**., v. 170, n. 6, p. 560 – 565, 2010

GOLD - Global initiative for chronic obstructive lung disease (GOLD) COPD. Global strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. 2011

GOLD - Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease: Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease, 2015.

GOLD - Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease: Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease, 2017.

GOLD - Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 176, n. 6, p. 532-555, 2007

GOSSELINK R.A.; LANGER D.; BURTIN C.; PROBST V.S.; HENDRIKS H.J.M.; VAN DER SCHANS C.P., et al. KNGF-Guideline for physical therapy in chronic obstructive pulmonary disease **Royal Dutch Society for Physical Therapy-Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie (KNGF)**, v. 118, n.4, 2008

HOCHHEGGER, B. A imagem e a DPOC. **Jornal Brasileiro Pneumologia**, v. 41, n. 6, p. 487-488, 2015

II Consenso Brasileiro sobre Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica - DPOC. **Jornal Brasileiro Pneumologia**. 2004;30(Supl 5): S1-42.

II CONSENSO BRASILEIRO SOBRE DONEÇA PULMONAR OBBSTRUTIVA CRÔNICA. Caracterização da doença pulmonar obstrutiva crônica – Definição, epidemiologia, diagnóstico e estadiamento. **Jornal Brasileiro Pneumologia**, v.30, n. 5, p.1–5, 2004

ILGIN, D.; OZALEVLI, S.; KILINC, O.; SEVINC, C.; CIMRIN,A. H.; UCAN, E. S. Gait speed as a functional capacity indicator in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Annals of Thoracic Medicine**, v. 6, n. 3, p. 141-146, 2011

JANSON C.; MARKS, G.; BUIST, S.; GNATIUC, L.; GISLASON, T.; MCBURNIE, M. et al. The impact of COPD on health status: findings from the BOLD study. **Europa Respiratory Journal**, v. 42, p. 1472-1483, 2013

JOOS L.; PARÉ P. D.; SANDFORD A. J. Genetic risk factors of chronic obstructive pulmonary disease. **Swiss Medical Wkly**., v. 132, n. 3-4, p. 27-37, 2002

KARPMAN, C.; DEPEW, Z. S.; LEBRASSEUR, NATHAN K.; NOVOTNY, P. J.; BENZO, R. P. Determinants of Gait Speed in COPD. **CHEST Journal**, v. 146, n. 1, p. 104-110, 2014

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

LAHOUSSE, L.; VERLINDEN, V. J.A.; GEEST, J.N. V.; JOOS, G. F.; HOFMAN A.; STRICKER, B. H.C. et al. Gait patterns in COPD: the Rotterdam Study. **European Respiratory Journal**, v. 46, n. 1, p. 88-95, 2015

LAURELL C. C.; ERIKSSON S. The electrophoretic alpha- 1-globulin pattern of serum in alpha-1-antitrypsin deficiency. **Scandinavian Journal of Clinical Laboratory Investigation**, v. 15, n. 2, p. 132-140, 1963

LAWLOR D.; PATEL R.; EBRAHIM S. Association between falls in elderly women and chronic diseases and drug use: cross sectional study. **British Medical Association,** v. 327, n. 7417, p. 712-717, 2003

LEIDY, N. K. Functional performance in people with chronic obstructive pulmonary disease. **Image Journal of Nursing Scholarship**, v. 27, n. 1, p. 23–34, 1995

LOU, P.; ZHU, Y.; CHEN, P.; ZHANG, P.; YU, J.; ZHANG, N. et al. Prevalence and correlations with depression, anxiety, and other features in outpatients with chronic obstructive pulmonary disease in China: a cross-sectional case control study. **BMC Pulmonary Medicine**, v.53, n. 12, p. 1-9, 2012

MACGOWAN, G. A.; CECCHETTI, A.; MURALI, S. Ventilatory drive during exercise in congestive heart failure. **Journal of Cardiac Failure**, v.3, n.4, p. 257-262, dec. 1997

MAESTU, P. L. et al. Use of exercise testing in the evaluation of interventional efficacy: An official ERS statement. **European Respiratory Journal**, v. 47, n. 2, p. 429 -460, 2016

MANNINO, D. M.; THORN, D.; SWENSEN, A.; HOLGUIN, F. Prevalence and outcomes of diabetes, hypertension and cardiovascular disease in COPD. **European Respiratory Journal**, v. 32, n. 4, p. 962-969, 2008

MATSUDO, S.; ARAÚJO, T.; MATSUDO, V.; ANDRADE, D.; ANDRADE, E.; OLIVEIRA, L.C. *et al*. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. **Atividade Física e Saúde,** v. six, n. 2, p. 5-18, 2001.

MAZZEI, J. A. Hipertensión pulmonar en las enfermedades respiratorias crónicas Prueba de marcha de 6 minutos: técnica y utilidad en el diagnóstico funcional, pronóstico y seguimiento. **Insuficiencia Cardíaca**, v. 8, n.8, p. 125-133, 2013

MENEZES A. M. B.; JARDIM J. R; PEREZ-PADILHA R.; CAMELIER A.; ROSA F., et al. Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease and associated factors: the PLATINO Study in São Paulo, Brazil. **Caderno de Saúde Pública**, v. 21, n. 5, p. 1565-1573, 2005

MIRANDA, E. F.; MALAGUTI, C.; CORSO, S. D. Disfunção muscular periférica em DPOC: membros inferiores versus membros superiores – revisão. **Jornal Brasileiro Pneumologia**, v. 37, n. 3, p. 380-388, 2011

MIRAVITLES, M. Avaliação econômica de doença pulmonar obstrutiva crônica e de suas agudizações. Aplicação na América Latina. **Jornal Brasileiro Pneumologia**, v. 30, n. 3, p. 274-285, 2004

MOREIRA G. L.; GAZZOTTI M. R.; MANZANO B. M., et al. Incidence of chronic obstructive pulmonary disease based on three spirometric diagnostic criteria in São Paulo, Brazil: a nine-year follow-up since the PLATINO prevalence study. **Sao Paulo Medical Journal**, v. 13, n. 3, p. 245-251, 2015

NANTSUPAWAT N.; LENE P.; SIANGRAIPUNT O.; GADWALA S.; NUGENT K. Gait characteristics in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Journal of primary care & Community health,** v. 6, p. 4, p. 222-226, 2015

NEDER J. A.; NERY L. E. Teste de Exercício Cardiopulmonar. **Jornal Brasileiro Pneumologia**, v. 28, n. 3, 2002

NEDER J. A.; NERY L. E.; CASTELO A.; ANDREONI S.;LERARIO M.C.;SACHS A.; SILVA A.C.; WHIPP B. J. Prediction of metabolic and cardiopulmonary responses to maximum cycle ergometry: a randomized study. **The European Respiratory Journal**, v. 14, p. 1304–1313, 1999

NONATO N. L.; DÍAZ, O.; NASCIMENTO, O. A.; DREYSE, J.; JARDIM, J. R.; LISBOA, C. Behavior of Quality of Life (SGRQ) in COPD Patients According to BODE Scores. **Archivos de Bronconeumología**, v. 51, n. 7, p. 315-321, 2015

NOVAES, R. D.; MIRANDA, A. S.; DOURADO, V. Z. Velocidade usual da marcha em brasileiros de meia idade e idosos. **Revista Brasileira Fisioterapia**, v. 15, n.2, p. 117-122, 2011

NUNES A.L.B.; PASÇO M.J.; SOUSA C.M.; BUZZINI R. Terapia Nutricional no Paciente com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. **Projeto Diretrizes**, p. 1-13, 2011

O'DONNELL D. E. Hyperinflation, dyspnea, and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease. **Proceedings of the American Thoracic Society**, v. 3, n. 2, p. 180–184, 2006

O'DONNELL DE, LAVENEZIANA P. Dyspnea and activity limitation in COPD: mechanical factors. **COPD**, v. 4, n.3, p. 225–236, 2007

O'DONNELL DE, LAVENEZIANA P. Physiology and consequences of lung hyperinflation in COPD. **European Respiratory Review**, v.15, n.100, p. 61–67,2006

OCA, M. M., VARELA, M. V. L., ACUÑA, A., SCHIAVI, E., REY, M. A., JARDIM J. R. DIRETRIZES BRASILEIRAS PARA O MANEJO DA DPOC. Diretrizes brasileiras para o manejo da DPOC (ADAPTAÇÃO PARA O BRASIL DO CONSENSO LATINO-AMERICANO DE DPOC). **Documento oficial da Sociedade Brasileira de pneumologia e tisiologia**, p. 1 – 144, 2016

OKI, Y. Usefulness of the 6-minute walk test as a screening test for pulmonary arterial enlargement in COPD. **International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease**, v. 11, p. 2869-2875, 2016

PAZ-DIAZ, H.; MONTES, O. M.; LOPEZ J.M.; CELLI B.R. Pulmonary rehabilitation improves depression, anxiety, dyspnea and health status in patients with COPD. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 86, n. 1, p. 30-36, 2007

PENAFORTES J. T. S.; GUIMARÃES F. S.; RIBEIRO M. V. J.; ALMEIDA V. P.; MENEZES S. L. S.; LOPES A. J. Relationship between body balance, lung function, nutritional status and functional capacity in adults with cystic fibrosis. **Brazilian Journal of Physical Therapy,** v. 17, n. 5, p. 450-457, 2013

PEREIRA C. A. C, MOREIRA M. A. F. Pletismografia – resistência das vias aéreas. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 28, n. 3, p. 139-150, 2002

PEREIRA C. A. C. Espirometria. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 28, n. 3, p. 1-82, 2002

PEREIRA C.A.C.; RODRIGUES S. C.; SATO T. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 33, p. 397–406, 2007

PERERIRA C. A. C. Teste de função pulmonar. **Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia**. 2001

POLKEY M. I.; SPRUIT M. A.; EDWARDS L. D., WATKINS M. L., PINTO-PLATA V., VESTBO J. Six-Minute-Walk Test in Chronic Obstructive Pulmonary Disease Minimal Clinically Important Difference for Death or Hospitalization. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v.187, n. 4, p. 382–386, 2013

PRESCOTT, E.; ALMDAL, T.; MIKKELSEN, K. L.; TOFTENG, C. L.; VESTBO, J.; LANGE, P. Prognostic value of weight change in chronic obstructive pulmonary disease: results from the Copenhagen City Heart Study. **European Respiratory Journals**, v. 20, p. 539-544, 2002

PRZYBYŁOWSKI, Tadeusz et al. Polish Respiratory Society guidelines for the methodology and interpretation of the 6 minute walk test (6MWT). **Pneumonologia i Alergologia Polska**, v. 8, n; 4, p.283-297, 2015

PUHAN, M. A.; SIEBELING, L.; ZOLLER, M.; MUGGENSTURM, P.; RIET, G. T. Simple functional performance tests and mortality in COPD. **The European respiratory journal**, v. 42, n. 4, p. 956-963, 2013

RABAHI M. F. Epidemiologia da DPOC: Enfrentando Desafios. **Pulmão RJ**, v. 22, n. 2, p. 4-8, 2013

RABE K. F.; HURD S.; ANZUETO A.; BARNES P. J; BUIST S. A.; CALVERLEY P.; et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**., v. 176, n. 6, p. 532-555, 2007

REYCHLER, G.; DEBATISSE, M.; LEBECQUE, P.; PIETERS, T.; LIISTRO, G.; GOHY, S. Variability of gait speed during six minutes walking test in COPD and cystic fibrosis patients. **Gait & Posture**, v.16, 2016

RICHARDS, J. G. The measurement of human motion: A comparison of commercially available systems, **18**, p. 589–602, 1999

ROBERTTSON, D.G.E; CALDWELL, G. E.; HAMILL, J.; KAMEN, G.; WHITTLESEY, S. N. **Research methods in biomechanics**. Ed. Human Kinetics, 2003

ROBINSON P. D.; GOLDMAN, M. D.; GUSTAFSSON, P. M. Inert gas Washout: Theoretical background and clinical utility in respiratory disease. **Respiration**, v. 78, n. 3, p. 339-355, 2009

ROBINSON P. D.; LATZIN P.; VERBANCK S.; HALL G.L.; HORSLEY A.; GAPPA M. et al. Consensus statement for inert gas washout measurement using multiple-

and single- breath test. **European Respiratory Journal**, v. 41, n. 3, p. 507-522, 2013

ROCA J, RABINOVICH R. Clinical exercise testing. **Eur Respir Mon**, v. 31, p. 146–165, 2005

