

Dayane Montemezzo

**ESTUDOS SOBRE AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO MUSCULAR INSPIRATÓRIA
E DA CAPACIDADE FUNCIONAL**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2015

Dayane Montemezzo

ESTUDOS SOBRE AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO MUSCULAR INSPIRATÓRIA E DA CAPACIDADE FUNCIONAL

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

Área de concentração: Desempenho Funcional Humano.

Linha de pesquisa: Desempenho Cardiorrespiratório

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Raquel Rodrigues Britto

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Danielle A Gomes Pereira

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2015

M777e Montemezzo, Dayane
2015 Estudos sobre avaliação da função muscular inspiratória e da capacidade funcional. [manuscrito] / Dayane Montemezzo. – 2015.
189 f., : il.

Orientadora: Raquel Rodrigues Britto
Coorientadora: Danielle A. Gomes Pereira

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.
Bibliografia: f. 150-157

1. Capacidade funcional - Teses. 2. Consumo de oxigênio – Teses. 3. Marcha - Teses. 4. Atividades cotidianas - Teses. I. Britto, Raquel Rodrigues. II. Pereira, Danielle Aparecida Gomes. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. IV. Título.

CDU: 615.8

Ficha catalográfica elaborada pela equipe de bibliotecários da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.

ATA DE NÚMERO 45 (QUARENTA E CINCO) DA SESSÃO DE ARGUIÇÃO E DEFESA DE TESE APRESENTADA PELA CANDIDATA **DAYANE MONTEMEZZO** DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO.

Aos 20 (vinte) dias do mês de março do ano de dois mil e quinze, realizou-se na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, a sessão pública para apresentação e defesa da Tese de Doutorado intitulada: **“ESTUDOS SOBRE AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO MUSCULAR INSPIRATÓRIA E DA CAPACIDADE FUNCIONAL”**. A comissão examinadora foi constituída pelos seguintes Professores Doutores: Raquel Rodrigues Britto, Anamaria Fleig Mayer, Guilherme Augusto de Freitas, Marcelo Velloso e Verônica Franco Parreira sob a Presidência da primeira. Os trabalhos iniciaram-se às 08h30min com apresentação oral do candidato, seguida de arguição dos membros da Comissão Examinadora. Após avaliação, os examinadores consideraram o candidato **aprovado e apto a receber o título de Doutora após a entrega da versão definitiva da Tese**. Nada mais havendo a tratar, eu, Marilane Soares, secretária do Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação dos Departamentos de Fisioterapia e de Terapia Ocupacional da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, lavrei a presente Ata, que depois de lida e aprovada será assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 20 de março de 2015.

Professora Dra. Raquel Rodrigues Britto _____

Professora Dra. Anamaria Fleig Mayer _____

Professor Dr. Guilherme Augusto de Freitas Fregonezi _____

Professor Dr. Marcelo Velloso _____

Professora Dra. Verônica Franco Parreira _____

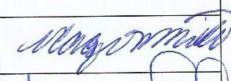
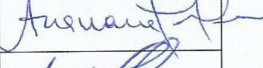

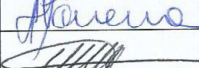

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
DA REABILITAÇÃO / EEFFTO
AV. ANTÔNIO CARLOS, Nº 6627 - CAMPUS UNIVERSITÁRIO
PAMPULHA - CEP 31270-901 - BH / MG

Marilane Soares – SIAPE: 084190 _____
Secretária do Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS EM REABILITAÇÃO
 DEPARTAMENTOS DE FISIOTERAPIA E DE TERAPIA OCUPACIONAL
 SITE: www.eeffto.ufmg.br/mreab E-MAIL: mreab@eeffto.ufmg.br FONE/FAX: (31) 3409-4781

PARECER

Considerando que a Tese de Doutorado de **DAYANE MONTEMEZZO** intitulada: **“ESTUDOS SOBRE AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO MUSCULAR INSPIRATÓRIA E DA CAPACIDADE FUNCIONAL”** defendida junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, nível: Doutorado cumpriu sua função didática, atendendo a todos os critérios científicos, a Comissão Examinadora **APROVOU** a Tese de doutorado, conferindo-lhe as seguintes indicações:

Nome do Professor (a)/Banca	Aprovação	Assinatura
Profa. Dra. Raquel Rodrigues Britto	Aprovada	
Profa. Dra. Anamaria Fleig Mayer	Aprovada	
Prof. Dr. Guilherme Augusto de Freitas Fregonezi	Aprovado	
Profa. Dra. Verônica Franco Parreira	Aprovado	
Prof. Dr. Marcelo Velloso	Aprovado	

Belo Horizonte, 20 de março de 2015.

Colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação/EEFFTO/UFMG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
 COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
 DA REABILITAÇÃO / EEFFTO
 AV. ANTÔNIO CARLOS, Nº 6627 - CAMPUS UNIVERSITÁRIO
 PAMPULHA - CEP 31270-901 - BH / MG

Aos primeiros mestres,

Eonice e Clouis, mais uma vez, e sempre!!

Minha gratidão será eterna...

Ao Armando, parte deste trabalho é sua também!!

AGRADECIMENTOS

À professora *Raquel Rodrigues Britto* por tornar possível a concretização deste sonho. Agradeço pelos seus ensinamentos, conduta ética e profissionalismo para conduzir estes quatro anos de trabalho. Obrigada por todas as oportunidades, pela confiança e autonomia, pelo apoio e, sem dúvida, pela vivência e experiência da Fisioterapia em Cardiologia na minha formação. A você, meu respeito, admiração e gratidão!

À professora *Danielle Gomes Pereira*, co-orientadora, e amiga desde os primórdios aqui na UFMG, obrigada por aceitar participar deste desafio, pela presença constante, pelas contribuições e por me apresentar a Fisioterapia Vascular. Agradeço a oportunidade de enriquecer minha formação por meio do treinamento em serviço em Fisioterapia Cardiovascular. Para mim, você é um exemplo inspirador de fisioterapeuta da “nova geração”!

À professora *Verônica Franco Parreira* agradeço primeiramente por ter respondido o meu email e “aberto as portas”... Obrigada por lembrar de mim no processo de seleção para o doutorado sanduíche, foi uma experiência sensacional! Agradeço pela ajuda e contribuições durante este período, pela confiança e presença especial.

Ao professor *Marcelo Velloso*, agradeço pelo aprendizado e convivência agradáveis nos estágios em docência. Foi um prazer, e uma grande responsabilidade, substituí-lo nas atividades no Departamento de Fisioterapia. Obrigada pelas contribuições em todas as bancas examinadoras no meu caminho aqui na UFMG e também por compor a banca examinadora desta tese.

Ao professor *Guilherme Fregonezi*, obrigada pela confiança na indicação para a seleção do doutorado sanduíche e por fazer parte da banca examinadora desta tese.

À professora *Anamaria Fleig Mayer*, obrigada por aceitar o convite em compor a banca examinadora desta tese.

À professora *Darlene Reid* agradeço pelo aprendizado no período do doutorado sanduíche. Sua receptividade e acolhimento foram muito importantes.

À professora *Giane Amorim Ribeiro-Samora*, colega que o mestrado me apresentou, amiga que o doutorado me presenteou. Agradeço pela disponibilidade, amizade e carinho. Levo comigo as preciosas discussões sobre “fisiologia” e a “beleza da estatística”...

Às colegas de doutorado e parceiras do “Cortex”, *Janaine Cunha Polese e Raquel de Carvalho Lana Campelo*, obrigada pela parceria, disponibilidade nos agendamentos das coletas, companhia nos acessos remotos e testes que envolveram o equipamento que compartilhamos. Com certeza o caminho se tornou mais suave com a nossa parceira! Desejo sucesso para vocês e que o futuro nos reserve aquilo que nos aproxime da felicidade e da paz!

Um agradecimento especial às alunas de iniciação científica *Natália de Oliveira Freitas e Sabrina Costa Lima*, que foram incansáveis, da coleta...`a lista de referências. Obrigada por todo auxílio no período do doutorado. Parabéns pela responsabilidade! Agradeço também a oportunidade de co-orientá-las no trabalho de conclusão de curso de graduação em Fisioterapia!

À *Aline Andrioni Fernandes* agradeço a parceria e contribuição na primeira fase de coleta de dados. Obrigada por me contar que “nós enxergamos somente um pedaço da fotografia”, lembro sempre!! Tenho orgulho de sua trajetória...de aluna de iniciação científica, no período do meu mestrado, a mestranda...quase Mestre!!!

À *Mariana Hoffman Barbosa*, muito obrigada pelas produtivas conversas sobre o *PB* e os seus contatos. Sua trajetória é motivo de muito orgulho para mim...de aluna de iniciação científica a colega de doutorado!!!

Ao *João da Silva Jr* pelas contribuições e discussões na fase final deste período. Muito boa sorte com a finalização do mestrado, espero que a herança do *NIRS* lhe traga bons frutos!

À *Vanessa Lima* pelo sorriso acolhedor, pensamentos positivos e as boas energias! Sucesso no final do doutorado!

À equipe LabCare, em especial *Bruna Silveira, Ana Paula Miranda, Fernanda Malta, Hugo Alves, Liliane Mendes, Marcela Mesquita, Thais Ennes*. A convivência com

vocês é impar! Levo comigo todas as experiências e aprendizado. Obrigada por tudo...Nos vemos por aí!!

À colega e amiga *Isabela Sclausen Pessoa*, pela parceira no período do doutorado sanduíche..., a sua família se tornou a minha em Vancouver!!

Aos colegas da EMG *Ingrid Guerra, Morgana Evangelista, Kardec Alexandro, Vanessa Lima*, pelo aprendizado construído no período que trabalhamos juntos e pela amizade que permaneceu desta experiência. Agradeço também `a *Alana da Gama* pela colaboração e dedicação no tratamento dos dados. Somos um exemplo de que a distância não inviabiliza os objetivos!

Às colegas *Débora Pantuso, Maria Luiza Carvalho e Otávia Vieira*, presenças boas que o doutorado me presenteou!

À *Maria Clara Noomam Alencar* que mesmo distante está sempre presente e com suas dicas preciosas. Admiro muito sua postura frente a minha profissão. Obrigada, de coração!

Aos participantes anônimos deste estudo que voluntariamente destinaram seu tempo para contribuição com esta pesquisa. A vocês, meus mais sinceros agradecimentos!

A professora *Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela* que gentilmente emprestou o eletromiógrafo para as coletas. Obrigada também por torcer por mim! “Eu jamais esquecerei seu gesto carinhoso na véspera da minha viagem para Vancouver para o período sanduíche do doutorado!”

Às professoras do Departamento de Fisioterapia-UFMG *Lygia Pacini Lustosa e Sheyla Cavalcanti Furtado* agradeço a oportunidade da convivência agradável no período que fui professora substituta deste departamento, um grande aprendizado e uma experiência enriquecedora!

À bibliotecária *Iris Silva*, da EEFFTO, pela disponibilidade.

À *Rafaela Campos* pela gentil contribuição.

Às colegas *Vanessa Sloviiov* e *Cristiane Yamabayashi* pela receptividade, ajuda e companheirismo no *Muscle Biophysic Lab*, e também pelas dicas preciosas de Vancouver.

À *Maira Cassimiro Martins* por contribuir com a organização das nossas atividades no LabCare.

Em nome das secretárias *Margaret Amaral* e *Marilane Soares*, agradeço a todos os funcionários do colegiado de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação pela disponibilidade, dedicação e carinho.

À *minha querida família*, onde tudo começou, obrigada por existirem e por eu ser parte de vocês, e vocês de mim!

Ao meu querido pai, obrigada pelo exemplo de disciplina e determinação e pela referência do “Pelé”! À minha mãe querida...obrigada por ser de “outro mundo”! Lembro, como se fosse hoje, da nossa conversa sobre a Fisioterapia, prestes a decidir sobre a opção no vestibular da USFM...parece que deu certo, né?! À Anelize, queridona irmã, pelo seu exemplo, sua torcida, pelas conversas sobre as profissões da reabilitação....um dia a gente chega lá! Ao Eduardo, que traz a leveza do caçula, pela torcida e pelas lembranças constantes de que “existe vida fora deste planeta...” Ao Armando, por exercer o real significado da palavra companheirismo! Obrigada por todo amor demonstrado em todas suas formas...pelo apoio, parceria, paciência, ajuda e motivação. Você foi fundamental neste processo! A vocês, família, que conferem diferentes formas ao amor...meu cuidado, carinho, gratidão, e todo o meu amor!

À providência de Deus por, mais uma vez, colocar pessoas incríveis como vocês no meu caminho, pelo processo de aprendizado e maturidade que foi o doutorado....e assim, concluir um ciclo e continuar a história!

“Aqueles que passam por nós, Não vão sós, não nos deixam sós.

Deixam um pouco de si, Levam um pouco de nós”

Antoine de Saint-Exupery, 1900-1944

*"Deus não olha para a grandeza das obras que fazemos,
mas para o amor com que as fazemos."*

Marcelino Champagnat, 1789-1840

RESUMO

A área da reabilitação vem buscando utilizar procedimentos e instrumentos viáveis e válidos para o gerenciamento dos desfechos funcionais, tanto na prática clínica quanto em pesquisas. O objetivo geral desta tese foi avaliar a aplicabilidade do teste de pressão inspiratória máxima sustentada (SPImax) como procedimento de avaliação da função muscular inspiratória, e do teste de atividade de vida diária *Glittre* (TGlittre) em avaliar a capacidade funcional. Os participantes com prova de função pulmonar normal realizaram dois testes funcionais (*incremental shuttle walk test* (ISWT) e o TGlittre) com análise de gases expirados, e três testes de função muscular inspiratória (pressão inspiratória máxima (PImax), SPImax e o teste de *endurance*). Os resultados foram apresentados em três artigos. O primeiro artigo teve como objetivo avaliar a relação entre a área sob a curva pressão-tempo (AREA_SPImax), derivada do teste de SPImax e o trabalho muscular inspiratório (Trab_insp) resultante do teste de *endurance* inspiratória. O objetivo secundário foi avaliar a percepção dos participantes em relação a execução destes testes. Os resultados mostraram que a variável AREA_SPImax prevê 78% do Trab_insp ($r=0,88$; $p<0,0001$; poder=0,99). A percepção de cansaço para realizar os testes foi considerada como fraca ou nenhuma por 86,7% dos participantes para realizar a SPImax e por 53,3% para realizar o teste de *endurance* muscular inspiratória. O segundo artigo teve como objetivo caracterizar a demanda metabólica aeróbia no estado estável do consumo de oxigênio (VO_2) do TGlittre, e avaliar as respostas fisiológicas induzidas. Os resultados mostraram que tempo médio gasto para a execução do TGlittre foi de 145,86 segundos (IC95%: 134,39-157,32) sendo que 74,68 segundos (IC95%: 69,20-80,15) foram necessários para atingir o estado estável. O VO_2 para execução do teste correspondeu a 61,6% do VO_2 máximo previsto, a frequência cardíaca (FC) alcançada representou 71,5% da FC máxima prevista, e a ventilação foi correspondente a 27,4% da reserva ventilatória. O último estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar e comparar as respostas cardiovasculares, ventilatórias e metabólicas do ISWT e do TGlittre. As variáveis cardiorrespiratórias, ventilatórias e metabólicas obtidas no ISWT foram maiores daquelas obtidas no TGlittre. O VO_2 do TGlittre foi de $22,2 \pm 4,6$ vs $27,8 \pm 5,3$ mL•kg⁻¹•min⁻¹ ($p<0,001$) do ISWT, e a FC alcançada no TGlittre foi 135 ± 19 vs 161 ± 18

bpm no ISWT ($p < 0,001$). As correlações entre o tempo gasto no TGlittre e a distância percorrida no ISWT ($r = -0,54$; $p = 0,003$), o VO_2 médio do TGlittre e o VO_2 pico do ISWT ($r = 0,82$; $p < 0,0001$) e a FC atingida no TGlittre e no ISWT ($r = 0,85$; $p < 0,0001$) foram de moderada a alta magnitude. Desta forma, a partir dos estudos desenvolvidos, é possível concluir: (1) AREA_SPlmax é capaz de estimar sobre o Trab_insp desenvolvido no teste de *endurance* muscular inspiratória, sendo uma alternativa para avaliar a função muscular inspiratória; (2) TGlittre é um teste submáximo que atinge o estado estável, cujo gasto metabólico médio equivale a atividades de moderada intensidade; (3) TGlittre e ISWT são complementares para avaliar a capacidade funcional, sendo que TGlittre fornece informações sobre desempenho funcional, e ISWT sobre as respostas ao esforço em um amplo espectro, relativas aos diferentes níveis do teste.

Palavras-chave: Função muscular inspiratória. Capacidade funcional. Consumo de oxigênio. Pressão inspiratória máxima sustentada. Teste de AVD Glittre. Atividades cotidianas. Teste incremental de marcha controlada.

ABSTRACT

The rehabilitation sciences has been using tools and procedures feasible and valid for the management of functional outcomes both, in clinical practice and research. The main objective of this thesis was to evaluate the applicability of sustained maximal inspiratory pressure test (SMIP) as evaluation of the inspiratory muscle function, and the Glittre activities of daily living test (TGlittre) to assess the functional capacity. Participants with normal pulmonary function performed two functional tests (incremental shuttle walk test (ISWT) and TGlittre) with expired gases analysis, and three inspiratory muscle function tests (maximal inspiratory pressure (MIP), SMIP and endurance). The results were presented in three papers. The first study aimed to evaluate the relationship between the area under the pressure-time curve (AREA_SMIP), derived from SMIP test and the inspiratory muscle work (Work_insp) derived from inspiratory endurance test. The secondary objective was to assess the participants' perception regarding these tests. The results showed that the variable AREA_SMIP provides 78% of the Work_insp ($r=0.88$; $p<0.0001$; $\text{power}=0.99$). Regarding the participants' perception, 86.7% reported low or no fatigue to perform SMIP and 53.3% to perform the inspiratory muscle endurance test. The aim of the second study was to characterize the aerobic metabolic demand at steady state oxygen consumption (VO_2) of the TGlittre, and evaluate the induced physiological responses. The results showed that the mean time spent to performed the TGlittre was 145.86 seconds (CI 95%: 134.39-157.32), of these, 74.68 seconds (CI 95%: 69.20-80.15) were necessary to reach the steady state. The VO_2 to perform the test corresponded to 61.6% of the maximum predicted, heart rate (HR) reached represented 71.5% of maximal HR predicted, and the ventilation was equivalent to 27.4% of ventilatory reserve. The last study was developed to evaluate and compare the cardiovascular, ventilatory and metabolic responses of the ISWT and TGlittre. Cardiorespiratory, ventilatory and metabolic variables at ISWT were higher than TGlittre. VO_2 TGlittre was 22.2 ± 4.6 vs 27.8 ± 5.3 $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ($p < 0.001$) from VO_2 ISWT, and the HR reached on TGlittre was 135 ± 19 vs 161 ± 18 bpm on ISWT ($p < 0.001$). The correlations between time spent in TGlittre and the distance walked in ISWT ($r=-0.54$; $p=0.003$), the average VO_2 TGlittre and peak VO_2 ISWT ($r=0.82$; $p < 0.0001$) and HR achieved on the TGlittre and on the ISWT ($r=0.85$; $p < 0.0001$)

were moderate to high. Therefore, from results of these studies it is possible to conclude: (1) AREA_SMIP is able to estimate on the Work_insp developed in inspiratory muscle endurance test, as an alternative option to evaluate the inspiratory muscle function; (2) TGlittre is a submaximal test that maintains a steady state, which the average metabolic expenditure is equivalent to moderate intensity activities; (3) TGlittre and ISWT, are complementary to evaluate the functional capacity, TGlittre provides information on functional performance and ISWT provides information about the responses to exercise in a wide range, by different levels of the test.

Keywords: Inspiratory muscle function. Functional capacity. Oxygen consumption. Sustained maximal inspiratory pressure. Glittre ADL test. Activities of daily living. Incremental shuttle walk test.

LISTA DE ABREVIações

ACSM	<i>American College of Sports Medicine</i>
ADL	<i>Activity of daily living</i>
AREA_SPImax	Área sob a curva de pressão-tempo, derivada do teste de pressão inspiratória máxima sustentada
ATS	<i>American Thoracic Society</i>
AVD	Atividade de vida diária
CCI	Coeficiente de correlação intraclasse
CIF	Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde
CPT	Capacidade pulmonar total
CR	Coeficiente de reprodutibilidade
CVF	Capacidade vital forçada
CO ₂	Dióxido de carbono
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
EAA	Escore ajustado de atividade
EMA	Escore máximo de atividade
ERS	<i>European Respiratory Society</i>
FC	Frequência cardíaca
FEVE	Fração de ejeção de ventrículo esquerdo
FR	Frequência respiratória
GOLD	<i>Global Initiative on Obstructive Lung Disease</i>
ICC	Insuficiência cardíaca crônica
IMC	Índice de massa corpórea
ISWT	<i>Incremental shuttle walk test</i>
J	<i>Joule</i>
kg	Quilograma
LCADL	<i>London Chest Activity of Daily Living Scale</i>
PA	Pressão arterial
PAH	Perfil de Atividade Humana
PBE	Prática baseada em evidências

PE _{max}	Pressão expiratória máxima
PI _{max}	Pressão inspiratória máxima
PFSDQ-M	<i>Pulmonary Function Status and Dyspnea Questionnaire</i> , versão modificada
PMed _{MAX}	Pressão média máxima
PMed _{MAX} _PI _{max}	Pressão média máxima, derivada do teste de pressão inspiratória máxima
PMed _{MAX} _SPI _{max}	Pressão média máxima, derivada do teste de pressão inspiratória máxima sustentada
P _{PICO}	Pico de pressão
P _{PICO} _PI _{max}	Pico de pressão derivada do teste de pressão inspiratória máxima
P _{PICO} _SPI _{max}	Pico de pressão derivada do teste de pressão inspiratória máxima sustentada
PRM	Pressões respiratórias máximas
PTU	<i>Pressure time unit</i>
MET	Equivalente metabólico do oxigênio
MMII	Membros inferiores
m/min	Metros por minuto
m/s	Metros por segundo
MSE	Membro superior esquerdo
MMSS	Membros superiores
N ²	Nitrogênio
NYHA	<i>New York Heart Association</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde
O ₂	Oxigênio
R	Razão de troca respiratória
r	Coeficiente de correlação de <i>Pearson</i>
rho	Coeficiente de correlação de <i>Spearman</i>
R ²	Coeficiente de determinação
SBPT	Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia
SMIP	<i>Sustained maximal inspiratory pressure</i>
SPI _{max}	Pressão inspiratória máxima sustentada