SCHNELL, K.; WEISS, C. O.; LEE, T.; KRISHNAN, J. A.; LEFF, B.; WOLFF, J. L.; BOYD, C. The prevalence of clinically-relevant comorbid conditions in patients with physician-diagnosed COPD: a cross-sectional study using data from NHANES 1999–2008. **BMC Pulmonary Medicine**, v.12, n. 26, p. 1-9, 2012

SCHULZKE, S. M.; FREY, U. Consensus statement on inert gas washout measurement: at the threshold of clinical use. **European Respiratory Journal**, v. 41, n. 3, p. 500-502, 2013

SHAMAY S. N.G.; PHOEBE C. Y.U.; FENNY P. T.O.; JOSIBEN S. C.; TRACY H. C. Effect of walkway length and turning direction on the distance covered in the 6-minute walk test among adults over 50 years of age: a cross-sectional study. **Physiotherapy**, v.99, n.1, p. 63-70, 2013

SILVA, G. P. F.; MORANO, M. T.A. P.; VIANA, C. M. S.; MAGALHÃES, C. B. A.; PEREIRA, E. D. B. Validação do Teste de Avaliação da DPOC em português para uso no Brasil. **Jornal Brasileiro de Pneumologia,** v. 39, n. 4, p. 402-408, 2013

SINGH, S. J. An official systematic review of the European Respiratory Society/American Thoracic Society: Measurement properties of field walking tests in chronic respiratory disease. **European Respiratory Journal**, v. 44, n. 6, p. 1447-1478, 2014

SMITH M. D.; CHANGA A. T.; SEALE H. E.; WALSHB J. R.; HODGESA P. W. Balance is impaired in people with chronic obstructive pulmonary disease. **Gait & Posture**, v. 31, n. 4, p. 456-460, 2010

SOUSA TC, JARDIM JR, JONES P. Validação do Questionário do Hospital Saint George na Doença Respiratória (SGRQ) em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica no Brasil. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v.26, n.3, p. 119-128, 2000

SOUSA, C. A.; CÉSAR, C.C L. G.; BARROS, M. B. A.; CARANDINA, L.; GOLDBAUM, M.; PEREIRA, J. C. R. Doença pulmonar obstrutiva crônica e fatores de risco associados em São Paulo, SP, 2008-2009. **Revista de Saúde Pública**, v. 45, n. 5, p. 887-896, 2011

SOUZA, R. B. An Evidence-Based Videotaped Running Biomechanics Analysis. **Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America**, v. 27, n.1, 217-236, 2016

SOUZA, R. B. Pressões Respiratórias Estáticas Máximas. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 28, n. 3, p. 155-165, out 2002

SOUZA, R.M.; RODACKI, A.L.F. Gait analysis on incline and decline surfaces of adult and elderly women with different volume of weekly activities. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 18, n. 4, p. 256-260, 2012

SPRUIT, M. A. et al. Predicting outcomes from 6-minute walk distance in chronic obstructive pulmonary disease. **Journal of the American Medical Directors Association**, v,13, p. 291-297, 2012

TILERT, T.; DILLON, C.; PAULOSE-RAM, R.; HNIZDO, E.; DONEY, B. Estimating the U.S. prevalence of chronic obstructive pulmonary disease using pre- and post-bronchodilator spirometry: the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2007-2010. **Journal of Respiratory Research**, v. 14, n. 1, p. 1 – 11, 2013

VESTBO, J.; HURD, S. S.; AGUSTÍ, A. G.; JONES, P. W.; VOGELMEIER, C.; ANZUETO, A. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease GOLD executive summary. **American**

Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, v. 187, n. 4, p. 347 – 365, 2013

VIEGI, G.; Pistelli, F.; Sherrill, D. L.; Maio, S.; Baldacci, S.; Carrozzi, L. Definition, epidemiology and natural history of COPD. **European Respiratory Journal**, v. 30, n.5, p. 993-1013, 2007

VREEDE K. S.; HENRIKSSON J.; BORG K. HENRIKSSON M. Gait characteristics and influence of fatigue during the 6 – minute walk test in patients with post-polio syndrome. **Journal of Rehabilitation Medicine,** v. 45, n. 9, p. 924-928, 2013

WAATEVIK, M. et al. Oxygen desaturation in 6-min walk test in a risck fator for adverse outcomes in COPD. **European Respiratory Journal Express**, p. 1-10, 2016

WACKER M. E.; JORRES, R. A.; KARCH A.; WILKE, S.; HEINRICH, J.; KARRASCH, S. et al.Assessing health-related quality of life in COPD: comparing generic and disease-specific instruments with focus on comorbidities. **Bio Med Central Pulmonary Medicine**, v. 70, n. 16, p. 1-11, 2016

WARE, J.E.; SHERBOURNE, C.D. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36): I. Conceotual framework and item selection. **Medical Care**, v. 30, n. 6, p. 473-483, 1992

.

Word Health Organization. 2015. Disponível em: < >. Acesso em: 08 dez. 2015, 15:37:41

ZIELINSKA, D.; BELLWON, J.; RYNKIEWICZ, A.; ELKADY, M. A. Prognostic Value of the Six-Minute Walk Test in Heart Failure Patients Undergoing Cardiac Surgery: A Literature Review. **Hindawi Publishing Corporation Rehabilitation Research and Practice**, 2013.

11. Produção

11.1 Manuscript 1

Feasibility of the whole-body gait kinematics to assess the validity of the six-minute walk test over a 10-meter walkway in the elderly

Nathália Alves de Oliveira Saraiva, M.Sc.[a], Fernando Silva Guimarães, D.Sc.[a,b], Agnaldo José Lopes, D.Sc.[a,c], Jannis Papathanasiou, Ph.D.[d,e], Arthur Sá Ferreira, D.Sc.[a,f]

[a]Postgraduate Program in Rehabilitation Sciences, Augusto Motta University Center, Bonsucesso, RJ, Brazil, [b]Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, [c]State University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, [d]Department of Medical Imaging, Allergology and Physiotherapy, Faculty of Dental Medicine, Medical University of Plovdiv, Bulgaria, [e]Department of Kinesitherapy, Faculty of Public Health, Medical University of Sofia, Bulgaria, [f]Salgado de Oliveira University, Niterói, RJ, Brazil

Corresponding author: Arthur de Sá Ferreira, D.Sc.

Permanent address: Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação, Praça das Nações 34, Bonsucesso, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, ZIP Code 21041-010, e-mail: arthurde@unisuamdoc.com.br

Text elements: 6 (1 Table, 5 Figures)

Abstract word count: 248

Main text word count (Excluding references and legends): 3,410

Abstract

Background: The six-minute walk test (6MWT) is a reliable, cost-effective, time-limited field test used as a routine practice in the cardiorespiratory rehabilitation setting. The clinimetric properties and clinical utility of the 6MWT are well described, but little is known about the gait kinematics during this test. This study aimed at evaluating the feasibility of a study protocol based on whole-body gait kinematics to assess the validity of the 6MWT over a 10-m walkway in the elderly.

Methods: Eight elderly healthy participants (7 women, 61 to 77 years) performed the 6MWT in a 10-m rectilinear walkway. Data were collected using four infrared cameras and a spherical marker covered with retroreflective tape firmly attached to a helmet worn by the participant during the 6MWT.

Results: The total distance measured by the assessor was significantly smaller than both its kinematics (P=0.012) and model-predicted (P=0.017) counterparts. The total distance measured by kinematics was also smaller than the predicted one (P=0.025). A large bias towards underestimating the 6MWD as measured by the assessor (mean=-32, SD=6.3 m) was observed along a high determination coefficient (R^2=99.2%). The majority of participants presented a negative trend for the average speed as a function of half-turns.

Discussion: Analysis of whole-body gait kinematics is feasible using motion capture systems and can be used for assessing the validity of the 6MWT over a 10-meter walkway in the elderly. The 6MWD as measured by the assessor underestimates the actual covered distance in the 6MWT but apparently not the functional exercise capacity.

Keywords: gait; six-minute walk test; kinematic analysis; rehabilitation.

Research Highlights

- Whole-body gait kinematic analysis during the six-minute walk test is feasible
- Body speed increases during a half-turn until it shows a single peak
- Body acceleration and deceleration are maximal at the start and end of a half-turn
- The walked distance is underestimated due to the six-minute walk test assumptions

1 Introduction

Functional exercise capacity is assessed using field tests since the 1960's [1]. Currently, the six-minute walk test (6MWT) is a reliable, cost-effective, time-limited field test used as a routine practice in the cardiorespiratory rehabilitation setting [2]. The 6MWT task requires a subject to walk as fast as possible along a given walkway and to turn around two delimiting traffic cones; in this manner the larger the number of turns – and consequently the walked distance – the better is the functional exercise capacity [3]. The test's score, namely the six-minute walked distance (6MWD), is the total distance covered in absolute or predicted percent values obtained by population-specific reference equations [4,5]. The assessment of functional capacity is of particular interest in the elderly due to the increased cardiovascular morbidity and physical disability in this population [6,7].

The clinimetric properties and clinical utility of the 6MWT and the methodological sources of variability of the 6MWD are both well described [2], although evidences on the kinematic aspects of the test is only marginally known. Whenever the recommended both walkway length and layout – a 30-m rectilinear walkway – are not available, the variability in the 6MWD is interpreted with assumptions or claims regarding the whole-body gait kinematics during the test [3]. For instance, smaller walkways down to 10 m are used in the clinical setting [8,9] and lead to a larger number of turns and smaller 6MWD, with speculative explanations about the body's acceleration [10]. Non-rectilinear – e.g. circular or elliptical – walkway layouts increase the 6MWD, again without evidence about the underlying kinematic factors [11–13]. Another source of variability comprises the assumption that the participants' trajectory is perfectly rectilinear between cones – a 'pinball trajectory' – for calculation

of the 6MWD and thus this actual score is certainly underestimated but by an unknown model.

Motion capture systems are valuable tools for recording human movements and describing them using kinematic analysis [14]. However, studies on gait analysis focused in joint kinematics [15,16], body segment movements [17], and short distance whole-body gait kinematics yet not related to assessing functional capacity [18,19]. Apparently, no study has used a motion capture system for assessing whole-body gait kinematic analysis in such a large distance as required for the 6MWT. It is also unknown how accurate and precise the assessor's measurement of 6MWD is as compared to a measurement made considering the actual participant's trajectory. We argue that kinematic analysis during the 6MWT may help explain this test's assumptions and methodological sources of variability of 6MWD, as well as the validity of the assessors' in measuring this test's score. Therefore, the aim of this study was to evaluate the feasibility of a study protocol based on whole-body gait kinematics to assess the validity of the 6MWT over a 10-m walkway in the elderly.

2 Materials and Methods

2.1 Ethics

This research protocol comprises two sequential phases, namely the feasibility study and the clinical study in elderly persons with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). Herein are presented the results of phase-1. The Institutional Ethics Committee approved this study protocol before its execution (protocol No. 53542816.7.0000.5235). Participants gave their written informed consent after being verbally instructed about the study aims and procedures.

2.2 Participants

The sample size was calculated based on the validity of the assessor for measuring the 6MWD as the main outcome. A sample of eight participants was required to observe an expected mean of differences equal to 0 m, expected standard deviation of differences equal to 5 m, and maximum allowed difference equal to 25 m – at least half the minimal clinically important difference [3] – at α=5% and β=80%.

Eight elderly healthy participants (7 women; age: 61 to 77 years; body mass 48 to 94 kg; body height: 1.48 to 1.64 m) were consecutively enrolled. A single assessor (N.A.O.S.) screened all participants to rule out cardiopulmonary or neurological conditions, musculoskeletal pain, or injuries that could affect their performance during the test.

2.3 Field test: 6MWT

The 6MWT was performed according to all the reference instructions [3] but the walkway length, set up equal to 10 m (center-to-center cone distance = 9 m) as a minimal walkway length [4,8] for a feasibility study. Participants performed the test twice (30-min rest between tests) and the test with the largest distance was used for further analysis. No instruction was provided to the participants regarding their trajectory during the test, although standard verbal encouragement was provided every 1 min [3]. The assessor (N.A.O.S.) measured the 6MWD considering the number of complete half-turns – defined as the crossing of the two delimiting cones – and the residual walked distance. Predicted values were obtained from the corresponding basic reference equation and taking sex, age, and body mass index as independent variables [8].

2.4 Instrumentation and system calibration

Four infrared cameras (ProReflex MCU 240, Qualisys, Gothenburg, Sweden) were semi-circularly aligned 2 m away from the nearest cone (Fig. 1). The acquisition system was calibrated before each clinical session using the manufacturer's equipment (wand length = 749.4 m^{-3}), procedure, and software (Qualisys Track Motion 2.4, Qualisys, Gothenburg, Sweden). Calibrations were repeated if necessary until the measurement errors were all <1.0 m^{-3} [14].

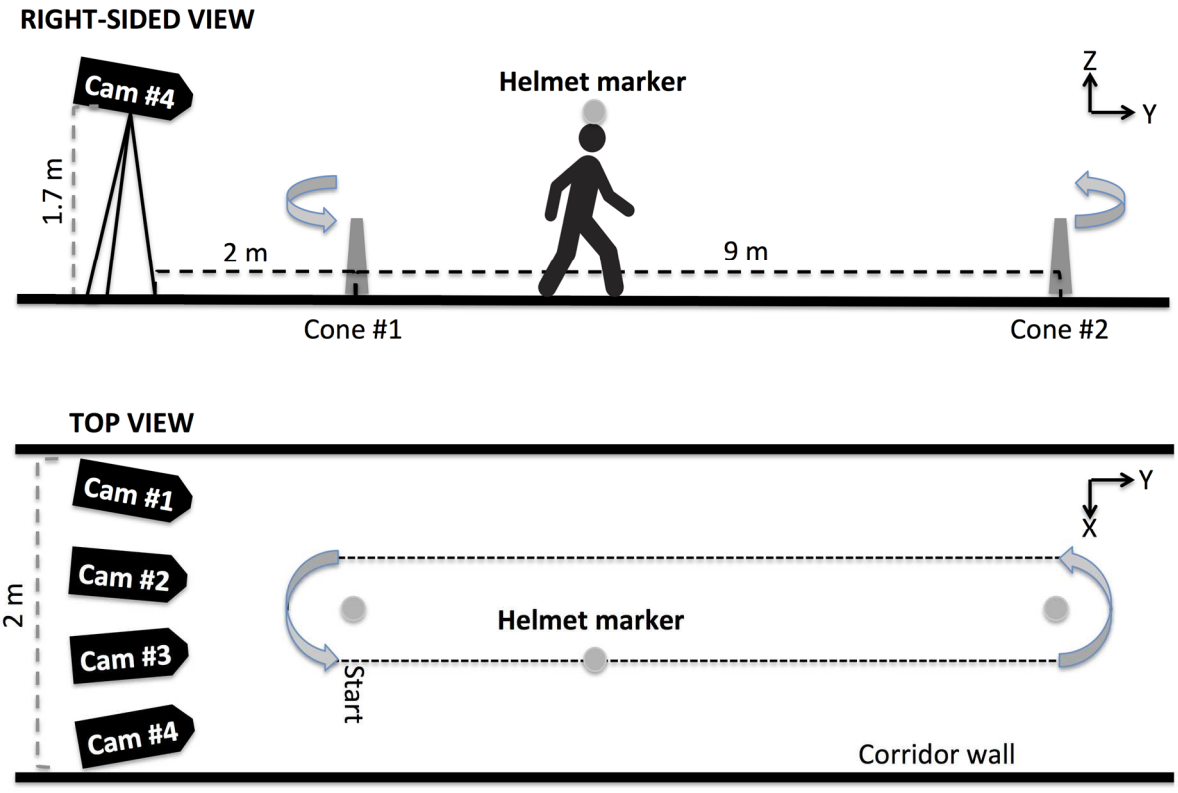

Figure 1: Schematic representation of the experimental set-up, depicting the walkway dimensions and layout, the relative position of the cameras, participants, and cones in lateral (top panel) and top view (bottom panel).

A hollow-body, plastic spherical marker (diameter = 0.58 m) covered with retroreflective tape (model TS-02, IFM Eletrônica Ltda., SP, Brazil) was firmly attached

to a helmet (total mass ~0.5 kg), which was worn by the participant during the 6MWT (Fig. 2).

Figure 2: Spherical retroreflective marker attached to the helmet on a mannequin head.

2.5 Data acquisition and signal processing

Data acquisition started after a 5-s delay and lasted 360 s at a sampling frequency of 100 Hz. The starting command for the participant and acquisition were concurrent and the participant was required to stop immediately after the timeout. Spatial coordinates of the helmet's marker were exported for off-line analysis in *R* version 3.3.3 [20].

Existing gaps in the data were programmatically located and filled using linear interpolation. The interpolated signal was smoothed with a symmetric, 95-sample moving average filter (~2 Hz low-pass filtering) [21]. To minimize loss of measured 6MWD the signal was (1) rescaled by minimizing the root mean square error between raw and filtered signals and (2) inputted with samples at the start and end of the signal

using linear extrapolation [22]. Time-series of the marker's displacement were visually inspected at each processing stage to ensure no artifacts (e.g. signal discontinuities) were generated due to signal processing.

Half-turns were programmatically determined using a sample-by-sample, direct search of extreme values ('peaks' and 'valleys') of displacement in the walkway' longitudinal axis based on the bracketing a minimum/maximum rule [23]. This identification was performed to segment the complete test in epochs corresponding to half-turns. Data segmented into half-turn epochs were analyzed independently of the calibration axis such that the 'proximal' and 'distal' cones are referred regardless of the walking direction of the participant. Likewise, the participants' velocity (i.e. speed) and acceleration did not depend on the absolute calibration axes.

2.6 Kinematic analysis

It was assumed that the marker represented the whole-body displacement in the horizontal plane. Marker's displacement was represented and all calculations were made on the horizontal plane. Speed and acceleration were obtained by the first- and second-time-derivatives of the displacement, respectively.

Kinematic analysis of the complete test data included: the number of half-turns; the 6MWD; central (mean) and extreme (minimal, maximal) estimates of speed. Kinematic analysis of the half-turn data included: central (mean) and extreme (minimal, maximal) estimates of peak acceleration, speed, and deceleration; relative time to each peak value; average walkway length, measured as the maximum linear distance in the longitudinal axis; and the linear trend (sign and slope, separately) for the average speed.

2.7 Statistical analysis

Group values were summarized as median (25th to 75th centiles) or frequency (n, %). Differences in 6MWD as measured by the assessor, kinematics and prediction equation were investigated using Friedman's test followed by Wilcoxon's rank test as post hoc. Validity was assessed by the calibration plot alongside with regression lines (slope, intercept, and R^2) and the limits of agreement (LOA) plot with the bias (= kinematics – assessor), SD of bias and 95% confidence intervals (95%CI) [24]. Statistical significance was set at $P<0.05$ (two-tailed). Statistical analysis was performed using *R* version 3.3.3 [20].

3 Results

3.1 Feasibility of the study protocol

Gaps averaged ~5% of the complete test duration, being spread as <0.2 s epochs (Table 1). All gaps were completely filled with interpolation/extrapolation and smoothing did not introduce visible artifacts in the signal.

Table 1: Descriptive summary of the six-minute walk test using assessor and kinematic analyses.

Variables	Descriptive analysis
Signal processing	
Pre-processing signal fill level (%)	96 (94 to 99)
Gaps (n)	112 (49 to 156)
Mean gap duration (s)	0.114 (0.109 to 0.147)
Post-processing signal fill level (%)	100 (100 to 100)
Six-minute walk test (6MWT) performance	
Half-turns, counted by kinematics (n)	46 (44 to 49)
Walkway rectilinear length, mean (m)	9.288 (9.198 to 9.401)
Walked distance, measured by assessor (m)	419.0 (399.5 to 450.8)

Walked distance, measured by kinematics (m)	450.7 (434.4 to 487.6)
Walked distance, predicted (m)	571.3 (532.8 to 599.1)
Kinematics, complete-test analysis	
Speed, minimum (m/s)	0.010 (0.008 to 0.021)
Speed, mean (m/s)	0.323 (0.316 to 0.332)
Speed, maximum (m/s)	0.511 (0.494 to 0.520)
Kinematics, half-turn analysis	
Peak acceleration, mean (m/s^2)	0.001 (0.001 to 0.001)
Peak speed, mean (m/s)	0.477 (0.466 to 0.493)
Peak deceleration, mean (m/s^2)	-0.004 (-0.004 to -0.004)
Time to peak acceleration, mean (%)	20 (18 to 22)
Time to peak speed, mean (%)	79 (79 to 82)
Time to peak deceleration, mean (%)	94 (93 to 94)
Negative trend in average speed (n, %)	5 (63)
Positive trend in average speed (n, %)	3 (38)
Slope of negative trend in average speed (10^{-4})	-0.135 (-0.348 to 0.000)
Slope of positive trend in average speed (10^{-4})	0.000 (0.000 to 0.638)

Values presented as group median (25th to 75th centiles) or frequency (%)

3.2 Whole-body kinematic analysis during the 6MWT

Participants performed a median of 46 half-turns during the 6MWT (Table 1), yielding 419.0 m (399.5 to 450.8) as the 6MWD measured by the assessor; the measured walkway rectilinear length was ~9.3 m. Significant differences (P=0.005) were observed in 6MWD among the three methods (Table 1). The total distance measured by the assessor was significantly smaller than both its kinematics (P=0.012) and predicted (P=0.017) counterparts. The total distance measured by kinematics was also significantly smaller than the predicted one (P=0.025).

Participants covered a quasi-rectilinear trajectory along the walkway, whereas a curvilinear trajectory was adopted nearby the delimiting cones for turning around (Fig. 3). Half-turn analysis revealed that whole-body acceleration increased until a peak at

~20% of the half-turn duration and exhibited a slow decreasing trend after this peak. Such acceleration profile yielded a monotonic increase in speed, with a single peak speed at ~79% of the half-turn duration. The peak deceleration occurred at ~94% of the half-turn duration, i.e. just before crossing the distal cone, leading to a sudden speed drop to turn around (Table 1). It is of notice that peak acceleration was ~1/3 of the magnitude of the peak deceleration averaged for half-turns.

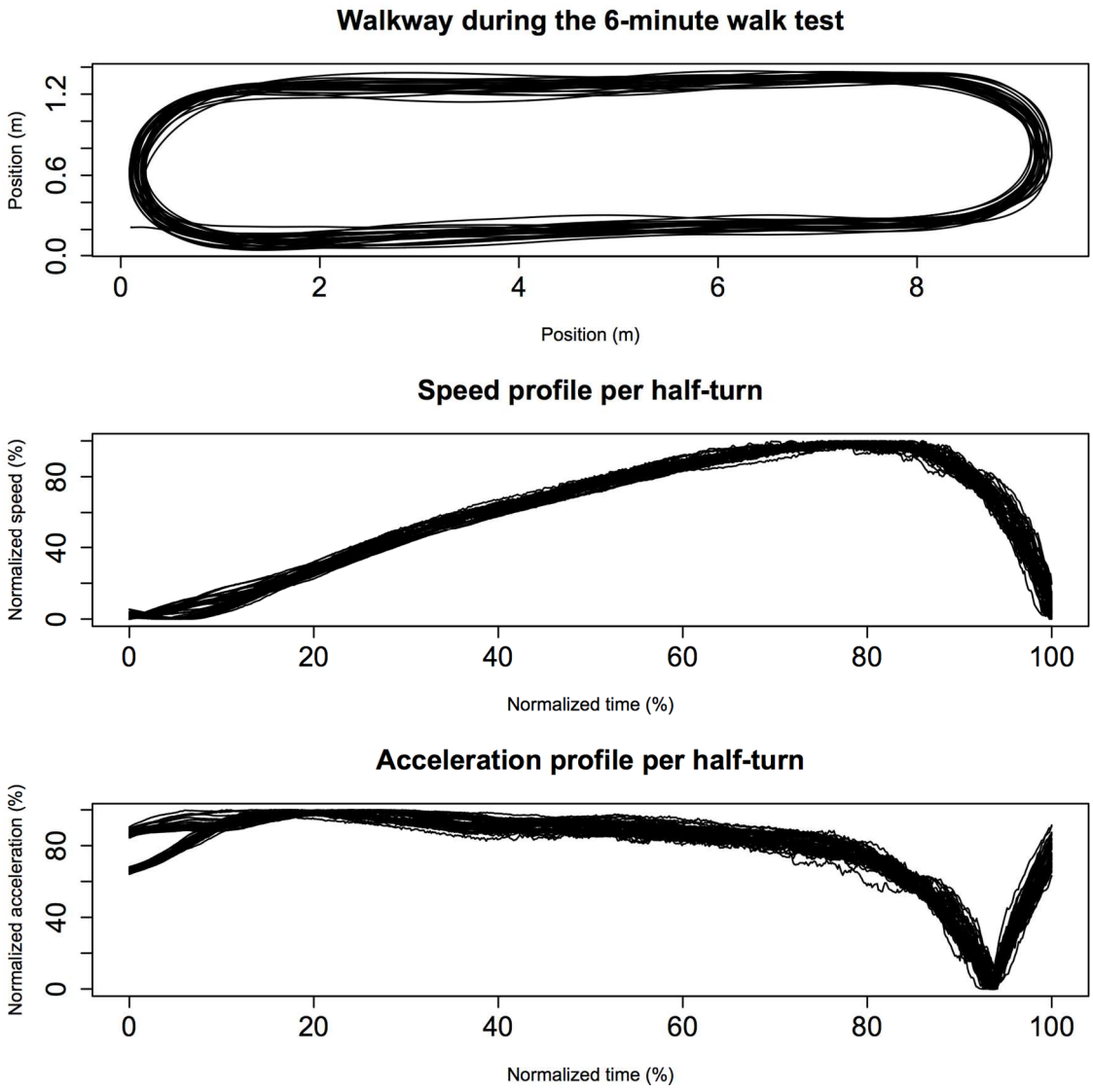

Figure 3: Kinematic data obtained during the 6-minute walk test for a representative participant. Top panel: Complete trajectory covered by the participant in the horizontal

plane. Middle panel: Overlay plot of the body's speed on each turn around normalized by its duration. Bottom panel: Overlay plot of the body's acceleration on each turn around normalized by its duration.