SpO ₂	Saturação periférica de oxigênio
QV	Qualidade de vida
VE	Ventilação
VEF ₁	Volume expiratório forçado no primeiro segundo
VEF ₁ /CVF	Razão entre o volume expiratório forçado no primeiro segundo e a capacidade vital forçada
VO ₂	Consumo de oxigênio
VC	Volume corrente
VR	Volume residual
vs	Versus
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TC6	Teste de caminhada de seis minutos
TECP	Teste de esforço cardiopulmonar
TGlittre	Teste de AVD Glittre
TMI	Treinamento muscular inspiratório
Trab_insp	Trabalho inspiratório total médio, derivado do teste de <i>endurance</i> muscular inspiratória com carga constante
TUG	Teste <i>timed up and go</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
1.1 Testes de avaliação da função muscular inspiratória.....	25
1.1.1 Pressão inspiratória máxima.....	25
1.1.2 Pressão inspiratória máxima sustentada.....	26
1.1.3 <i>Endurance</i> muscular inspiratória.....	32
1.2 Testes de avaliação da capacidade funcional.....	34
1.2.1 <i>Incremental Shuttle Walk test</i>	35
1.2.2 Teste de AVD <i>Glittre</i>	43
1.3 Objetivo geral.....	47
1.4 Objetivos específicos.....	48
2 MATERIAIS E MÉTODOS	49
2.1 Local de realização.....	49
2.2 Amostra.....	49
2.2.1 Participantes.....	49
2.2.2 Critérios de inclusão.....	49
2.2.3 Critérios de exclusão.....	50
2.3 Aspectos éticos.....	50
2.4 Procedimentos e coleta de dados.....	51
2.4.1 Prova de função pulmonar.....	52
2.4.2 Testes funcionais.....	53
2.4.2.1 <i>Incremental Shuttle Walk Test</i>	55
2.4.2.2 Teste de AVD <i>Glittre</i>	56
2.4.3 Questionário Perfil de Atividade Humana.....	57
2.4.4 Testes de função muscular inspiratória.....	58
2.4.4.1 Pressão inspiratória máxima.....	58
2.4.4.2 Pressão inspiratória máxima sustentada.....	59
2.4.4.3 <i>Endurance</i> muscular inspiratória.....	61
2.4.5 Questionário de percepção sobre os testes de função muscular inspiratória.....	62
2.5 Variáveis estudadas e procedimentos estatísticos.....	63

2.5.1 Artigo 1.....	63
2.5.2 Artigo 2.....	64
2.5.3 Artigo 3.....	65
2.5.4 Programas para processamento das análises.....	66
3 ARTIGO 1.....	67
4 ARTIGO 2.....	97
5 ARTIGO 3.....	123
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	147
REFERÊNCIAS.....	150
ANEXOS.....	158
APÊNDICES.....	163

PREFÁCIO

A presente tese de doutorado foi elaborada de acordo com as normas do Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional desta Universidade. Está estruturada em seis capítulos.

O capítulo um contém a introdução que consta da revisão de literatura sobre testes de função muscular inspiratória e testes funcionais, bem como da justificativa dos estudos. Ao final deste capítulo, estão descritos os objetivos geral e específicos dos estudos desenvolvidos para elaboração desta tese

No capítulo dois estão descritos os instrumentos, as medidas e os procedimentos que foram utilizados nos estudos que serão apresentados nos capítulos seguintes.

O capítulo três apresenta o artigo 1, intitulado “Pressão inspiratória máxima sustentada como medida de função muscular inspiratória” o qual foi formatado conforme as normas do periódico Revista Brasileira de Fisioterapia (*Brazilian Journal of Physical Therapy*).

No capítulo quatro encontra-se o artigo 2, cujo título é “Caracterização da demanda metabólica aeróbia e das respostas fisiológicas do teste de AVD *Glittre*”, foi elaborado de acordo com as normas do periódico *Respiratory Physiology & Neurobiology*.

O capítulo cinco apresenta o artigo 3, com o título: “*Incremental shuttle walk test* e teste de AVD *Glittre* como instrumentos complementares de avaliação da

capacidade funcional”, elaborado de acordo com as normas do periódico *Physiotherapy*.

Após apreciação da banca examinadora desta tese, quando adequado, os artigos serão traduzidos para a língua inglesa, submetidos`a revisão gramatical e enviados aos respectivos periódicos.

No sexto capítulo encontram-se as considerações finais deste trabalho, e em sequência a lista completa de referências utilizadas para escrita da tese e dos artigos.

Em seguida, apresentam-se os anexos e apêndices citados nesta tese. Destaca-se o APÊNDICE A onde se encontra ilustrada a página inicial da revisão sistemática desenvolvida no período do doutorado sanduíche, sob orientação da professora W. Darlene Reid – *University of British Columbia, Vancouver, BC-Canada*. No APÊNDICE F encontra-se o mini currículo com a descrição das atividades acadêmicas e produção científica desenvolvidas no período de doutoramento.

Por fim, para fins operacionais, cada capítulo desta tese pode ser considerado independentemente.

1 INTRODUÇÃO

O modelo conceitual proposto pela Organização Mundial da Saúde (OMS) com a publicação da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) em 2001, proporcionou aos clínicos e pesquisadores da área da reabilitação uma compreensão mais ampla sobre a funcionalidade e incapacidade humanas (FARIAS; BUCHALA, 2005). O termo “funcionalidade humana” abrange a inter-relação dinâmica entre os componentes que compõe o modelo, ou seja, as estruturas e funções físicas, a atividade individual e a participação na sociedade, sob uma experiência relacionada à saúde. Da mesma forma, a “incapacidade humana” é uma experiência que abrange alguns ou todos os componentes de deficiências físicas, limitações ao desempenho das atividades cotidianas e restrições à interação social, e pode ser compreendida como um atributo do indivíduo (STUCKY *et al.*, 2008). As experiências relativas a funcionalidade e incapacidade vivenciadas pelo indivíduo são influenciadas também pelos fatores contextuais, que envolve o ambiente, como facilitador ou barreira para o desempenho de ações e tarefas, e os fatores pessoais, intrínsecos ao indivíduo (SAMPAIO *et al.*, 2005). Portanto, o modelo interativo da CIF está fundamentado em uma concepção biopsicossocial da funcionalidade humana, o qual incorpora a interação das dimensões biomédica, psicológica e social no processo de saúde com igual relevância, sem hierarquizá-las (SAMPAIO *et al.*, 2005; STUCKY *et al.*, 2008; FARIAS; BUCHALA, 2005).

A reabilitação, enquanto estratégia de assistência em saúde, tem por objetivo capacitar as pessoas com problemas de saúde, que experimentam ou possam vir a experimentar a incapacidade, a alcançarem ou manterem um ótimo nível de funcionalidade e interação com o ambiente (STUCKY *et al.*, 2008). Enquanto ciência, a reabilitação direciona suas ações para o desenvolvimento de pesquisas que possibilitem a construção de um corpo de conhecimento próprio e a consequente melhoria da assistência prestada aos seus usuários (FILLIPI; WAGNER, 2008). Atualmente, a necessidade de ampliar a capacidade de pesquisa em reabilitação que possibilite uma compreensão mais abrangente do desempenho

funcional humano (STUCKY *et al.*, 2008), caracterizado como o principal objeto de estudo da área, é emergente.

No processo de investigação científica em reabilitação, é recomendado que os pressupostos teóricos do modelo proposto pela CIF sejam empregados em procedimentos que avaliem desfechos funcionais, envolvendo tanto as habilidades individuais de realizar tarefas específicas e atividades de vida diária (AVD) quanto aquelas de participação nas situações da vida e da sociedade (JETTE; HALEY, 2005). Dessa forma, torna-se evidente que os desfechos clínicos de interesse dos fisioterapeutas, enquanto profissionais da reabilitação, não se restrinjam ao paradigma biomédico, mas principalmente aqueles decorrentes do impacto das condições de saúde na vida das pessoas (MARQUES; PECCIN, 2005).

Neste contexto, considera-se como principal componente de investigação da funcionalidade e incapacidade, uma avaliação abrangente da capacidade funcional, incluindo a capacidade aeróbia e as propriedades musculares relativas à função física (HAMM *et al.*, 2013). De acordo com as recomendações do *Position Statement from the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation*, diferentes abordagens e métodos são empregados para obter-se uma avaliação global, sendo aqueles relativos à capacidade aeróbia, a saber: (1) teste de esforço cardiopulmonar considerado o procedimento mais acurado de quantificação da capacidade aeróbia, expresso como o pico do consumo de oxigênio (VO_2), padrão ouro; (2) testes de exercício que possibilitam estimar a capacidade aeróbia, comumente expressos em equivalente metabólico do oxigênio (MET) e (3) questionários específicos para as diferentes condições de saúde que permitem estimar a capacidade aeróbia, porém com certo grau de divergência. As propriedades musculares relativas à função física são representadas pela força, *endurance* e potência, sendo respectivamente definidas como: (1) capacidade de um músculo ou grupo muscular produzir força, (2) capacidade de sustentar repetidas contrações musculares ao longo do tempo, (3) velocidade na qual a força pode ser implementada. A avaliação destas condições musculares são necessárias para investigar as possíveis limitações da funcionalidade na manutenção de

determinadas demandas, como as AVD. Para fins de avaliação, recomenda-se a abordagem destas propriedades de modo integrado. Desta forma, os diferentes métodos de avaliação reportados acima, permitem reconhecer a inter-relação entre a função muscular e a capacidade aeróbia (HAMM *et al.*, 2013). A escolha por um ou mais métodos de avaliação estará na dependência dos objetivos, da disponibilidade de recursos e das especificidades da população no qual serão aplicados.

Paralelamente à compreensão deste modelo, a introdução e o desenvolvimento da Prática Baseada em Evidências (PBE) em reabilitação associado às iniciativas para melhorar a qualidade dos cuidados prestados, reiteram a necessidade do emprego de procedimentos e instrumentos cujos constructos denotem desfechos funcionais, tanto na prática clínica quanto na pesquisa (FILLIPI; WAGNER, 2008). Sendo assim, a área da reabilitação tem buscado utilizar procedimentos e instrumentos clinicamente viáveis, válidos, confiáveis e sensíveis para o monitoramento das medidas de desfechos funcionais relevantes tanto para a avaliação, como para o conhecimento das respostas às intervenções e a manutenção dos resultados (GADOTTI; VIEIRA; MAGEE, 2006).