The majority of participants presented a negative trend for the average speed as a function of half-turns, with a large variability in slope values (Table 1, Fig. 4). It is of notice that speed and acceleration showed symmetric profiles during the test with respect to half-turns and thus independently of walking direction.

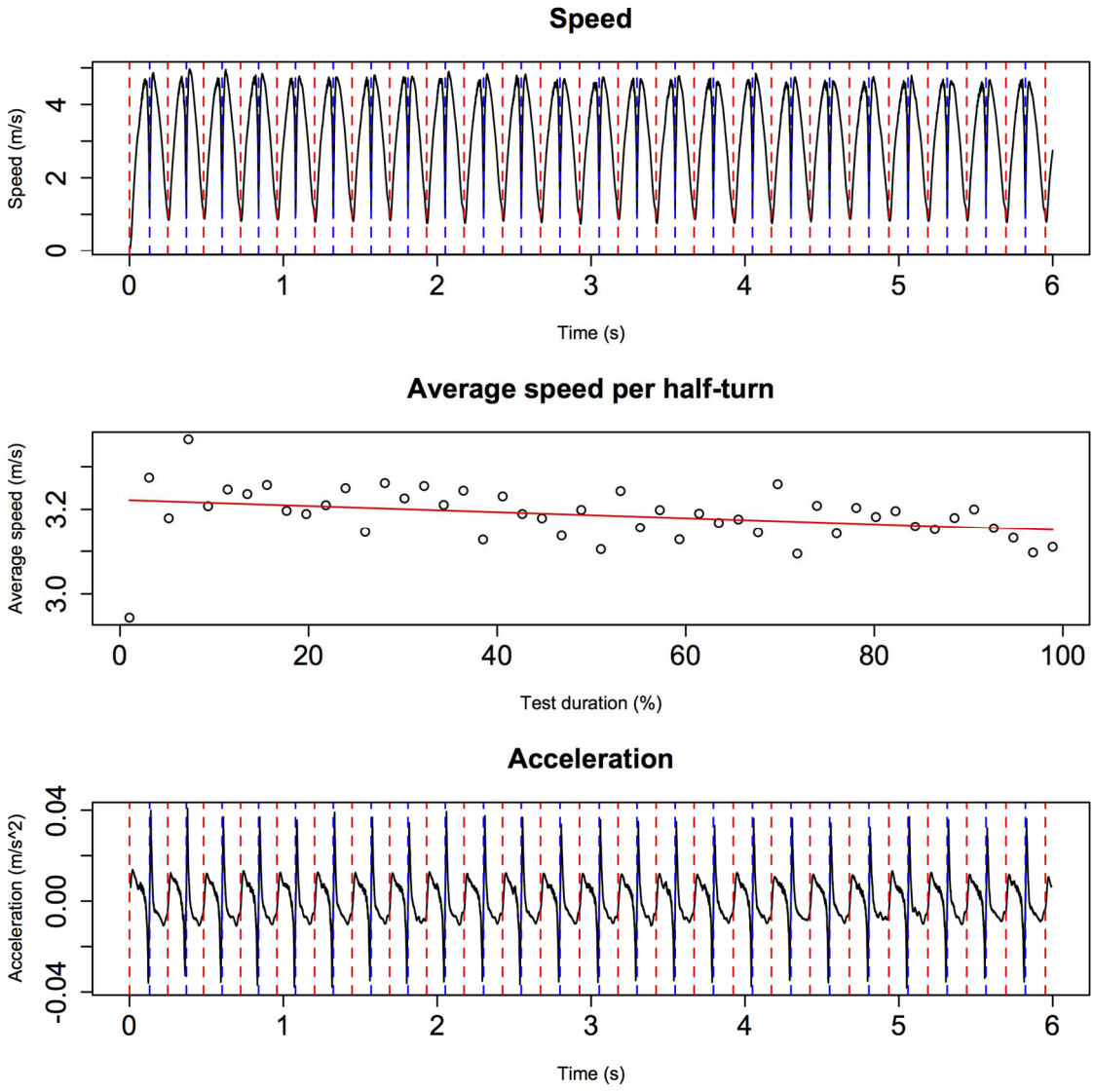

Figure 4: Kinematic analysis of the body's displacement time series obtained during the 6-minute walk test for a representative participant. Top panel: Speed profile during the test; vertical lines indicate turns. Middle panel: Average speed for each turn; solid line represents the linear fit for the time trend. Bottom panel: Acceleration profile during the test; vertical lines indicate turns.

3.3 Validity of the 6MWD as measured by the assessor

The R^2 value of the regression plot was estimated as 99.2%. The bias (SD) was 32.0 (6.3) m (Fig. 5), indicating that the estimate was precise but biased towards underestimating the 6MWD as measured by the assessor. The 95% CI for the bias was 26.7 to 37.3 m, and the LOA and respective 95% CI for the lower and upper LOA were 19.6 m [10.4 to 28.7] and 44.4 m [35.2 to 53.6], respectively.

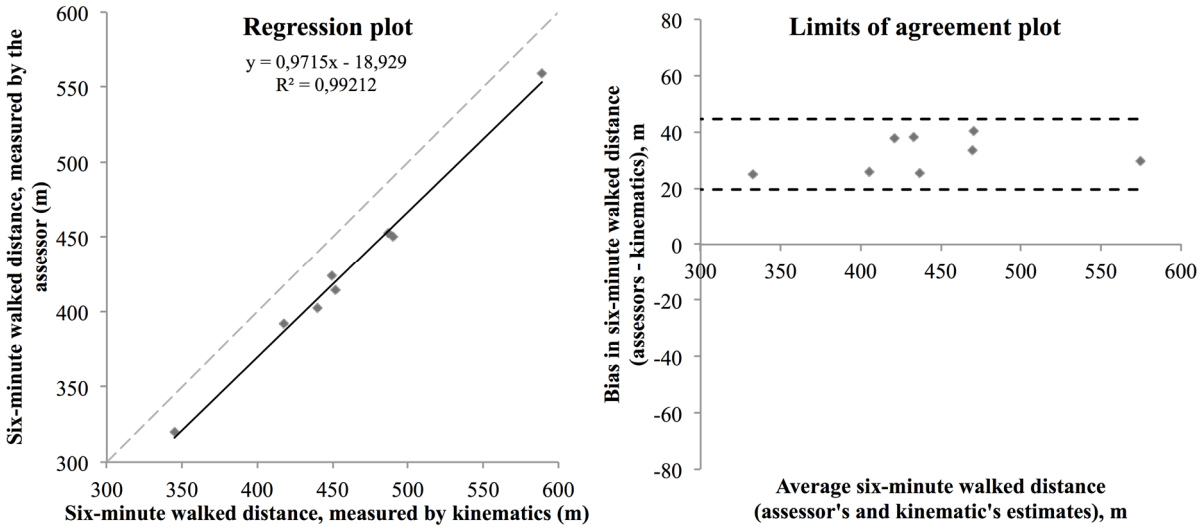

Figure 5: Calibration plot of the six-minute walked distance as measured by kinematics vs. assessor (left-sided panel). Limits of agreement plot of the averaged values and the bias (kinematics – assessor's estimated) (right-sided panel).

4 Discussion

We evaluated the feasibility of protocol based on whole-body gait kinematics to assess the validity of the 6MWT over a 10-m walkway in the elderly. Our results showed that the study protocol is feasible to collect data for whole-body kinematic analysis during this field test with the applied setup and it can be used to assess the validity of the 6MWT. Most importantly, it provided new insights into how kinematics can be used to investigate the kinematic assumptions and methodological sources of variation in the 6MWD.

4.1 Feasibility of the study protocol

A major challenge for this study was the selection of the whole-body representation for kinematic analysis, the positioning of the cameras, and the software acquisition setup. Basic steps to elaborate this protocol comprised using the manufacturer's instruction regarding the distance between the cameras and the marker, as well as setting up the software to identify a single marker. Commercially available markers were visible in close-range but became too small to be captured in the large-range required for the field test, leading to few but large-duration gaps in the signal as the participant walked away from the cameras. A helmet covered with retroreflective tape allowed the continuous visualization of the marker, although its semi-spherical shape was not fully recognized by the proprietary algorithm and large gaps were still present in the signal. A spherical marker covered with retroreflective tape attached to the helmet allowed the marker identification, though small gaps were still present that we attributed to the non-uniform surface of the taping. Nonetheless, the remaining gaps lasted very short periods with respect to the half-turn duration and could be completely filled using a few and simple

signal processing techniques. Altogether, this study protocol showed to be feasible for collecting kinematic data related to the participant's displacement during the 6MWT.

The 6MWT was performed according to all recommendations except the walkway length [3] due to indoor space constraints as in other studies [8,9]. We anticipate that using the acquisition setup proposed herein at larger distances the measurement error may be larger due to signal acquisition far away from the calibration volume. It is possible though to set-up more cameras and/or an alternative positioning, e.g. distributed along the walkway, provided that all cameras still capture the calibration system before the data acquisition session. Nonetheless, video-based motion capture systems present very small measurement errors [14] in comparison to either other motion capture systems [25,26] and the variable being measured. This feasible study protocol thus strongly encourages its application in larger distances up to the recommended 30 m walkway [3], possibly with different layouts, to support or refute the claims that whole-body gait kinematics explains the major methodological sources of variability in the 6MWD [8–13].

4.2 Whole-body gait kinematics during the 6MWT

The kinematic analysis unveiled interesting characteristics of the participants' performance during the 6MWT. Body acceleration was maximal just after departure from the proximal cone, with the body accelerating up to the 3/4 of the half-turn duration – when body speed was also maximal – but suddenly decelerated very close to the end of the half-turn. The increasing speed during almost all the half-turn duration differs from the steady-state gait speed reported in young adults after two steps in a limited-distance field test [19]. Specific verbal instructions using in each test may help explain this observation alongside the differences in both population and field test.

The mean and maximal speed during the complete 6MWT was in the range of the comfortable to fast gait speed for this population [27], respectively, reinforcing the submaximal effort demanded by this field test [3]. More interestingly, the observation of subgroups of participants who decreased or increased their average speed as a function of half-turns was unanticipated. While the reasoning behind this subgrouping is uncertain, we speculate that it may be related to the fact that some participants have their 'best effort' 6MWD in the first or second test [3]. A test-retest reliability analysis of the kinematic data may also provide information about this fact.

Gait speed at usual pace is associated with disability in the elderly [28], what reinforces the 6MWD is a surrogate measure of functional exercise capacity [2]. In particular, bradypedia [29] – i.e. slow gait speed – in COPD elderly patients is an important indicator of disease severity in this population [30]. The association between the kinematic variables analyzed and clinical outcomes (e.g. cardiopulmonary function, musculoskeletal function) was not performed herein because the sample size was estimated for this feasibility study. Such an analysis might provide new insights for the prediction of functional exercise capacity in the elderly population and is planned as the phase-2 of this research.

4.3 Validity of the 6MWD as measured by the assessor

The difference between the predicted and measured values – either by the assessor or kinematics – was unanticipated because the regression model was specific to the population, walkway length and layout [8]. Because the validity of the prediction model remains unknown for the Brazilian population, it requires further investigation in a larger sample in order to recalibrate the prediction model if necessary.

Almost all variance (99.2%) in the 6MWD measured by the assessor was explained by the variability in the measurement using kinematics. The high determination coefficient strongly reinforced the assumption that the marker represented the whole-body movement. The small fit error may be attributed to factors unrelated to the 6MWD, such as small movements of the head alone being captured by the high-precision motion capture system, the low precision of the assessor to measure the 6MWD, or the applied signal processing techniques.

The negative intercept value showed the underestimation of the 6MWD measured by the assessor compared to the measurement by kinematics, confirmed in the LOA plot. Such a bias was expected but the underlying linear model was now unveiled. The bias of ~32 m can be explained by the actual trajectory resembling a rounded rectangle rather than a ‘pinball’, rectilinear trajectory connecting the delimiting cones. Approximately 14 m (= 46 × 0.3 m) of rectilinear displacement was added to turn around the delimiting cones per half-turn, whereas the remaining ~18 m was added due to displacing ~0.4 m (=18/46) in the transverse direction to the walkway per half-turn. Most interestingly, the almost-perfect linear fit strongly suggests that this underestimation is unlikely to alter the clinical decision-making process regarding functional exercise capacity based on the measured 6MWD. This finding must be cautiously interpreted though if generalized to other populations and field tests. Another interesting question, which can also be addressed using this study protocol, is to what extent this bias alongside the kinematic variables assessed herein may lead to better prediction models.

5 Conclusions

Analysis of whole-body gait kinematics is feasible using motion capture systems and can be used for assessing the validity of the six-minute walk test over a 10-meter walkway in the elderly. Speed and acceleration time-series provide additional information regarding the participant's performance. The 6MWD as measured by the assessor underestimates the actual covered distance in the 6MWT but apparently not the functional exercise capacity.

Conflict of interest

None.

Acknowledgements

This work was supported by the Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa no Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) [grant number E-26/202.769/2015] and a scholarship by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). The funding source had no role in the study design, in the collection, analysis and interpretation of data, in the writing of the manuscript, and in the decision to submit the manuscript for publication.

References

[1] B. Balke, A simple field test for the assessment of physical fitness., [Report]. Civ. Aeromed. Res. Inst. (1963). http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14131272.

[2] J. V. Papathanasiou, E. Ilieva, B. Marinov, Six-minute walk test: An effective and necessary tool in modern cardiac rehabilitation, Hell. J. Cardiol. 54 (2013) 126–130.

[3] R.O. Crapo, R. Casaburi, A.L. Coates, P.L. Enright, N.R. MacIntyre, R.T. McKay, D. Johnson, J.S. Wanger, R.J. Zeballos, V. Bittner, C. Mottram, ATS statement: Guidelines for the six-minute walk test, Am. J. Respir. Crit. Care Med. 166 (2002) 111–117. doi:10.1164/rccm.166/1/111.

[4] N.M. Salbach, K.K.O. Brien, D. Brooks, E. Irvin, R. Martino, P. Takhar, S. Chan, J. Howe, Reference values for standardized tests of walking speed and distance: A systematic review, Gait Posture. 41 (2015) 341–360. doi:10.1016/j.gaitpost.2014.10.002.

[5] N.L.X.R. Marques, A. de S. Ferreira, D.P.G. Silva, S.L.S. De Menezes, F.S. Guimarães, C.M. Dias, Performance of National and Foreign Models for Predicting the 6-Minute Walk Distance for Assessment of Functional Exercise Capacity of Brazilian Elderly Women, Top. Geriatr. Rehabil. 33 (2017) 68–75. doi:10.1097/TGR.0000000000000134.

[6] R.W. Bohannon, Six-Minute Walk Test: A Meta-Analysis of Data From Apparently Healthy Elders, Top. Geriatr. Rehabil. 23 (2007) 155–160.

[7] B. Camarri, P.R. Eastwood, N.M. Cecins, P.J. Thompson, S. Jenkins, Six minute walk distance in healthy subjects aged 55-75 years, Respir. Med. 100 (2006) 658–665. doi:10.1016/j.rmed.2005.08.003.

[8] E. Beekman, I. Mesters, R. Gosselink, M.P.M. Klaassen, E.J.M. Hendriks, O.C.P. Van Schayck, R.A. de Bie, The first reference equations for the 6-minute walk distance over a 10 m course, Thorax. 69 (2014) 867–868. doi:10.1136/thoraxjnl-2014-205228.

[9] R. Gosselink, D. Langer, C. Burtin, V.S. Probst, H.J.M. Hendriks, C.P. van der Schans, W.J. Paterson, M.C.E. Verhoefer de Wijk, R.V.M. Straver, T. Troosters,

M. Decramer, V. Ninane, P. Delguste, J. Muris, KNGF- Guideline Chronic obstructive pulmonary disease Practice guidelines, Dutch J. Phys. Ther. 118 (2008) 1–60. https://www.fysionet-evidencebased.nl/index.php/kngf-guidelines-in-english.

[10] S.S. Ng, P.C. Yu, F.P. To, J.S. Chung, T.H. Cheung, Effect of walkway length and turning direction on the distance covered in the 6-minute walk test among adults over 50 years of age: A cross-sectional study, Physiother. (United Kingdom). 99 (2013) 63–70. doi:10.1016/j.physio.2011.11.005.

[11] V. Bansal, K. Hill, T.E. Dolmage, D. Brooks, J. Lynda, R.S. Goldstein, Modifying Track Layout From Straight to Circular Has a Modest Effect on the 6-min Modifying Track Layout From Straight 6-min Walk Distance, Chest. 133 (2008) 1155–1160. doi:10.1378/chest.07-2823.

[12] L. Ingle, a. S. Rigby, S. Nabb, P.K. Jones, a. L. Clark, J.G.F. Cleland, Clinical determinants of poor six-minute walk test performance in patients with left ventricular systolic dysfunction and no major structural heart disease, Eur. J. Heart Fail. 8 (2006) 321–325. doi:10.1016/j.ejheart.2005.08.006.

[13] C.T. Barnett, M. Bisele, J.S. Jackman, T. Rayne, N.C. Moore, J.L. Spalding, P. Richardson, B. Plummer, Manipulating walking path configuration influences gait variability and six-minute walk test outcomes in older and younger adults, Gait Posture. 44 (2016) 221–226. doi:10.1016/j.gaitpost.2015.12.022.

[14] J.G. Richards, The measurement of human motion: A comparison of commercially available systems, Hum. Mov. Sci. 18 (1999) 589–602. doi:10.1016/S0167-9457(99)00023-8.

[15] S.H. Cho, J.M. Park, O.Y. Kwon, Gender differences in three dimensional gait

analysis data from 98 healthy Korean adults, Clin. Biomech. 19 (2004) 145–152. doi:10.1016/j.clinbiomech.2003.10.003.

[16] D.A. Winter, Human balance and posture control during standing and walking, Gait Posture. 3 (1995) 193–214. doi:10.1016/0966-6362(96)82849-9.

[17] S.K. Wu, H.H.C. Lan, L.C. Kuo, S.W. Tsai, C.L. Chen, F.C. Su, The feasibility of a video-based motion analysis system in measuring the segmental movements between upper and lower cervical spine, Gait Posture. 26 (2007) 161–166. doi:10.1016/j.gaitpost.2006.07.016.

[18] M.S. Orendurff, A.D. Segal, J.S. Berge, K.C. Flick, D. Spanier, G.K. Klute, The kinematics and kinetics of turning: Limb asymmetries associated with walking a circular path, Gait Posture. 23 (2006) 106–111. doi:10.1016/j.gaitpost.2004.12.008.

[19] S.C. Miff, D.S. Childress, S.A. Gard, M.R. Meier, A.H. Hansen, Temporal symmetries during gait initiation and termination in nondisabled ambulators and in people with unilateral transtibial limb loss, J. Rehabil. Res. Dev. 42 (2005) 175–182. doi:10.1682/JRRD.2004.03.0038.

[20] R Core Team, R: A language and environment for statistical computing, (2017). https://www.r-project.org/.

[21] L. Mainardi, A.M. Bianchi, S. Cerutti, Digital Biomedical Signal Acquisition and Processing, in: J.D. Bronzino (Ed.), Biomed. Eng. Handb., 2nd ed., CRC Press LLC, Boca Raton, 2000.

[22] F.E. Harrell Jr, Harrell Miscellaneous (R Package “Hmisc”), (2017) 71. https://github.com/harrelfe/Hmisc.

[23] T.G. Kolda, R.M. Lewis, V. Torczon, Optimization by Direct Search: New Perspectives on Some Classical and Modern Methods, SIAM Rev. 45 (2004) 385–482. doi:10.1137/S003614450242889.

[24] J.M. Bland, D.G. Altman, Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement, Int. J. Nurs. Stud. 47 (2010) 931–936. doi:10.1016/j.ijnurstu.2009.10.001.

[25] V. Kyriazis, C. Rigas, A cheap telemetric system for analyzing gait, Hum. Mov. Sci. 20 (2001) 867–874. doi:10.1016/S0167-9457(01)00053-7.

[26] P. Vasilyev, S. Pearson, M. El-Gohary, M. Aboy, J. McNames, Inertial and time-of-arrival ranging sensor fusion, Gait Posture. 54 (2017) 1–7. doi:10.1016/j.gaitpost.2017.02.011.

[27] R.W. Bohannon, Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: Reference values and determinants, Age Ageing. 26 (1997) 15–19. doi:10.1093/ageing/26.1.15.

[28] N.M. Peel, S.S. Kuys, K. Klein, Gait Speed as a Measure in Geriatric Assessment in Clinical Settings: A Systematic Review, Journals Gerontol. Ser. A Biol. Sci. Med. Sci. 68 (2013) 39–46. doi:10.1093/gerona/gls174.

[29] S. Studenski, Bradypedia: Is Gait Speed Ready for Clinical Use?, J. Nutr. Health Aging. 13 (2009) 878–880.

[30] D. Ilgin, S. Ozalevli, O. Kilinc, C. Sevinc, A.H. Cimrin, E.S. Ucan, Gait speed as a functional capacity indicator in patients with chronic obstructive pulmonary disease, Ann. Thorac. Med. 6 (2011) 141–146. doi:10.4103/1817-1737.82448.

12. Considerações finais

Pelo presente estudo mostramos que a cinemática durante o TC6M é viável, para analisar a cinemática da marcha de corpo inteiro. A DPTC6M pela cinemática subestima a DPTC6M medida pelo avaliador, ou seja, sugere menor capacidade funcional do indivíduo. A análise da cinemática da marcha apresenta informações mais detalhadas sobre o TC6M. Os pacientes DPOC obtiveram menor DPTC6M, velocidade e aceleração média do que os indivíduos saudáveis. Os resultados desse estudo podem contribuir para o conhecimento das alterações da marcha e estratégias de reabilitação voltadas para pacientes com DPOC.

Este estudo foi um grande desafio pela construção do protocolo e as combinações das ferramentas, principalmente a do marcador de fita reflexiva com o reconhecimento das quatro câmeras. Estudos futuros são necessários para o conhecimento da avaliação cinemática da marcha de corpo inteiro durante o TC6M em outras populações e doenças.

13. Anexos

Anexo 1 – Versão em português do Teste de Avaliação do DPOC

O seu nome:

Data de hoje:

CAT
COPD Assessment Test

Como está a sua DPOC (Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica)? Faça o Teste de Avaliação da DPOC (COPD Assessment Test™–CAT)

Esse questionário irá ajudá-o e ao seu profissional da saúde a medir o impacto que a DPOC (Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica) causa no seu bem estar e o no seu dia a dia.As suas respostas e a pontuação do teste podem ser utilizadas por você e pelo seu profissional da saúde para ajudar a melhorar o controle da sua DPOC e a obter o máximo benefício do tratamento.

Para cada um dos itens a seguir, assinale com um (X) o quadrado que melhor o descrever presentemente. Certifique-se de selecionar apenas uma resposta para cada pergunta.

Por exemplo: Estou muito feliz ☐ X ☐ ☐ ☐ ☐ **Estou muito triste**

			PONTUAÇÃO
Nunca tenho tosse	0 1 2 3 4 5	Tenho tosse o tempo todo	
Não tenho nenhum catarro (secreção) no peito	0 1 2 3 4 5	O meu peito está cheio de catarro (secreção)	
Não sinto nenhuma pressão no peito	0 1 2 3 4 5	Sinto uma grande pressão no peito	
Não sinto falta de ar quando subo luma ladeira ou um andar de escada	0 1 2 3 4 5	Sinto bastante falta de ar quando subo uma ladeira ou um andar de escada	
Não sinto nenhuma limitação nas minhas atividades em casa	0 1 2 3 4 5	Sinto-me muito limitado nas minhas atividades em casa	
Sinto-me confiante para sair de casa, apesar da minha doença pulmonar	0 1 2 3 4 5	Não me sinto nada confiante para sair de casa, por causa da minha doença pulmonar	
Durmo profundamente	0 1 2 3 4 5	Não durmo profundamente devido à minha doença pulmonar	
Tenho muita energia (disposição)	0 1 2 3 4 5	Não tenho nenhuma energia (disposição)	

PONTUAÇÃO TOTAL

O teste de Avaliação da DPOC (COPD Assessment Test) e o logotipo CAT é uma marca comercial de grupo de empresas GlaxoSmithKline.
©2009 GlaxoSmithKline. Todos os direitos reservados.