Consideradas essenciais para o exercício da PBE, as propriedades psicométricas são empregadas como um componente a fim de assegurar que as ferramentas de medidas forneçam informações acuradas para a tomada de decisão clínica. Dentre elas, as medidas de validade de um teste referem-se aos seus objetivos clínicos e a habilidade de fazer inferências a partir dos resultados ou escores resultantes. Desta forma, os testes de validade são idealizados com objetivo de discriminar indivíduos com e sem determinada condição de saúde, de avaliar mudanças na magnitude de uma variável ao longo do tempo e de fazer previsões acuradas sobre um desfecho. Esta última, denominada validade preditiva, é útil para auxiliar na tomada de decisão fornecendo uma base para predizer desfechos ou comportamentos futuros, como ferramenta de triagem (*screening*) e prognóstico (PORTNEY; WATKINS, 2009).

Neste sentido, a primeira parte desta tese se propôs a estudar um teste denominado pressão inspiratória máxima sustentada (SPI_{max}), do inglês, “*sustained maximum inspiratory pressure (SMIP)*”, reportado pela primeira vez em 1994 por Chatham *et al.*, em uma investigação em adultos com fibrose cística e um grupo controle de indivíduos saudáveis. Este teste tem sido descrito na literatura como uma medida de “potencial trabalho inspiratório”, “índice mais sensível de função muscular inspiratória que a pressão inspiratória máxima” (PI_{max}) isoladamente (ENRIGHT *et al.*, 2007; CHATHAM *et al.*, 1994), “índice de *endurance* muscular inspiratória” (ENRIGHT *et al.*, 2007) e “*endurance* muscular inspiratória” (LAOUTARIS *et al.*, 2008, LAOUTARIS *et al.*, 2007, LAOUTARIS *et al.*, 2004). Além disso, em uma revisão sistemática sobre o efeito do treinamento muscular inspiratório (TMI) em indivíduos com insuficiência cardíaca crônica (ICC), este teste foi a única medida relativa à *endurance* muscular inspiratória possível de submeter a metanálise, pois as demais medidas reportadas, relativas a este constructo, dentre nove ensaios clínicos aleatorizados, não atendiam aos pressupostos para aplicar tal análise estatística (MONTEMEZZO *et al.*, 2014). Este achado motivou o aprofundamento desta questão.

A segunda parte discorrerá sobre um teste, desenvolvido por Skumlien *et al.*, em 2006, para avaliar a capacidade funcional de indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) em realizarem suas AVD. Este teste foi denominado teste de AVD *Glittre*, do inglês, “*Glittre ADL test*”, uma referência a *Glittreklinikken*, na Noruega (<http://www.lhl.no/klinikkene/glittre/>). A grande vantagem do emprego do teste de AVD *Glittre* (T*Glittre*) em relação aos demais testes de caminhada campo é a realização simultânea de tarefas que utilizam os membros superiores (MMSS) e membros inferiores (MMII) e portanto, é considerado mais global do que aqueles que avaliam atividades predominantemente de MMII.

Desta forma, o presente capítulo está dividido em duas partes principais, sendo que a primeira abordará a função muscular inspiratória, especificamente em relação aos testes de PI_{max}, SPI_{max} e *endurance* dos músculos inspiratórios de carga

constante, e a segunda sobre os testes funcionais, tais como o *Incremental Shuttle Walk test* (ISWT) e o TGlitre.

1.1 Testes de avaliação da função muscular inspiratória

Macklem (1982) considera que força e *endurance* são duas propriedades fundamentais para avaliação das funções dos músculos inspiratórios, sendo descritas respectivamente como a capacidade de gerar força máxima, e de manter uma tarefa muscular específica ao longo do tempo (HILL *et al.*, 2007; GREEN *et al.*, 2002; CLANTON; CALVERLY; CELLI, 2002).

A força muscular respiratória pode ser inferida pela mudança de pressão decorrente do trabalho mecânico feito pelos músculos respiratórios que é produto da força *versus* o deslocamento, ou seja, o encurtamento muscular (CHATHAM *et al.*, 1994). As condições de força dos músculos respiratórios podem ser diretamente medidas por meio das pressões respiratórias máximas (PRM), operacionalizadas pelos testes de P_{lmax} e pressão expiratória máxima (PE_{max}), os quais refletem a força do grupo muscular inspiratório e expiratório, respectivamente. São caracterizados como testes estáticos, não invasivos, simples e volitivos, obtidos por meio de um manovacúmetro. Do ponto de vista técnico e normativo ambos os testes estão bem estabelecidos, apesar da P_{lmax} ser mais empregada nos estudos e ter maior aplicabilidade clínica (GREEN *et al.*, 2002; SOUZA, 2002; NEDER *et al.*, 1999).

1.1.1 Pressão inspiratória máxima

A P_{lmax} é amplamente aceita e usada como uma avaliação global da força muscular inspiratória (HILL *et al.*, 2007; GREEN *et al.*, 2002) e tem sido sugerida como parâmetro diagnóstico para fraqueza muscular inspiratória (CHARUSUSIN *et al.*, 2013; LÖTTERS *et al.*, 2002). Do ponto de vista clínico e fisiológico,

considerando que raramente os indivíduos necessitam gerar pressões máximas durante as AVD, a relevância da P_Imax como medida única parece não ser suficiente para retratar a função dos músculos inspiratórios. Como as demandas para esses músculos durante as AVD são submáximas e, na maioria das vezes, requerem um tempo maior de atividade muscular, possivelmente medidas de função dos músculos inspiratórios ao longo do tempo tenham maior relevância clínica e funcional do que as medidas de força isoladamente (HILL *et al.*, 2007; STURDY *et al.*, 2004). Além disso, a aplicação de testes adicionais para a avaliação da função muscular inspiratória pode melhorar a precisão diagnóstica, sob a hipótese de que múltiplos testes podem contribuir para reduzir o número de casos erroneamente diagnosticados, principalmente em relação à fraqueza muscular inspiratória (STEIER *et al.*, 2007; GREEN *et al.*, 2002).

1.1.2 Pressão inspiratória máxima sustentada

O teste de SPI_{max} foi descrito pela primeira vez por CHATHAM *et al.*, em 1994. Os autores hipotetizaram que este teste reflete o produto da pressão gerada durante a manobra e o tempo de contração muscular, ou seja, a sustentação do esforço, o qual poderia ser uma medida prospectiva de potencial trabalho e da capacidade de gerar força dos músculos inspiratórios. Além da possibilidade de uma medida alternativa, também foi considerada como um índice mais sensível da função muscular inspiratória.

A SPI_{max} é obtida a partir de um esforço inspiratório máximo e sustentado, desde volume residual (VR) até capacidade pulmonar total (CPT), com o registro da pressão ao longo do tempo (LAOUTARIS *et al.*, 2004; IONESCU *et al.*, 1998; CHATHAM *et al.*, 1994). Durante o teste, uma curva de pressão inspiratória é produzida na tela do computador e a respectiva área é registrada como unidade de pressão multiplicada pelo tempo, ou do inglês, *pressure time units - PTU* (ENRIGHT; UNNITHAN *et al.*, 2011; ENRIGHT; UNNITHAN; DAVIES, 2006).

Operacionalmente, a sustentação da pressão inspiratória ao longo do tempo gera a variável área sob a curva de pressão-tempo, considerada um indicador de capacidade de trabalho em um único ciclo respiratório (LAOUTARIS *et al.*, 2007). De acordo com Ionescu *et al.* (1998), a pressão inspiratória é inversamente proporcional ao volume pulmonar, assim, o pico de pressão negativa, gerada pela musculatura inspiratória, ocorre quando o sujeito inspira maximamente a partir de VR, e a pressão diminui gradualmente com a continuidade da inspiração através de um orifício de 2 mm, o que gera a curva característica de pressão *versus* tempo da SPI_{max}. Este orifício permite um fluxo máximo estimado em 450 mL/s durante o esforço inspiratório.

O manômetro utilizado para obtenção da medida de SPI_{max} comunica-se com um computador por meio de *software* específico, dispõe de um orifício de fuga de 2 mm e é conectado a um bocal. Os testes são realizados com o indivíduo na posição sentada, com encorajamento verbal e com um minuto de repouso entre eles. (ENRIGHT *et al.*, 2007; LAOUTARIS *et al.*, 2007; ENRIGHT; UNNITHAN; DAVIES, 2006; LAOUTARIS *et al.*, 2004; ENRIGHT *et al.*, 2004; IONESCU *et al.*, 1998; CHATHAM *et al.*, 1994). Para a seleção da melhor medida de SPI_{max}, a maioria dos estudos considera aquela com maior valor, dentre, pelo menos, três esforços (MICKLEBOROUGH *et al.*, 2010; LAOUTARIS *et al.*, 2008; ENRIGTH *et al.*, 2004).

Apesar dos testes de SPI_{max} sofrerem influência do sujeito e do examinador, o efeito aprendizado não foi considerado para selecionar a melhor medida nos estudos anteriores ao trabalho de Enright; Unnithan; Davies (2006). Em 2006, Enright; Unnithan; Davies estudaram o efeito aprendizado da SPI_{max} em 20 adultos com fibrose cística e 20 controles saudáveis, em duas visitas com intervalo de, no mínimo, 48 horas entre elas. Os resultados mostraram que se trata de uma medida confiável (CCI=0,99), reproduzível (CR=94%) e concordante pela análise visual da Bland-Altman (ENRIGHT; UNNITHAN; DAVIES, 2006).

A medida da SPI_{max} foi aplicada em estudos com diferentes populações. Primeiramente em pessoas com fibrose cística, com ICC, em atletas de natação e corrida, e em sujeitos saudáveis (ENRIGHT; UNNITHAN, 2011; MICKLEBOROUGH *et al.*, 2010; MICKLEBOROUGH *et al.*, 2008; LAOUTARIS *et al.*, 2008; ENRIGHT *et al.*, 2007; LAOUTARIS *et al.*, 2007; ENRIGHT; UNNITHAN; DAVIES, 2006; LAOUTARIS *et al.*, 2004; ENRIGHT *et al.*, 2004; IONESCU *et al.*, 1998; CHATHAM *et al.*, 1994). Os primeiros estudos utilizaram o teste de SPI_{max} como desfecho de caracteriza o de uma amostra de indivíduos com fibrose cística e saudáveis, (ENRIGHT *et al.*, 2007; IONESCU *et al.*, 1998; CHATHAM *et al.*, 1994). Os resultados mostraram que, apesar dos indivíduos com fibrose cística apresentarem a P_{max} relativamente preservada, a habilidade em manter o esforço, identificada pela SPI_{max}, foi marcadamente reduzida (CHATHAM *et al.*, 1994). Além disso, no estudo de Ionescu *et al.*, em 1998, a SPI_{max} apresentou valores menores nos casos de fibrose cística que evoluíram ao óbito ou que receberam transplante pulmonar.