Anexo 2 – Questionário de qualidade de vida SF- 36

VERSÃO BRASILEIRA DO QUESTIONÁRIO DE QUALIDADE DE VIDA – SF-36

1- Em geral você diria que sua saúde é:

Excelente	Muito Boa	Boa	Ruim	Muito Ruim
1	2	3	4	5

2- Comparada há um ano atrás, como você se classificaria sua idade em geral, agora?

Muito Melhor	Um Pouco Melhor	Quase a Mesma	Um Pouco Pior	Muito Pior
1	2	3	4	5

3- Os seguintes itens são sobre atividades que você poderia fazer atualmente durante um dia comum. Devido à sua saúde, você teria dificuldade para fazer estas atividades? Neste caso, quando?

Atividades	Sim, dificulta muito	Sim, dificulta um pouco	Não, não dificulta de modo algum
a) Atividades Rigorosas, que exigem muito esforço, tais como correr, levantar objetos pesados, participar em esportes árduos.	1	2	3
b) Atividades moderadas, tais como mover uma mesa, passar aspirador de pó, jogar bola, varrer a casa.	1	2	3
c) Levantar ou carregar mantimentos	1	2	3
d) Subir vários lances de escada	1	2	3
e) Subir um lance de escada	1	2	3
f) Curvar-se, ajoelhar-se ou dobrar-se	1	2	3
g) Andar mais de 1 quilômetro	1	2	3
h) Andar vários quarteirões	1	2	3
i) Andar um quarteirão	1	2	3
j) Tomar banho ou vestir-se	1	2	3

4- Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com seu trabalho ou com alguma atividade regular, como consequência de sua saúde física?

	Sim	Não

a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1	2
c) Esteve limitado no seu tipo de trabalho ou a outras atividades.	1	2
d) Teve dificuldade de fazer seu trabalho ou outras atividades (p. ex. necessitou de um esforço extra).	1	2

5- Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com seu trabalho ou outra atividade regular diária, como consequência de algum problema emocional (como se sentir deprimido ou ansioso)?

	Sim	Não
a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1	2
c) Não realizou ou fez qualquer das atividades com tanto cuidado como geralmente faz.	1	2

6- Durante as últimas 4 semanas, de que maneira sua saúde física ou problemas emocionais interferiram nas suas atividades sociais normais, em relação à família, amigos ou em grupo?

De forma nenhuma	Ligeiramente	Moderadamente	Bastante	Extremamente
1	2	3	4	5

7- Quanta dor no corpo você teve durante as últimas 4 semanas?

Nenhuma	Muito leve	Leve	Moderada	Grave	Muito grave
1	2	3	4	5	6

8- Durante as últimas 4 semanas, quanto a dor interferiu com seu trabalho normal (incluindo o trabalho dentro de casa)?

De maneira alguma	Um pouco	Moderadamente	Bastante	Extremamente
1	2	3	4	5

9- Estas questões são sobre como você se sente e como tudo tem acontecido com você durante as últimas 4 semanas. Para cada questão, por favor dê uma resposta que mais se aproxime de maneira como você se sente, em relação às últimas 4 semanas.

	Todo Tempo	A maior parte do tempo	Uma boa parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nunca
a) Quanto tempo você tem se sentindo cheio de vigor, de vontade, de força?	1	2	3	4	5	6
b) Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa muito nervosa?	1	2	3	4	5	6
c) Quanto tempo você tem se sentido tão deprimido que nada pode anima-lo?	1	2	3	4	5	6
d) Quanto tempo você tem se sentido calmo ou tranqüilo?	1	2	3	4	5	6
e) Quanto tempo você tem se sentido com muita energia?	1	2	3	4	5	6
f) Quanto tempo você tem se sentido desanimado ou abatido?	1	2	3	4	5	6
g) Quanto tempo você tem se sentido esgotado?	1	2	3	4	5	6
h) Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa feliz?	1	2	3	4	5	6
i) Quanto tempo você tem se sentido cansado?	1	2	3	4	5	6

10- Durante as últimas 4 semanas, quanto de seu tempo a sua saúde física ou problemas emocionais interferiram com as suas atividades sociais (como visitar amigos, parentes, etc)?

Todo Tempo	A maior parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nenhuma parte do tempo
1	2	3	4	5

11- O quanto verdadeiro ou falso é cada uma das afirmações para você?

	Definitivamente verdadeiro	A maioria das vezes verdadeiro	Não sei	A maioria das vezes falso	Definitiva-mente falso
a) Eu costumo obedecer um pouco mais facilmente que as outras pessoas	1	2	3	4	5
b) Eu sou tão saudável quanto qualquer pessoa que eu conheço	1	2	3	4	5
c) Eu acho que a minha saúde vai piorar	1	2	3	4	5
d) Minha saúde é excelente	1	2	3	4	5

Anexo 3 – Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ – versão 6 – forma curta)

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA

VERSÃO CURTA

Nome:_____

Data: _____/ _____ / _____ Idade : _____ Sexo: F ( ) M ( )

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são MUITO importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação !

Para responder as questões lembre que:

atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar MUITO mais forte que o normal

atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar UM POUCO mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

1a Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por

prazer ou como forma de exercício?

dias _____ por **SEMANA** ( ) Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração **(POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA)**

dias _____ por **SEMANA** ( ) Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias _____ por **SEMANA** ( ) Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?

_____horas ____minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**?

_____horas ____minutos

Anexo 4 – Questionário do Hospital Saint George de qualidade de vida

Questionário do Hospital Saint George de qualidade de vida (SGRQ)

Este questionário foi desenvolvido para nos ajudar a saber mais sobre os problemas que sua respiração tem lhe causado e a maneira como isto afeta sua vida. Usamos o questionário para saber que aspectos de sua enfermidade que lhes causam mais problemas.

Por favor, leia cuidadosamente as instruções e pergunte o que não entender.

PARTE 1

Marque com um X somente uma resposta em cada pergunta.	Quase todos os dias da semana	Vários dias da semana	Poucos dias no mês	Só em caso de infecções respiratórias	Nunca
1. Durante os últimos 3 meses, tem tossido:	☐ (4)	☐ (3)	☐ (2)	☐ (1)	☐ (0)
2. Durante os últimos 3 meses, houve expectoração:	☐	☐	☐	☐	☐
3. Durante os últimos 3 meses, teve falta de ar:	☐	☐	☐	☐	☐
4. Durante os últimos 3 meses, teve crises de sibilos (chiados) no peito:	☐	☐	☐	☐	☐
5. Durante os últimos 3 meses, quantas vezes teve problemas respiratórios que foram graves ou muito desagradáveis?	Mais de 3 vezes ☐(4)	3 vezes ☐ (3)	2 vezes ☐ (2)	1 vez ☐(1)	Nenhuma vez ☐ (0)
6. Quanto tempo durou a pior das suas crises respiratórias? *(Passe à pergunta 7casoi não tenha havido nenhuma crise grave)*	Uma semana ou mais ☐ (3)	3 dias ou mais ☐ (2)	1 ou 2 dias ☐ (1)	Menos de um dia ☐ (0)	
7. Durante os últimos 3 meses, em uma semana normal, quantos dias tem passado bem (com pouco problema respiratório)?	Nenhum dia bem ☐ (4)	1 ou 2 dias bem ☐ (3)	3 ou 4 dias bem ☐ (2)	Quase todos os dias estive bem ☐ (1)	Todos os dias estive bem ☐ (0)
8. Se seu peito chia, é pior pela manhã quando se levanta?	Não	Sim			

☐ (0) ☐ (1)

Estas perguntas exploram quais problemas respiratórios você teve durante os últimos 3 meses.

PARTE 2

Seção 1 *Como descreveria sua enfermidade respiratória? Marque com um X somente uma resposta*

É meu problema mais importante	Causa muitos problemas	Causa poucos problemas	No me causa problema nenhum
☐ (3)	☐ (2)	☐ (1)	☐ (0)

Se alguma vez houve um trabalho remunerado, marque com um X uma das seguintes opções:

Meu problema respiratório me obrigou a deixar de trabalhar por completo	Meu problema respiratório interfere (ou interferiu) no meu trabalho ou me fez trocar de emprego	Meu problema respiratório não afeta (ou não afetou) meu trabalho
☐ (2)	☐ (1)	☐ (0)

Seção 2 *Estas perguntas se relacionam com as atividades que <u>atualmente</u> lhe causam falta de ar**.** Para cada opção marque com um x verdadeiro ou falso, segundo seu caso.*

	Verdadeiro	Falso
Sentar-se quieto/a ou encostar-se quieto/a na cama	☐ (1)	☐ (0)
Durante higiene pessoal ou vestir-se	☐	☐
Caminhar pela casa	☐	☐
Caminhar fora da casa, em um terreno plano	☐	☐
Subir um lance de escadas	☐	☐

Subir por uma rampa	☐	☐
Fazer exercício ou praticar algum esporte	☐	☐

Seção 3 *Estas perguntas também têm a ver com sua tosse e a falta de ar que <u>atualmente</u> sofre. Para cada opção marque com um X verdadeiro o falso, segundo seu caso.*

	Verdadeiro	Falso
Dói ao tossir	☐ (1)	☐ (0)
Canso ao tossir	☐	☐
Falta o ar ao falar	☐	☐
Falta o ar ao me agachar	☐	☐
Minha tosse ou minha respiração me incomodam quando durmo	☐	☐
Canso facilmente	☐	☐

Seção 4 *Estas perguntas se relacionam com outros efeitos que seu problema respiratório pode estar lhe causando <u>atualmente.</u> Para cada opção marque com um X verdadeiro ou falso, segundo seja o caso:*

	Verdadeiro	Falso
Tenho vergonha de tossir ou da minha respiração quando estou com outras pessoas	☐ (1)	☐ (0)
Meu problema respiratório é um incomodo para minha família, amigos ou vizinhos	☐	☐
Assusto ou sinto pânico quando não posso respirar	☐	☐
Sinto que não posso controlar meu problema respiratório	☐	☐
Não creio que meus problemas respiratórios vão melhorar	☐	☐

Por causa de meu problema respiratório, me tornei uma pessoa frágil ou inválida.	☐	☐
Fazer exercícios é arriscado pra mim	☐	☐
Tudo o que faço me custa muito trabalho	☐	☐

Seção 5 *Estas perguntas se referem a sua medicação. Se você não toma nenhuma , passe diretamente à Seção 6.*

Para cada opção marque com um X verdadeiro o falso, segundo seu caso

	Verdadeiro	Falso
A medicação que tomo não me ajuda muito	☐ (1)	☐ (0)
Tenho vergonha tomar meus remédios diante de outras pessoas	☐	☐
Tenho efeitos secundários desagradáveis provocados pela medicação	☐	☐
A medicação que tomo interfere muito em minha vida	☐	☐

Seção 6 *Estas são perguntas sobre como suas atividades podem ser afetadas por sua respiração. Em cada pergunta marque com um X verdadeiro a opção de verdadeiro, se uma ou mais partes da pergunta se aplicam a você devido a seu problema respiratório, do contrário, marque-a como falsa.*

	Verdadeiro	Falso
	☐ (1)	☐ (0)
Levo muito tempo para higiene pessoal e para me vestir		
Não posso tomar banho ou levo muito tempo para faze-lo	☐	
Caminho mais lentamente que outras pessoas ou preciso parar para descansar	☐	
Levo muito tempo para terminar os afazeres domésticos ou preciso parar para descansar	☐	
Caso queira subir um andar pelas escadas, tenho que ir lentamente o parar para descansar	☐	
Se me apresso ou caminho mais rápido, tenho que diminuir a velocidade ou parar para descansar	☐	
Minha respiração, torna mais difícil subir ladeiras, escadas carregando coisas, regar as plantas, jogar bola, dançar com meus filhos.	☐	☐
Minha respiração, torna mais difícil carregar coisas pesadas, trabalhar no campo, caminhar rápido (8 km/h) ou jogar futebol	☐	☐
Minha respiração, torna difícil fazer trabalho manual muito pesado, correr, andar de bicicleta ou praticar esportes dinâmicos	☐	☐

Seção 7

Gostaríamos de saber de que forma seu problema respiratório afeta sua vida diária.