Na mesma popula o, foram estudadas as rela es entre as variáveis da fun o muscular inspiratória e de composi o corporal, os resultados mostraram que, na vigência da fibrose cística, os indivíduos com menor  ndice de massa corpórea (IMC) apresentaram menores valores de P_{max} e SPI_{max}, sendo a P_{max} mais preservada (IONESCU *et al.*, 1998). A SPI_{max} apresentou associa o de moderada a alta com variáveis relativas   composi o corporal como massa magra ($\rho=0,7$; $p<0,001$), força de preensão palmar ($\rho=0,8$; $p<0,001$) e circunferência do braço ($\rho=0,6$; $p<0,05$). As variáveis massa magra relativa e volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁) contribuíram para a varia o da SPI_{max}, respectivamente em 39,4% e 2,7%, enquanto que para a P_{max} a contribui o foi de 26,6% e 0,1 % (IONESCU *et al.*, 1998).

Mais tarde, no estudo de Enright *et al.* (2007), foi confirmado pela absorcimetria de duplo feixe (DEXA), que a perda de massa magra em indivíduos com fibrose cística leva a redu o da fun o muscular inspiratória. Neste estudo foi confirmada também a fraca associa o das medidas de fun o muscular inspiratória com a espessura do diafragma (P_{max}: $r=0,35$; $p<0,05$ e SPI_{max}: $r=0,44$; $p<0,05$). Por fim, estes estudos

mostraram uma relação clara entre a composição corporal e o prejuízo da função muscular inspiratória em adultos com fibrose cística sugerindo que a SPI_{max} é afetada diretamente pela perda de massa magra (ENRIGHT *et al.*, 2007; IONESCU *et al.*, 1998; CHATHAM *et al.*, 1994).

O emprego da SPI_{max} para a prescrição e resposta ao TMI foi proposto nos últimos 10 anos em diferentes populações (ENRIGHT; UNNITHAN *et al.*, 2011; MICKLEBOROUGH *et al.*, 2010; MICKLEBOROUGH *et al.*, 2008; LAOUTARIS *et al.*, 2008; LAOUTARIS *et al.*, 2007; ENRIGHT *et al.*, 2006; LAOUTARIS *et al.*, 2004; ENRIGHT *et al.*, 2004). No QUADRO 1 estão descritos maiores detalhes de cada estudo. O TMI utilizando percentuais da SPI_{max} como carga foi realizado nestes estudos por meio de um equipamento específico (*RT2 trainer*) e respectivo *software*. O *RT2 training device* é um manômetro de pressão com um orifício de 2 mm, que fornece resistência ao fluxo de ar, comunica-se com um *software* que contém um protocolo de treinamento de *endurance*. O protocolo de TMI exige que o indivíduo realize um esforço contra a resistência, até falência, sendo o percentual da SPI_{max} utilizado para determinar a sobrecarga (MICKLEBOROUGH *et al.*, 2008).

Os autores consideram como vantagens do uso da SPI_{max} como medida de função muscular inspiratória o fato de ser um teste capaz de refletir em um único esforço inspiratório a máxima capacidade de trabalho (IONESCU *et al.*, 1998). Além de ser uma medida confiável, bem tolerada e fácil de aplicar na rotina clínica, é uma alternativa para tornar as medidas de *endurance* mais aplicáveis clinicamente (ENRIGHT *et al.*, 2006; LAOUTARIS *et al.*, 2004; CHATHAM *et al.*, 1994).

A SPI_{max} é menos difundida, em comparação com as PRM, e recentemente tem sido estudada, por alguns grupos de pesquisadores, em indivíduos saudáveis e atletas, sendo nestes últimos um campo promissor. Maiores informações em relação às propriedades de medida e aos critérios técnico-normativos ainda são necessários, e podem contribuir para a seu emprego na prática clínica.

QUADRO 1: Características dos estudos que empregaram treinamento muscular inspiratório e avaliaram a SPI_{max} como desfecho

Autor, ano	Estudo	População	Características do TMI	Principais resultados*
Enright 2004	Pre/pós	FCist n=29	8 s GT: 80% e 20% da SPI _{max} GC: sem intervenção	GT 80%: ↑ SPI _{max} e P _I _{max} ↑ CVF e CPT ↓ escores de ansiedade e depressão
Laoutaris 2004	ECA	ICC n=35	12s – 3 x/sem GT: 30% GC: 15%	GT 20%: ↑ SPI _{max} e P _I _{max} GT 30%: ↑ SPI _{max} ^a e P _I _{max} ↑ VO ₂ pico ↑ DTC6
Enright 2006	Pre/pós	Saudáveis n=20	8 s GT: 80% GC: sem intervenção	GT: 80%: ↑ 36% SPI _{max} ↑ 41% P _I _{max} ↑ 12% espessura do diafragma ↑ 23% tempo de exercício
Laoutaris 2007	ECA	ICC n=38	12s – 3 x/sem GT: 30% GC: 15%	GT 30%: ↑ SPI _{max} ^a e P _I _{max} ↑ CVF ↑ VO ₂ pico ↑ DTC6 ↓ Borg
Laoutaris 2008	ECA	ICC n=23	12s– 3 x/sem GT: 30% GC: 15%	GC 15%: ↑ P _I _{max} GT 30%: ↑ SPI _{max} ^a e ↑ P _I _{max} ↑ VO ₂ pico ↓ Borg
Mickleborough 2008	Pre/pós	Nadadores n=30	12 s GT: 80% + treino habitual TMI GT: 30% + treino habitual TMI GC: treino habitual	GC 15%: ↑ P _I _{max} Não houve diferença entre os GT, mudanças atribuídas ao treino de natação
Mickleborough 2010	Pre/pós	Corredores recreacionais	12 s GT: 80% + treino habitual TMI	GT 80%: ↑ P _I _{max} e SPI _{max} ↑ T _{lim}

Enright 2011	ECA	n=24	GT: 30% + treino habitual TMI	
		Saudáveis	GC: treino habitual	
		n=40	8s, supervisionado	GT 80%: ↑ P _I max e S _P I _{max}
			GT: 40%, 60% e 80%	↑ T _{lim}
			GC: sem intervenção	GT 60%: ↑ P _I max e S _P I _{max}
				↑ T _{lim}
				GT 40%: ↑ P _I max e S _P I _{max}

Legenda: Borg: escala de dispneia, CPT: capacidade pulmonar total, CVF: capacidade vital forçada, DTC6: distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos, ECA: ensaio clínico aleatorizado, FCist: fibrose cística, ICC: insuficiência cardíaca crônica, GC: grupo controle, GT: grupo treinamento, P_Imax: pressão inspiratória máxima, n: número amostral, s: semanas, S_PI_{max}: pressão inspiratória máxima sustentada, T_{lim}: tempo até a fadiga em testes de esforço, VO₂ pico: consumo de oxigênio pico, ↑: aumento, ↓: diminuição. *Significância estatística, ^aMetanálise da S_PI_{max}: média da diferença 144,74 cmH₂O•10³/s; (IC95%: 91,51-197,97; p<0,00001) (MONTEMEZZO *et al.*, 2014).

1.1.3 *Endurance* muscular inspiratória

Endurance é a habilidade de um músculo, ou um grupo muscular, de sustentar determinada tarefa ao longo do tempo, relacionada a resistência à fadiga. A ampla variedade de procedimentos para mensurar a *endurance* dos músculos respiratórios difere no tipo de tarefa executada, sendo que cada teste específico pode gerar uma curva da intensidade da tarefa *versus* o tempo, caracterizada por diferentes padrões de recrutamento motor e de sinergismo muscular. A tarefa é mantida até o ponto de incapacidade, sendo definida como falência. Sob esse conceito, em altos níveis de intensidade são realizadas poucas repetições de uma tarefa, ao contrário, com a diminuição da carga, a tarefa pode ser sustentada por um tempo maior. Outras estimativas de *endurance* são incrementos na intensidade da tarefa por um período de tempo até identificar o pico, ou seja, a máxima sobrecarga mantida (CLANTON; CALVERLY; CELLI, 2002).

Atualmente há uma variedade de procedimentos descritos para avaliar a *endurance* muscular inspiratória, porém seu empregado na prática clínica ainda é incipiente. Conforme as diretrizes das sociedades científicas *American Thoracic Society* e da *European Respiratory Society* (ATS/ERS) publicadas em 2002, os principais procedimentos para este fim são as medidas de atividade muscular respiratória, os testes ventilatórios, os testes de carga externa e aqueles específicos para o diafragma (STURDY *et al.*, 2004; CLANTON; CALVERLY; CELLI, 2002).

Dentre os testes de cargas externas, a sobrecarga pode ser (1) resistiva, na qual a pressão requerida depende do fluxo, (resistência é fluxo-dependente) sendo que uma adequada intensidade de carga é alcançada se uma pressão alvo for atingida; (2) elástica onde a pressão depende do volume corrente; (3) linear, na qual determinada pressão é requerida para a abertura da válvula inspiratória, independente do fluxo e volume, ou seja, ao alcançar a pressão crítica a válvula do sistema se abre; ou (4) fluxo constante. A técnica mais empregada é a linear, cuja carga pode ser constante

ou incremental (CLANTON; CALVERLY; CELLI, 2002; GOSSELINK; WAGENAAR; DECRAMER, 1996).

De acordo com HILL *et al.*, (2007), ambos os testes de resistência externa, incremental ou de carga constante, são empregados na literatura para avaliar a *endurance* muscular inspiratória, tendo como desfechos a máxima carga pressórica sustentada ou o tempo até a exaustão, respectivamente. Desta forma, para conduzi-los é necessário que o indivíduo realize um conjunto de tarefas contra uma determinada carga, considerando a especificidade da tarefa, ou seja, o tipo de sobrecarga imposta será determinante das adaptações nos sistemas metabólico e fisiológico (HILL *et al.*, 2007; CLANTON; CALVERLY; CELLI, 2002). Uma vantagem destes tipos de teste de *endurance* é a facilidade de controlar as variáveis relevantes, principalmente a carga sustentada (protocolo de carga incremental) e o tempo gasto para a execução (protocolo de carga constante) (STURDY *et al.*, 2004; CLANTON; CALVERLY; CELLI, 2002).

Recentemente tem sido estudado um dispositivo cuja sobrecarga é fornecida por uma válvula controlada eletronicamente, que fornece variáveis representativas da magnitude da tarefa submetida aos músculos inspiratórios, como trabalho externo e potência (LANGER *et al.*, 2013). Este equipamento (PowerBreathe® KH1, HaB International Ltd, UK) foi validado por um equipamento padrão ouro em um estudo com 35 indivíduos com DPOC que realizaram um teste de *endurance* com uma carga representativa de $55 \pm 13\%$ de sua PI_{max} . Os resultados mostraram forte concordância pela análise de Bland-Altman e pelo teste t para as seguintes variáveis: trabalho inspiratório externo total (189 ± 190 vs 169 ± 167 J; $p=0,65$), potência média por respiração ($2,23 \pm 1,21$ vs $2,25 \pm 1,26$ watt; $p=0,93$), duração média do tempo inspiratório como fração do tempo total do ciclo respiratório ($Ti/T_{tot} = 29,1 \pm 9,4$ vs $27,4 \pm 9,4\%$; $p=0,48$) e pressão inspiratória média ($18,5 \pm 6,3$ vs $19,3 \pm 6,8$ cmH₂O; $p=0,61$).