Por favor, marque com um X a opção de verdadeiro ou falso. (Lembre-se que deve marcar a opção verdadeiro somente nos casos em que sua respiração lhe impedir de realizar essa atividade)

	Verdadeiro	Falso
Não posso praticar esportes ou fazer exercícios	☐ (1)	☐ (0)
Não posso sair para me distrair ou para me divertir	☐	☐
Não posso sair de casa para fazer compras	☐	☐
Não posso fazer os serviços domésticos	☐	☐
Não posso me mover para longe da minha cama	☐	☐

A seguir há uma lista com outras atividades que seu problema respiratório pode impedi-lo de realizar. Não é necessário que as marque, são somente alguns exemplos de como a falta de ar pode afetar sua vida.

- Sair para caminhar ou passear com uma criança no carrinho
- Fazer os serviços domésticos ou regar o jardim
- Ter relações sexuais
- Ir à igreja ou a algum lugar para se divertir
- Sair quando faz mau tempo ou estar em habitações muito úmidas
- Visitar a família ou os amigos, ou brincar com seus filhos

Por favor anote outras atividades importantes que seu problema respiratório o impede de realizar

_____
_____
_____
_____
_____

Por último, marque com um X a opção que melhor descreve em que seu problema respiratório o afeta:	Não me impede de fazer nada do que eu gostaria de fazer	Impede-me de fazer uma ou duas coisas que gostaria de fazer	Impede-me de fazer a maioria das coisas que gostaria de fazer	Impede-me de fazer tudo que gostaria de fazer
	☐ (0)	☐ (1)	☐ (2)	☐ (3)

Anexo 5 – Questionário de dispneia (*Medical Research Council Dyspnoea Quastionnaire)*

Nome:…… Data: ..... / ..... / ……

GRAU 1 **Sem problemas de falta de ar excerto em caso de exercício intenso.** *"Só sinto falta de ar em caso de exercício físico intenso".*	☐
GRAU 2 **Falta de fôlego em caso de pressa ou ao percorrer um piso ligeiramente inclinado.** *"Fico com falta de ar ao apressar-me ou ao percorrer um piso ligeiramente inclinado".*	☐
GRAU 3 **Andar mais devagar que as restantes pessoas devido a falta de fôlego, ou necessidade de parar para respirar quando ando no seu passo normal.** *"Eu ando mais devagar que as restantes pessoas devido à falta de ar, ou tenho de parar para respirar quando ando no meu passo normal".*	☐
GRAU 4 **Paragens para respirar de 100 em 100 metros ou após andar alguns minutos seguidos.** *"Eu paro para respirar depois de andar 100 metros ou passado alguns minutos".*	☐
GRAU 5 **Demasiado cansado ou sem fôlego para sair de casa, vestir ou despir.** *"Estou sem fôlego para sair de casa".*	☐

Anexo 6 - Escala de percepção subjetiva de esforço modificada descrita por BORG

Escala de Borg Modificada	
0	Nenhuma
0.5	Muito, muito, leve
1	Muito leve
2	Leve
3	Moderada
4	Um pouco forte
5	Forte
6	
7	Muito forte
8	
9	Muito, muito, forte
10	Máxima

14. Apêndices

Apêndice 1 – Ficha de avaliação dos participantes

CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA – UNISUAM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

Data: ____/____/____ Nº.:_____

Nome: _____

Estado Civil: _____Bairro: _____ Profissão: _____

Telefones: (Res)_____(Cel)_____

Idade:_____anos Sexo: _____ Escolaridade:_____

Peso:_____Kg Altura:_____cm IMC:_____

Fumante: ( ) Não ( ) Sim. Se sim por quanto tempo: _____

Diabetes: ( ) Não ( ) Sim

Doença cardíaca: ( ) Não ( ) Sim

Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica:

Exacerbação por ano: ( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4

Hospitalização por exacerbação por ano: ( ) 0 ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4

Exames (UNISUAM)

TC6M

Medicamentos tomados antes do teste (dose e tempo):

Usa oxigênio suplementar durante o teste: ( ) Sim ( ) Não Se sim, o fluxo de ___ L / min, tipo ___

Parou antes de 6 minutos? ( ) Sim ( ) Não Se Sim, a razão: _____

Número de voltas: ____ (X 20 metros) + parcial final: _____ metros =

A distância total percorrida em 6 minutos: ____ m Distância prevista: _____ m previsto: _____%

Sinais Vitais Antes e Após o TC6M

1º TC6M	**Antes**	**Após**	**1 MR**	**3 MR**	**6 MR**	
FC						
FR						
PA						
SPO2						
BORG	**2´**	**4´** **6´**				**DT6M**

Medicamentos tomados antes do teste (dose e tempo):

Usa oxigênio suplementar durante o teste: ( ) Sim ( ) Não Se sim, o fluxo de ___ L / min, tipo ___

Parou antes de 6 minutos? ( ) Sim ( ) Não Se Sim, a razão: _____

Número de voltas: ____ (X 20 metros) + parcial final: _____ metros =

A distância total percorrida em 6 minutos: ____ m Distância prevista: _____ m previsto: _____%

Sinais Vitais Antes e Após o TC6M

2º TC6M	**Antes**	**Após**	**1 MR**	**3 MR**	**6 MR**	
FC						
FR						
PA						
SPO2						
BORG	**2´**	**4´** **6´**				**DT6M**

Apêndice 2 – Ficha de avaliação - Controle

CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA – UNISUAM

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

Ficha de Avaliação - Controle

Data: ____/____/____ Nº.:_____

Nome: _____

Estado Civil: _____Bairro: _____ Profissão: _____

Telefones: (Res)_____(Cel)_____

Idade:_____anos Sexo: _____ Escolaridade:_____

Peso:_____kg Altura:_____cm IMC:_____

Dificuldade para deambular: ( ) Não ( ) Sim

Fumante: ( ) Não ( ) Sim. Se sim por quanto tempo: _____

Diabetes: ( ) Não ( ) Sim Doença cardíaca: ( ) Não ( ) Sim

Hipertensão arterial: ( ) Não ( ) sim Insuficiência cardíca: ( ) Não ( ) Sim

AVC: ( ) Não ( ) Sim Parkinson: ( ) Não ( ) Sim

Exames (UNISUAM)

TC6M

Medicamentos tomados antes do teste (dose e tempo):

Usa oxigênio suplementar durante o teste: ( ) Sim ( ) Não Se sim, o fluxo de ___ L / min, tipo ___

Parou antes de 6 minutos? ( ) Sim ( ) Não Se Sim, a razão: _____

Número de voltas: ____ (X 20 metros) + parcial final: _____ metros =

A distância total percorrida em 6 minutos: ____ m Distância prevista: _____ m previsto: _____%

Sinais Vitais Antes e Após o TC6M

1º TC6M	**Antes**	**Após**	**1 MR**	**3 MR**	**6 MR**	
FC						
FR						
PA						
SPO2						
BORG	**2´**	**4´** **6´**				**DT6M**

Medicamentos tomados antes do teste (dose e tempo):

Usa oxigênio suplementar durante o teste: ( ) Sim ( ) Não Se sim, o fluxo de ___ L / min, tipo ___

Parou antes de 6 minutos? ( ) Sim ( ) Não Se Sim, a razão: _____

Número de voltas: ____ (X 20 metros) + parcial final: _____ metros =

A distância total percorrida em 6 minutos: ____ m Distância prevista: _____ m previsto: _____%

Sinais Vitais Antes e Após o TC6M

2º TC6M	**Antes**	**Após**	**1 MR**	**3 MR**	**6 MR**	
FC						
FR						
PA						
SPO2						
BORG	**2´**	**4´** **6´**				**DT6M**

Observação:_____

_____

_____

_____

Apêndice 3 – Termo de Consentimento livre e esclarecido (TCLE) para o grupo controle

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PESQUISA

(Resolução nº196, de 10 de outubro de 1996. Conselho Nacional de Saúde)

O senhor (a) está sendo convidado (a) a participar de um estudo denominado **"Avaliação Cinemática de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica durante o teste de caminhada de seis minutos"**, nos quais os objetivos são: avaliar a marcha durante o teste de caminhada de seis minutos, capacidade de exercício e função pulmonar e relacioná-los entre si. Este estudo justifica-se, pois o teste de caminhada de seis minutos é muito encontrado na literatura, porém pouco se sabe sobre a análise da marcha e respiração durante o teste em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica.

Sua participação no referido estudo é a de submeter-se à avaliação da marcha onde terá que caminhar em um corredor de superfície plana sem obstáculos, com 10 metros de comprimento durante seis minutos, onde será utilizado um capacete com adesivos reflexivos (para rastrear a trajetória do participante no corredor). O movimento do capacete será registrado por quatro câmeras e sua imagem não será exibida no filme. Você será convidado a caminhar o mais rápido possível durante todo o teste, mas poderá reduzir a velocidade e até mesmo parar caso sinta necessidade a qualquer momento. Este teste será realizado no laboratório de Análise do Movimento Humano do Mestrado em Ciências da Reabilitação do Centro Universitário Augusto Motta e terá duração em torno de 20 minutos.

No exame citado anteriormente haverá a presença de um médico ou um fisioterapeuta para prestar qualquer suporte que você precisar. Além dos exames, o senhor (a) terá que responder a questionários apresentados pelo pesquisador.

Através dos resultados dessa pesquisa, o senhor (a) terá alguns benefícios como: 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 científico.

Poderão existir desconfortos e riscos decorrentes do estudo, entre eles: tonteira, desmaio, palpitação, elevação ou diminuição da pressão arterial, falta de ar. Sua privacidade será respeitada, ou seja, seu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possam de qualquer forma identificar-lhe, serão mantidos em sigilo. Será 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 ter acesso ao profissional responsável (Nathália Alves de Oliveira Saraiva) que pode ser encontrada nos telefones (21) 98142-5020 ou (21) 3228-1293 . Se tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP): Praça das Nações, nº 34 - Bonsucesso, Rio de Janeiro – RJ, Tel.: (21) 3882-9797 (Ramal 1015), e-mail: comitedeetica@unisuam.edu.br. É assegurada a assistência durante toda pesquisa, bem como a garantia do seu livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências.

Você não terá despesas pessoais em qualquer fase do estudo, nem compensação financeira relacionada a sua participação. Em caso de dano pessoal diretamente causado pelos procedimentos propostos neste estudo, terá direito a tratamento médico, bem como às indenizações legalmente estabelecidas. No entanto, caso tenha qualquer despesa decorrente da participação na pesquisa, haverá ressarcimento mediante depósito em conta corrente ou cheque ou dinheiro. De igual maneira, caso ocorra algum dano decorrente da sua participação no estudo, você será devidamente indenizado, conforme determina a lei.

Se este termo for suficientemente claro para lhe passar todas as informações sobre o estudo e se o senhor (a) compreender os propósitos do mesmo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Você poderá declarar seu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente das propostas do estudo.

Rio de Janeiro, _____ de _____ de _____

_____

Nome e assinatura do participante ou seu responsável legal

_____

Nome e assinatura do responsável por obter o consentimento

_____ _____

Testemunha Testemunha

Apêndice 4 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PESQUISA

(Resolução nº196, de 10 de outubro de 1996. Conselho Nacional de Saúde)

O senhor (a) está sendo convidado (a) a participar de um estudo denominado **"Avaliação Cinemática de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica durante o teste de caminhada de seis minutos"**, nos quais os objetivos são: avaliar a marcha durante o teste de caminhada de seis minutos, capacidade de exercício e função pulmonar e relacioná-los entre si. Este estudo justifica-se, pois o teste de caminhada de seis minutos é muito encontrado na literatura, porém pouco se sabe sobre a análise da marcha durante o teste em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica.

Sua participação no referido estudo é a de submeter-se à avaliação da marcha onde terá que caminhar em um corredor de superfície plana sem obstáculos, com 10 metros de comprimento durante seis minutos, onde será utilizado um capacete com adesivos reflexivos (para rastrear a trajetória do participante no corredor). O movimento do capacete será registrado por quatro câmeras e sua imagem não será exibida no filme. Você será convidado a caminhar o mais rápido possível durante todo o teste, mas poderá reduzir a velocidade e até mesmo parar caso sinta necessidade a qualquer momento. Após, o descanso de 30 minutos o participante será convidado a realizar novamente o teste, pois será utilizado no estudo a maior distância percorrida. Este teste será realizado no laboratório de Análise do Movimento Humano do Mestrado em Ciências da Reabilitação do Centro Universitário Augusto Motta e terá duração em torno de 1 hora. Para avaliar sua capacidade respiratória você terá que respirar em um equipamento e soprar forte será realizado testes físicos para avaliar seu esforço, onde você terá que caminhar em uma esteira adaptada a aparelhos para verificarem sua respiração e seus batimentos cardíacos.– Estes testes serão realizados no laboratório de Função Pulmonar do Hospital Universitário Pedro Ernesto (HUPE), da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e terá duração em torno de 1 hora.