De acordo com Langer, em comunicação pessoal, o equipamento aplica uma resistência fornecida por uma válvula controlada eletronicamente e ajustada dinamicamente (do inglês, *tapered flow resistive loading – TFRL*), sendo uma nova abordagem desenvolvida para superar as limitações das técnicas e equipamentos disponíveis atualmente. “Esta válvula realiza ajustes em tempo real para acomodar as mudanças de fluxo respiratório e manter a mesma intensidade relativa (percentual da P_Imax) no espectro da capacidade vital”.

Este equipamento está sendo empregado em estudos para avaliar a *endurance* muscular inspiratória. CHARUSUSIN *et al.*, publicaram em meados de 2013 o protocolo de um ensaio clínico aleatorizado multicêntrico (*IMTCO study*), com o objetivo de avaliar os efeitos da inclusão do TMI a um programa de exercício global em indivíduos com DPOC e fraqueza muscular inspiratória. Os resultados deste ensaio clínico ainda não estão disponíveis.

Apesar das condições de força e *endurance* muscular inspiratória apresentarem-se estreitamente relacionadas em algumas condições, os testes de *endurance* podem ter maior relevância funcional principalmente porque a demanda destes músculos é submáxima (HILL *et al.*, 2007). Neste sentido, novos testes clínicos são frequentemente propostos para avaliar a *endurance* muscular inspiratória na tentativa de encontrar medidas mais acuradas e aplicáveis clinicamente (HART *et al.*, 2002). Futuras investigações podem contribuir para estes propósitos.

1.2 Testes de avaliação da capacidade funcional

De acordo com o *American College of Sports Medicine (ACSM)*, a capacidade funcional é definida como a habilidade para realizar as atividades diárias com vigor e cuidado, sem fadiga excessiva e com energia suficiente para desfrutar de lazer e para atender a situações imprevistas. Pode ser operacionalizada por um conjunto de atributos que incluem capacidade cardiorrespiratória, força e resistência muscular,

composição corporal, flexibilidade, equilíbrio, agilidade, tempo de reação e potência (GARBER *et al.*, 2011).

Neste contexto, a aplicação de testes para avaliar a capacidade funcional na área da reabilitação possibilita identificar a capacidade de exercício do indivíduo (capacidade exercício pico, capacidade funcional de exercício ou *endurance*), os fatores limitantes da performance de exercício (dispneia, fadiga subjetiva, limitações músculo esqueléticas) e as eventuais respostas às intervenções (ATS/ACCP, 2003). O emprego desses testes fornece uma avaliação padronizada, indicando diferentes parâmetros objetivos, sendo que a escolha do teste adequado para cada situação dependerá das informações que se deseja obter e dos recursos disponíveis (SINGH *et al.*, 2014; ATS, 2002).

Vários testes têm sido propostos na literatura, sendo o teste de caminhada de seis minutos, o *incremental* e o *endurance shuttle walk tests* os mais empregados nas condições de saúde cardiorrespiratórias crônicas, cujo crescimento da literatura e base de evidências são notáveis (SINGH *et al.*, 2014; HOLLAND *et al.*, 2014). Estes testes têm a caminhada como atividade comum e predominante, o que permite denominá-los como testes de caminhada de campo (*field walking tests*), diferente do TGlître que caracteriza-se como um teste de múltiplas tarefas (Janaudis-Ferreira *et al.*, 2014). Considerados como instrumentos de avaliação da capacidade funcional, estes testes, *i.e.*, ISWT e TGlître, serão denominados testes funcionais.

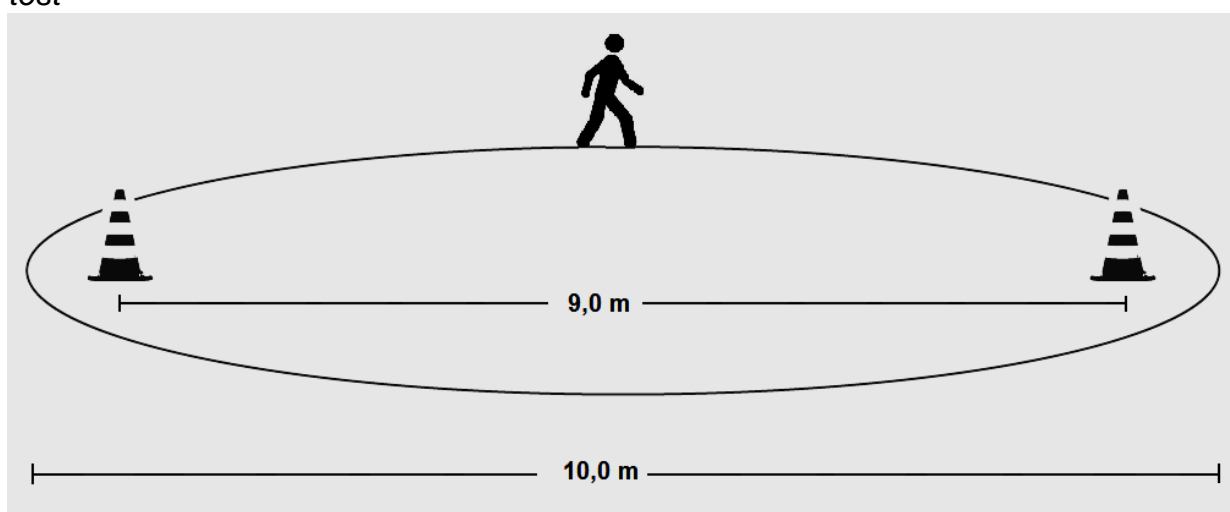
1.2.1 Incremental Shuttle Walk test

O *Incremental Shuttle Walk test* (ISWT), também conhecido como Teste Incremental de Marcha Controlada (PEREIRA; MONTEMEZZO; in BRITTO; BRANT; PARREIRA, 2014) ou Teste de deslocamento bidirecional progressivo (CUNHA-FILHO *et al.*, 2007) foi desenvolvido por Singh *et al.*, em 1992, baseado no *Shuttle Run Test*, para avaliar a capacidade funcional de indivíduos com DPOC. Os autores criaram o ISWT

motivados pela importância da avaliação e do gerenciamento da incapacidade física nesta população, e pela dificuldade em padronizar os protocolos de testes de caminhada disponíveis na época, os quais forneciam um número limitado de informações clínicas e eram dependentes da motivação do indivíduo. Inicialmente o ISWT apresentava 10 estágios porém, após os primeiros resultados, foi desenvolvido o protocolo atual que consiste em 12 estágios, com duração de um minuto cada (SINGH *et al.*, 1992)

O ISWT é um teste de exercício incremental, com velocidade regulada por ritmo externo de sinais sonoros, com duração máxima de 20 minutos e distância máxima percorrida de 1020 metros. Trata-se de um teste simples, pouco dispendioso e padronizado, com a finalidade de avaliar a capacidade funcional, levando em consideração os sintomas limitantes do indivíduo (SINGH *et al.*, 2014; HOLLAND *et al.*, 2014). É realizado em um corredor plano de 10 metros, demarcado por dois cones, com distância de nove metros entre eles, sendo meio metro além de cada cone para evitar mudanças abruptas de direção. Para iniciar o teste o indivíduo posiciona-se em pé, ao lado de um dos cones, sendo orientado a percorrer em passo estável o percurso delimitado de 10 metros (FIGURA 1).

FIGURA 1: Representação esquemática de uma volta do *Incremental Shuttle Walk test*



Fonte: acervo da autora

O primeiro estágio, inicia-se com velocidade de 0,5 metros/segundo (m/s) e, a partir do segundo estágio, ocorre um incremento de velocidade de 0,17 m/s, equivalente a 10 metros/minuto (m/min). Um sinal sonoro de bipe triplo indica o início do teste e a mudança da velocidade de caminhada, relativo à mudança de nível, e um sinal sonoro de bipe simples indica a mudança de direção, ou seja, o momento em que o indivíduo deverá estar próximo, ou ao lado do cone, e retornar. O ISWT é realizado até a presença de um sintoma limitante, geralmente relacionado a condição basal de saúde, fadiga, incapacidade de manter o ritmo de deslocamento, valores de frequência cardíaca (FC) superiores a 85% da FC máxima prevista ou queda da saturação periférica de oxigênio (SpO₂) (CUNHA-FILHO *et al.*, 2007; SINGH *et al.*, 1992). Os autores recomendam que, para melhor compreensão da dinâmica do teste, no primeiro estágio o examinador poderá deslocar-se ao lado do indivíduo, ou nos casos em que a oxigenoterapia seja necessária (HOLLAND *et al.* 2014; SINGH *et al.*, 1992).

O desfecho primário do teste é a distância percorrida, a qual é calculada pelo número de voltas completadas. Além disso, é possível obter a velocidade de caminhada, o tempo de teste, o nível e respectiva volta de finalização, conforme ilustra o QUADRO 2. A FC, SpO₂, ao final do teste e de cada nível, dispneia, fadiga, motivo pelo qual o teste foi encerrado e parâmetros clínicos específicos para cada condição de saúde também poderão ser registradas (HOLLAND *et al.*, 2014; MONTEIRO *et al.*, 2014).

Duas revisões sistemáticas recentes estudaram as propriedades psicométricas do ISWT, sendo considerado um teste válido e confiável para estimar a capacidade funcional de indivíduos com disfunções respiratórias crônicas. Dada sua natureza progressiva, em DPOC, o ISWT é uma medida válida de capacidade de exercício cardiopulmonar, uma vez que a distância percorrida tem de moderada a forte correlação com o VO₂ pico e o pico de trabalho desenvolvido no teste de esforço cardiopulmonar (TECP). A avaliação minuto a minuto do VO₂ mostrou comportamento linear, sugerindo respostas cardiopulmonares similares entre os dois testes (SINGH *et al.*, 2014).

QUADRO 2: Protocolo do *Incremental Shuttle Walking Test*

Nível	Velocidade		Número de voltas		Tempo/volta (s)	Distância (m)
	(m/s)	(km/h)	Nível	Total		
1	0,50	1,80	3	3	20	30
2	0,67	2,41	4	7	15	70
3	0,84	3,03	5	12	12	120
4	1,01	3,63	6	18	10	180
5	1,18	4,25	7	25	8,57	250
6	1,35	4,86	8	33	7,50	330
7	1,52	5,47	9	42	6,67	420
8	1,69	6,08	10	52	6	520
9	1,86	6,69	11	63	5,46	630
10	2,03	7,31	12	75	5	750
11	2,20	7,92	13	88	4,62	880
12	2,37	8,53	14	102	4,29	1020

Legenda: km/h: quilômetros por hora, m: metros, m/s: metros por segundo, s: segundos

Fonte: Adaptada de SINGH *et al.*, 1992

A reprodutibilidade também foi avaliada em indivíduos com DPOC, porém os estudos não são conclusivos. Os autores recomendam que em uma primeira avaliação sejam realizados dois ISWT, considerando que há um efeito aprendido de 9 a 25 m (20 m efeito agrupado; n=640) e sugerem manter a mesma conduta em avaliações ao longo do tempo, com intervalo maior que oito semanas. Os resultados sobre fatores técnicos que possam afetar a capacidade de realizar o ISWT foram inconclusivos (HOLLAND *et al.*, 2014; SINGH *et al.*, 2014).

Nos indivíduos com DPOC, asma e fibrose cística, o ISWT mostrou-se responsivo a reabilitação pulmonar e ao uso de broncodilatador (PARREIRA *et al.*, 2014). Embora os resultados sobre a responsividade ainda necessitem ser aprofundados, 47,5 m (equivalente a cinco voltas) foi considerada uma diferença clinicamente significativa em resposta a reabilitação pulmonar, relativo a melhora nos parâmetros clínicos e na percepção de indivíduos com DPOC (HOLLAND *et al.*, 2014; SINGH *et al.*, 2008).

Nas doenças respiratórias crônicas os efeitos adversos não tem sido reportados, desta forma, é consenso que em caso de quedas de SpO₂ abaixo de 80% o teste deve ser descontinuado (SINGH *et al.*, 2014). Nos indivíduos com ICC, o traçado eletrocardiográfico foi monitorado durante a aplicação do ISWT, o qual foi considerado seguro e com baixo índice de complicações (PULZ *et al.*, 2008). Ainda nesta população, uma distância percorrida acima de 450 m foi considerada preditiva de bom prognóstico para indivíduos com VO₂ máximo acima de 14 mL•kg⁻¹•min⁻¹ (LEWIS *et al.*, 2001).

Em doenças respiratórias crônicas (DPOC e câncer de pulmão) a distância desenvolvida no ISWT apresentou de fraca a moderada associação com variáveis demográficas e de função pulmonar ($r=0,29-0,38$), função inspiratória (*sniff test*: $r=0,42$), força periférica (quadríceps: $r=0,39-0,47$) e nível de atividade física ($r=0,17-0,58$) (SINGH *et al.*, 2014).

Atualmente, para contribuir com a interpretação dos resultados obtidos no ISWT, estão disponíveis equações de referência para a distância percorrida no teste, destinadas para diferentes populações (HARRISON *et al.*, 2013; DOURADO *et al.*, 2013; PROBST *et al.*, 2012; JÜRGENSEN *et al.*; 2011; DOURADO *et al.*, 2011). De acordo com as equações específicas para a população brasileira, variáveis como idade, sexo, peso, altura e IMC podem explicar de 50% a 71% a variabilidade da distância desenvolvida no teste (DOURADO *et al.*, 2013; PROBST *et al.*, 2012; DOURADO *et al.*, 2011; JÜRGENSEN *et al.*; 2011). Em relação a essas equações, algumas particularidades são importantes de serem consideradas. Dourado *et al.*, em 2011 e 2013, disponibilizaram diferentes modelos de equação de predição contendo variáveis de composição e função corporal, entretanto, a inclusão de novas variáveis em conjunto com os atributos demográficos e antropométricos não aumentou consideravelmente os valores do coeficiente de determinação (R²). Em seu estudo publicado em 2013, Dourado *et al.* disponibilizaram também equações de predição para respostas fisiológicas e velocidade máxima de caminhada, cujo R² variou de 0,4 a 0,65. Em ambos os estudos, o número de níveis do ISWT foi

estendido para 15, ao invés dos 12 níveis propostos. Na equação de Jürgensen *et al.* (2011), foram incluídos participantes fumantes, com IMC menor que 40 kg/m² e com hipertensão arterial sistêmica controlada. E, no estudo de Probst *et al.* (2012), foi permitido aos participantes caminhar ou correr, conforme a velocidade determinada pelos sinais sonoros. O QUADRO 3 apresenta as equações de referência para brasileiros. Neste contexto, a validade externa dos resultados cujos métodos diferem deve ser aplicada com cautela.

QUADRO 3: Equações de referência disponíveis para a população brasileira

Autor	Amostra	Equação
Dourado <i>et al.</i> , 2013	n = 103 ≥ 40 anos	$D_SWT = 347,7 - (7,2 \bullet idade) - (3 \bullet peso) + (472,3 \bullet altura) + (137,2 \bullet sexo^{\#})$ EPE: 97,8 m, R ² : 0,65
Probst <i>et al.</i> , 2012	n=242 18-83 anos	$D_SWT = 1449,701 - (11,735 \bullet idade) + (241,897 \bullet sexo^{\#}) - (5,686 \bullet IMC)$ R ² : 0,71
Jürgensen <i>et al.</i> , 2011	n= 131 40-84 anos	$D_SWT = 374,004 - (6,782 \bullet idade) - (2,328 \bullet peso) + (3,865 \bullet altura) + (115,937 \bullet sexo^{\#})$ EPE: 114,732 m, R ² :0,503
Dourado <i>et al.</i> , 2011	n= 98 >40 anos	$D_SWT = 34,608 - (4,384 \bullet idade) - (2,949 \bullet peso) + (553,336 \bullet altura) + (114,387 \bullet sexo^{\#})$ EPE: 79,4 m, R ² : 0,649

cm: centímetros, D_SWT: distância prevista, EPE: erro padrão da estimativa, IMC: índice de massa corpórea, m: metros, n: número amostral, R²: coeficiente de determinação. [#]Atribuir 0 para o sexo feminino, 1 para sexo masculino, altura (m), idade (anos), peso (kg).

Fonte: acervo da autora

O ISWT tem sido investigado em indivíduos saudáveis com diversos propósitos (NEVES *et al.*, 2015; SEIXAS *et al.*, 2013; DOURADO; GUERRA, 2013; SPAGNUOLO *et al.*, 2010). Neves *et al.* (2015), compararam o VO₂ pico, FC e razão de troca respiratória (R) obtidas pelo TECP e pelo ISWT em homens sedentários. Os resultados mostraram que o ISWT produz respostas cardiorrespiratórias máximas

comparáveis ao TECP (VO_2 pico, FC e R $p > 0,05$) e forte associação entre o VO_2 pico ($r = 0,704$; $p < 0,01$) e R ($r = 0,737$; $p < 0,01$).

O comportamento da SpO_2 antes e após o ISWT foi estudado por Seixas *et al.* (2013) em indivíduos saudáveis. Os resultados mostraram que a SpO_2 aumentou em 11 indivíduos e diminuiu em 18. Os grupos eram semelhantes quanto as variáveis demográficas, antropométricas, de função pulmonar, SpO_2 prévia ao teste, distância percorrida e FC, ou percentual da FC, atingida no teste, sendo que a única diferença entre eles foi o IMC ($23,71 \pm 3,14$ vs $26,59 \pm 3,85 \text{ kg/m}^2$; $p = 0,01$).

A validade do ISWT para avaliação do equilíbrio foi comparada a velocidade de marcha confortável, escala de Berg e tempo gasto no teste *timed up and go* (TUG) em adultos saudáveis. Os resultados mostraram moderada associação entre os testes: ISWT vs TUG ($r = -0,65$; $p < 0,05$), ISWT vs Berg ($r = 0,61$; $p < 0,05$) e ISWT vs velocidade de marcha ($r = 0,68$; $p < 0,05$). Além disso, em dois modelos de regressão linear o TUG e a velocidade de marcha explicaram, respectivamente, 42,7% e 47% da variabilidade do ISWT. Os autores sugerem o uso simultâneo do ISWT como uma ferramenta de avaliação da capacidade aeróbia e do equilíbrio em adultos saudáveis (SPAGNUOLO *et al.*, 2010).

Em 2014, as sociedades científicas, ERS e ATS, publicaram uma norma técnica sobre os testes de caminhada de campo nas disfunções respiratória crônicas, incluindo o ISWT. Maiores detalhes sobre a aplicação do ISWT, encontram-se no QUADRO 4.

QUADRO 4: Equipamentos e procedimentos para aplicação do *Incremental Shuttle Walk Test*

Equipamentos necessários:

Cadeira; escala validada de dispneia e fadiga; esfigmomanômetro; oxímetro de pulso; cronômetro; cones; demarcações ao longo do corredor; acesso a telefone, em caso de emergência; oxigênio suplementar portátil; plano de emergência; caneta e papel.

Local de realização:

Corredor silencioso, ginásio de fisioterapia ou sala apropriada com temperatura adequada e rápido acesso dos serviços de emergência, se necessário.

Equipe:

Treinada, experiente com testes de campo e certificada com suporte básico de vida. A presença do médico não é obrigatória, somente em casos específicos.

Preparação do indivíduo:

Roupas confortáveis, calçados apropriados, medicação usual, sem realizar exercícios vigorosos 2 horas antes do teste. Respeitar 15 minutos de repouso antes de iniciar o teste. Testes de função respiratória, se necessário, devem ser realizados antes dos testes de caminhada de campo. Testes subsequentes, em dias diferentes, devem ser realizados no mesmo horário, não sendo permitido testes mais curtos como treinamento ou *warm-up*. Ao realizar dois ISWT no mesmo dia, respeitar, pelo menos, 30 minutos de repouso e certificar-se que a FC e a SpO₂ retornaram aos valores basais.

Registros antes e/ou após:

Checar contra indicações absolutas e relativas. Avaliar SpO₂, FC, PA, sensação de dispneia e fadiga. A FC e SpO₂ devem ser monitoradas durante todo o teste. Registrar a distância percorrida, incluindo os últimos 10 metros completados, a limitação ou motivo pelos quais o teste foi finalizado. Usar formulário recomendado.

Motivos para finalizar o teste:

SpO₂ < 80%, dor torácica, dispneia intolerável, câimbras, palidez. Se o teste for finalizado por um desses motivos recomenda-se manter o indivíduo sentado ou deitado em posição supino, avaliar os dados vitais, administrar oxigênio suplementar, se apropriado e solicitar avaliação médica. Se o indivíduo indicar que é incapaz de continuar ou o examinador observar que, ao som do bipe, encontra-se mais do que 0,5 metros distante do cone, pela segunda vez consecutiva.

Realização do teste:

Imediatamente antes do teste, fornecer instruções padronizadas e o áudio próprio do ISWT. O examinador deverá observar o indivíduo na realização do teste e realizar os registros. Durante o teste, nenhum estímulo verbal será fornecido, exceto "Você precisa aumentar sua velocidade para continuar no teste".

Legenda: FC: frequência cardíaca, PA: pressão arterial, SpO₂: saturação periférica de oxigênio
Fonte: modificado de HOLLAND *et al.*, 2014 e SINGH *et al.*, 2014

Publicado pela primeira vez há mais de 20 anos, o ISWT tem um crescente corpo de evidências científicas, e vem sendo muito utilizado na prática clínica e em pesquisas. É um teste empregado com frequência em indivíduos com condições respiratórias crônicas para avaliar a capacidade funcional, capacidade de exercício, intolerância ao esforço, e eventuais respostas às intervenções. Atualmente, vem aumentando seu uso em outras condições de saúde, como as cardiovasculares, cirúrgicas, oncológicas, obesidade, e também em indivíduos saudáveis de diferentes faixas etárias, incluindo crianças e idosos, o que poderá contribuir para novas evidências (OLIVER *et al.*, 2015; PARREIRA *et al.*, 2014; MONTEIRO *et al.*, 2014; TSOPANOGLU *et al.*, 2013).