Em todos os exames citados anteriormente haverá a presença de um médico ou um fisioterapeuta para prestar qualquer suporte que você precisar. Além dos exames, o senhor (a) terá que responder a questionários apresentados pelo pesquisador.

Através dos resultados dessa pesquisa, o senhor (a) terá alguns benefícios como: 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 científico.

Poderão existir desconfortos e riscos decorrentes do estudo, entre eles: tonteira, desmaio, palpitação, elevação ou diminuição da pressão arterial, falta de ar. Sua privacidade será respeitada, ou seja, seu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possam de qualquer forma identificar-lhe, serão mantidos em sigilo. Será 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 ter acesso ao profissional responsável (Nathália Alves de Oliveira Saraiva) que pode ser encontrada nos telefones (21) 98142-5020 ou (21) 3228-1293 . Se tiver alguma

consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP): Praça das Nações, nº 34 - Bonsucesso, Rio de Janeiro – RJ, Tel.: (21) 3882-9797 (Ramal 1015), e-mail: comitedeetica@unisuam.edu.br. É assegurada a assistência durante toda pesquisa, bem como a garantia do seu livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências.

Você não terá despesas pessoais em qualquer fase do estudo, nem compensação financeira relacionada a sua participação. Em caso de dano pessoal diretamente causado pelos procedimentos propostos neste estudo, terá direito a tratamento médico, bem como às indenizações legalmente estabelecidas. No entanto, caso tenha qualquer despesa decorrente da participação na pesquisa, haverá ressarcimento mediante depósito em conta corrente ou cheque ou dinheiro. De igual maneira, caso ocorra algum dano decorrente da sua participação no estudo, você será devidamente indenizado, conforme determina a lei.

Se este termo for suficientemente claro para lhe passar todas as informações sobre o estudo e se o senhor (a) compreender os propósitos do mesmo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Você poderá declarar seu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente das propostas do estudo.

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

Apêndice 5 - Resultado do teste de caminhada de seis minutos em percurso de 10 metros

CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA – UNISUAM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

Data: ____/____/____
Nome:_____ idade: _____
Peso: _____ Altura: _____ IMC: _____ Sexo: _____
Medicamentos tomados antes do teste (dose e tempo):
_____
Usa oxigênio suplementar durante o teste: ( ) Sim ( ) Não Se sim, o fluxo de ___ L / min, tipo ___
Parou antes de 6 minutos? ( ) Sim ( ) Não Se Sim, a razão: _____
Oberservação:
_____
_____
_____

Sinais Vitais Antes e Após o TC6M e DPTC6M

1º TC6M	**Antes**	**Após**	**2º TC6M**	**Antes**	**Após**
FC			**FC**		
FR			**FR**		
PA			**PA**		
SaO2			**SaO2**		
DPTC6M					
DPTC6M Predito					

Legenda: TC6M= teste de caminhada de seis minutos; FC= frequência cardíaca; FR= frequência respiratória; PA= pressão arterial; SaO2= saturação de oxigênio; DPTC6M= distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos

Referência Bibliográfica:

Beekman E., Mesters I., Gosselink R., *et al*. The first reference equations for the 6-minute walk distance over a 10 m course. **Thorax**. v. 69, n. 9, p. 867-868, 2014

_____
Nathália Alves de Oliveira Saraiva

Apêndice 6 – Resultados

Os indivíduos saudáveis concluíram o TC6M em maior DPTC6M pela cinemática, velocidade e aceleração do que os indivíduos DPOC

Tabela 3: Variáveis relacionadas ao processamento dos sinais de cinemática.

Variables	Control group	COPD group	P-value
Signal processing			
Pre-processing signal fill level (%)	95 (93 to 96)	97 (94 to 98)	0.284
Gaps (n)	145 (112 to 191)	92 (63 to 160)	0.167
Mean gap duration (s)	0.118 (0.115 to 0.127)	0.125 (0.115 to 0.146)	0.322
Post-processing signal fill level (%)	100 (100 to 100)	100 (100 to 100)	NT

Tabela 4: Variáveis relacionadas ao teste completo de caminhada de seis minutos.

Variables	Control group	COPD group	P-value
Six-minute walk test (6MWT) performance			
Half-turns, counted by kinematics (n)	46 (43 to 50)	43 (37 to 46)	**0.025**
Walkway linear length, mean (m)	9.340 (9.223 to 9.457)	9.324 (9.150 to 9.569)	0.986
Walked distance, measured by assessor (m)	417.8 (393.5 to 456.0)	395.0 (348.7 to 433.7)	**0.036**
Walked distance, measured by kinematics (m)	452.0 (432.1 to 488.6)	420.8 (364.2 to 460.6)	**0.013**
Walked distance, predicted (m)	567.8 (547.3 to 588.0)	578.4 (524.9 to 616.3)	0.723

Tabela 5: Variáveis relacionadas ao teste de caminhada de seis minutos, analisado a cada meia-volta no circuito.

Variables	Control group	COPD group	P-value
Kinematics, complete-test analysis			
Speed, minimum (m/s)	0.014 (0.009 to 0.028)	0.012 (0.006 to 0.021)	0.272
Speed, mean (m/s)	0.325 (0.320 to 0.341)	0.312 (0.299 to 0.326)	**0.007**
Speed, maximum (m/s)	0.513 (0.506 to 0.539)	0.500 (0.475 to 0.519)	**0.044**
Kinematics, half-turn analysis			
Peak acceleration, mean (m/s2)	0.001 (0.001 to 0.001)	0.001 (0.001 to 0.001)	**0.002**
Peak speed, mean (m/s)	0.481 (0.474 to 0.506)	0.462 (0.446 to 0.486)	**0.012**
Peak deceleration, mean (m/s2)	-0.004 (-0.004 to -0.004)	-0.003 (-0.004 to -0.003)	**0.006**
Time to peak acceleration, mean (%)	20 (18 to 21)	19 (17 to 26)	0.818
Time to peak speed, mean (%)	80 (78 to 81)	80 (79 to 82)	0.296
Time to peak deceleration, mean (%)	94 (93 to 94)	94 (93 to 95)	0.111
Negative trend in average speed (n, %)	12 (63)	31 (86)	0.084
Positive trend in average speed (n, %)	7 (37)	5 (14)	*
Slope of negative trend in average speed (10^{-4})	-0.220 (-0.790 to 0.000)	-1.465 (-2.858 to -0.225)	**0.001**
Slope of positive trend in average speed (10^{-4})	0.000 (0.000 to 0.400)	0.000 (0.000 to 0.000)	*

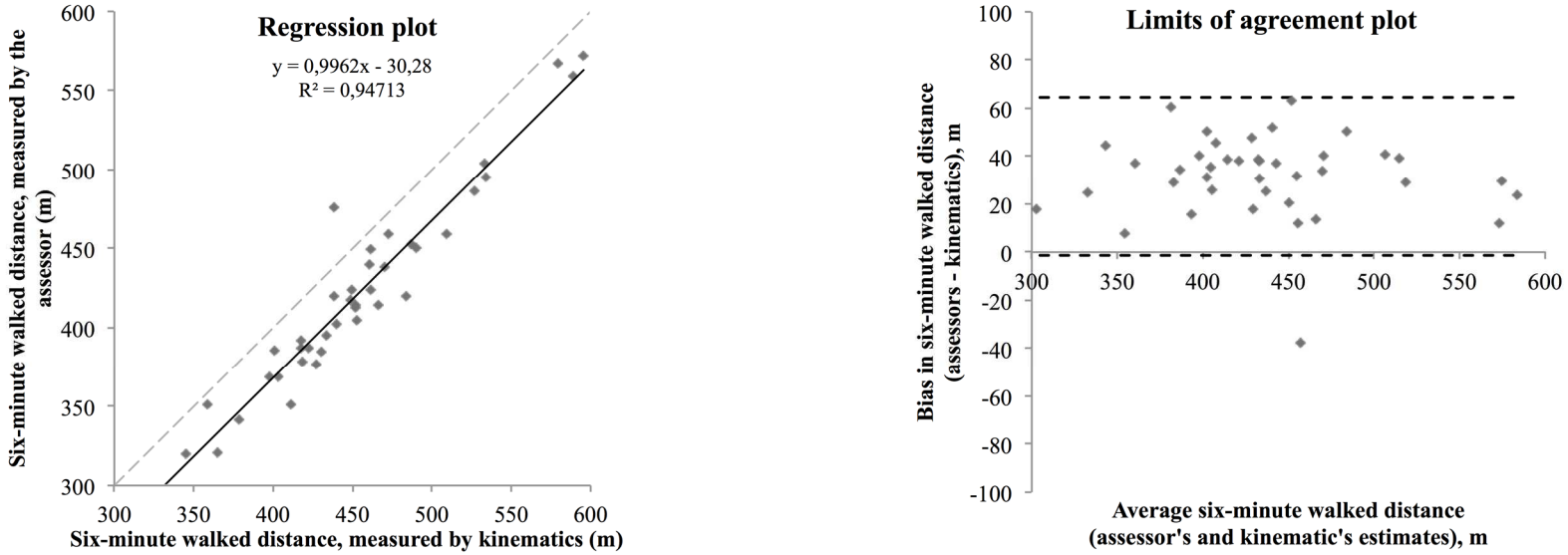

Figura 11: Esquerda: Gráfico de calibração da distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos medida pelo avaliador e pela análise cinemática. Direita: Gráfico de limites de concordância da distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos medida pelo avaliador e pela análise cinemática.

15. Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa

CENTRO UNIVERSITÁRIO
AUGUSTO MOTTA/ UNISUAM

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO BIOMECÂNICA E METABÓLICA DE PACIENTES DURANTE O TESTE DE CAMINHADA DE SEIS MINUTOS EM INDIVÍDUOS COM DPOC

Pesquisador: Nathália Alves de Oliveira Saraiva

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 53542816.7.0000.5235

Instituição Proponente: SOCIEDADE UNIFICADA DE ENSINO AUGUSTO MOTTA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.444.726

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo sobre DPOC, que se propõe a avaliar a análise cinemática e metabólica durante o teste de caminhada de seis minutos em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar a análise cinemática e metabólica durante o teste de caminhada de seis minutos em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Estão descritos adequadamente.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Os procedimentos apresentados pela pesquisa estão adequados.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apenas necessita retirar os espaços. Redigir como se fosse um contrato.

Recomendações:

Seguir as considerações apresentadas no parecer

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@unisuam.edu.br

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

- Retirar os espaços do TCLE
- Apresentar carta de anuência do HUPE

Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto está aprovado, desde que faça as pequenas alterações solicitadas.

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.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_656488.pdf	07/02/2016 22:07:13		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_detalhado.pdf	07/02/2016 22:03:50	Nathália Alves de Oliveira Saraiva	Aceito
Orçamento	Orcamentos.pdf	07/02/2016 22:01:50	Nathália Alves de Oliveira Saraiva	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	07/02/2016 22:01:11	Nathália Alves de Oliveira Saraiva	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	07/02/2016 21:52:00	Nathália Alves de Oliveira Saraiva	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	07/02/2016 21:38:58	Nathália Alves de Oliveira Saraiva	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

RIO DE JANEIRO, 09 de Março 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@unisuam.edu.br

16. Carta de submissão do manuscrito

De: **Biomedical Signal Processing & Control** eesserver@eesmail.elsevier.com
Assunto: Submission Confirmation
Data: 5 de setembro de 2017 22:21
Para: arthurde@unisuamdoc.com.br, arthur_sf@icloud.com

BS

Dear Arthur Sá Ferreira,

Your submission entitled "Feasibility of the whole-body gait kinematics to assess the validity of the six-minute walk test over a 10-meter walkway in the elderly" Technical Note has been received by Biomedical Signal Processing and Control

You may check on the progress of your paper by logging on to the Elsevier Editorial System as an author. The URL is https://ees.elsevier.com/bspc/.

Your username is: arthurde@unisuamdoc.com.br
If you need to retrieve password details, please go to: http://ees.elsevier.com/BSPC/automail_query.asp

Your manuscript will be given a reference number shortly.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

Abilaasha
for Biomedical Signal Processing and Control

****

For further assistance, please visit our customer support site at http://help.elsevier.com/app/answers/list/p/7923 Here you can search for solutions on a range of topics, find answers to frequently asked questions and learn more about EES via interactive tutorials. You will also find our 24/7 support contact details should you need any further assistance from one of our customer support representatives.