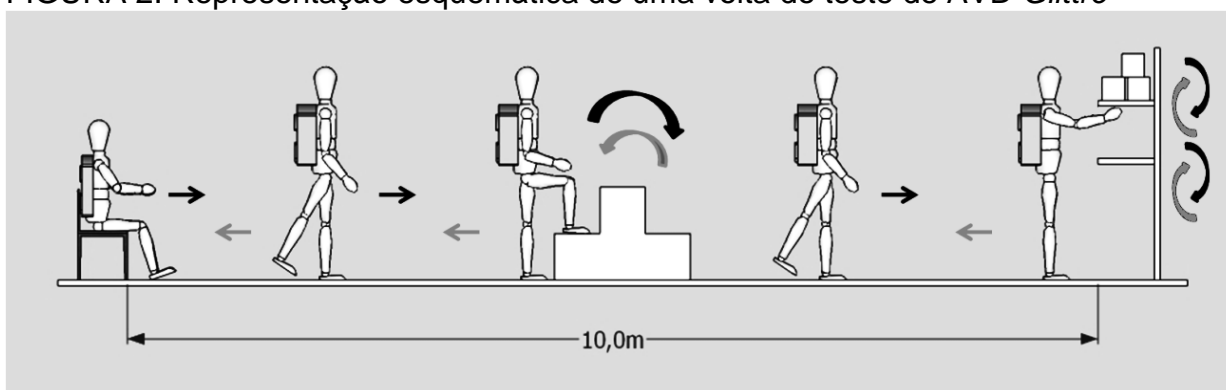
1.2.2 Teste de AVD *Glittre*

O teste de AVD *Glittre* (T*Glittre*) foi idealizado por SKUMLIEN *et al.* (2006), com base nos conceitos de *status* de saúde da CIF, o qual é definido como o impacto das condições de saúde nas habilidades de um indivíduo realizar suas AVD. Compreende dois componentes, a saber: a qualidade de vida relacionada a saúde, que reflete de que modo a condição de saúde afeta o bem estar e as atividades do dia a dia do indivíduo; e a capacidade funcional que representa a capacidade do indivíduo de realizar suas AVD. Neste contexto, os autores defendem que a avaliação dos dois componentes garante um olhar mais completo do fenômeno da saúde de um indivíduo. Para isso, propõem o uso de questionários como uma opção para avaliar o impacto da condição de saúde; e a observação dos indivíduos no seu ambiente real para avaliar a capacidade de desenvolver as atividades cotidianas. Considerando que a observação das tarefas cotidianas em ambiente real torna-se inviável, foi proposto como um teste integrativo, com atividades padronizadas e representativas das AVD para avaliar a capacidade funcional de indivíduos com DPOC (SKUMLIEN *et al.*, 2006).

Sucintamente, o teste consiste em realizar o percurso em um corredor de 10 m, delimitado por uma cadeira e uma estante com duas prateleiras contendo três

objetos com um quilograma (kg) cada. O teste inicia com o indivíduo na posição sentada que, então, adota a postura de pé e caminha em direção a estante, passando por uma escada interposta. Defronte a estante, desloca individualmente cada objeto de um kg da prateleira superior para a inferior, e desta para o chão, retornando os objetos do chão para a prateleira inferior e, por fim, para a posição inicial. Neste momento, o retorno do percurso é realizado completando uma volta ao sentar-se na cadeira. O teste é finalizado ao completar cinco voltas, sendo registrado o tempo dispendido para realizá-lo (FIGURA 2). Durante o teste os indivíduos carregam uma mochila nas costas com carga pré determinada (2,5 kg para mulheres e 5 kg para homens) e são permitidas pausas para descanso, apesar de receberem a orientação de completar o teste o mais rápido possível (SKUMLIEN *et al.*, 2006). O TGlittre é considerado de fácil e rápida administração (menos de 20 minutos) (DECHMAN; SHERER, 2008).

FIGURA 2: Representação esquemática de uma volta do teste de AVD *Glittre*



Legenda: setas pretas indicam a ida e as setas cinzas o retorno de cada volta.

Fonte: acervo do Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare-EFFTO/UFMG)

As atividades do teste foram selecionadas por serem comuns no dia a dia e capazes de causar desconforto aos indivíduos com DPOC, conforme os questionários *London Chest Activity of Daily Living Scale (LCADL)* e *Pulmonary Function Status and Dyspnea Questionnaire*, versão modificada (PFSDQ-M). Os pesos e movimento verticais foram escolhidos por assemelhar-se às AVD que têm movimentos repetidos com cargas mais leves e exigem equilíbrio e coordenação, consideradas manifestações não respiratórias desta condição de saúde (ROIG *et al.*, 2009;

DECHMAN; SHERER, 2008). Os movimentos com os MMSS mimetizam atividades que recrutam a musculatura acessória, não respiratória, influenciando na capacidade ventilatória. Desta forma, as AVD podem ser restritas devido a hiperinsuflação e a diminuição da capacidade inspiratória pelo uso dos músculos acessórios da respiração (VELLOSO *et al.*, 2003). E, por fim, o uso da mochila com peso específico de acordo com o sexo foi incluído para simular o uso de uma unidade de oxigênio suplementar (2,5 kg), comum nos DPOC que necessitam da oxigenoterapia. De acordo com Dechman; Sherer (2008), a carga ideal da mochila ainda requer estudos, pois a padronização do peso foi uma tentativa de normalizar a diferença de massa muscular entre homens e mulheres.

A maior parte dos estudos com TGlittre foi realizada em indivíduos com DPOC (TUFFANNIN *et al.*, 2014; KARLOH *et al.*, 2014; CORRÊA, *et al.*, 2011; SKUMLIEN *et al.*, 2008; SKUMLIEN *et al.*, 2006). Inicialmente, algumas propriedades psicométricas foram estudadas. A validade do teste para avaliação da capacidade funcional de indivíduos com DPOC moderada a grave (*Global Initiative on Obstructive Lung Disease - GOLD*), foi avaliada por meio da associação entre o tempo para realizar o TGlittre e a distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos (TC6) ($\rho = -0,82$; $p < 0,01$). A confiabilidade teste-reteste foi considerada adequada ($\rho = 0,93$; $p < 0,001$), uma vez que o tempo de execução foi 7% menor no segundo teste, correspondente a 0,37 minutos. A responsividade foi mostrada pelo menor tempo de execução do teste após quatro semanas de reabilitação pulmonar (diminuição de 0,89 minutos; $p = 0,01$) (SKUMLIEN *et al.*, 2006).

Em relação a capacidade para desenvolver o teste, o tempo médio para os indivíduos com DPOC cumprirem o TGlittre variou entre os estudos de 4,0 (IC95%: 3,0-5,4) a 5,26 (IC95%: 3,2-11,3) minutos (TUFANIN *et al.*, 2014; KARLOH *et al.*, 2014; CORRÊA, *et al.*, 2011; SKUMLIEN *et al.*, 2008; SKUMLIEN *et al.*, 2006). Quando comparados a um grupo controle, os indivíduos com DPOC dispõem maior tempo para realizá-lo ($5,26 \pm 2,9$ minutos vs $3,3 \pm 0,3$ minutos; $p < 0,05$), o que equivale a 60% a mais em relação ao tempo dos indivíduos saudáveis. Adicionalmente, nestes grupos, foi observado que a variação da FC (Δ : $31,6 \pm 12,4$

bpm vs Δ : $39,2 \pm 15,4$ bpm; $p=0,24$) e da SpO_2 (Δ : $-8,4 \pm 8,1$ vs Δ : $-3,2 \pm 1,8$; $p=0,06$) foram similares, embora a variação do escore de dispnéia apresentou-se significativamente maior que no grupo com DPOC (Δ : $3,7 \pm 2,6$ vs Δ : $1,8 \pm 0,9$; $p=0,04$) (CORRÊA, *et al.*, 2011). O tempo gasto no TGlittre foi negativamente associado a distância percorrida no TC6 ($r= -0,87$; $p<0,01$) (KARLOH *et al.*, 2014), confirmando os resultados de Skumlien *et al.* (2006).

Outras associações foram testadas em indivíduos com DPOC, as quais apresentaram de fraca a moderada correlação: idade ($r=0,66$; $p=0,03$), IMC ($\rho=-0,57$; $p<0,01$), função pulmonar (VEF_1 (%previsto): $\rho=-0,61$; $p<0,01$ e CVF (%previsto): $\rho=-0,44$; $p<0,01$), taxa de internação hospitalar ($\rho=0,35$; $p<0,01$) e qualidade de vida (QV) relacionada à saúde [dispnéia para realizar a maioria das AVD (PFSDQ₆): $\rho=0,35$; $p<0,01$] e domínio atividade do LCADL ($r=0,67$; $p=0,03$) (CORRÊA, *et al.*, 2011; DECHMAN; SHERER, 2008; SKUMLIEN *et al.*, 2006).

Recentemente, dois estudos avaliaram as respostas fisiológicas, incluindo análise de gases expirados, induzidas pelo TGlittre em indivíduos com DPOC. Karloh *et al.*, compararam com as respostas induzidas pelo TC6 e observaram uma correlação de alta magnitude entre o VO_2 dos dois testes ($\rho= 0,87$; $p<0,05$). Embora em ambos os testes as variáveis de repouso e a diferença entre repouso e final do teste foram similares, o VO_2 e o R foram significativamente maiores ao final do TGlittre (VO_2 : $18,1 \pm 3,3$ vs $17 \pm 3,86$ mL•kg⁻¹•min⁻¹; $p=0,04$ e R: $0,82 \pm 0,07$ vs $0,78 \pm 0,07$; $p=0,01$). No estudo de Tufanin *et al.* foi observada alta confiabilidade teste reteste nas variáveis fisiológicas induzidas e no tempo de realização do teste. Além disso, os resultados mostraram que os valores de VO_2 máximo, VE pico e FC pico ao final do TGlittre foram, em torno, de 80% daqueles alcançados em um teste máximo na esteira. Apesar das diferenças metodológicas, em ambos os estudos os autores afirmam que as variáveis fisiológicas (TUFANIN *et al.*, 2014), e o VO_2 (KARLOH *et al.*, 2014), alcançaram estabilidade após a terceira volta do teste.

O emprego do TGlittre vem sendo proposto para indivíduos com disfunções cardiovasculares (VALADARES *et al.*, 2011). Valadares *et al.* (2011), aplicaram o teste em indivíduos com ICC, classes III e IV da *New York Heart Association* (NYHA), e observaram um tempo médio de $6,3 \pm 4,8$ minutos, o qual se associou-se negativamente com a distância percorrida no TC6 ($r = -0,90$; $p < 0,05$), com a fração de ejeção de ventrículo esquerdo (FEVE) ($r = -0,66$; $p < 0,05$) e com o domínio capacidade funcional do questionário de QV SF-36 ($r = -0,69$; $p < 0,05$). Nesta população, o tempo gasto e o escore total do LCADL apresentaram forte associação ($r = 0,88$; $p < 0,05$).

Para avaliação dos valores obtidos no TGlittre, até a presente data, apenas uma equação de predição está disponível como referência, inclusive de uma amostra da população brasileira (REIS, 2014). Alguns autores consideram que dois minutos seria o menor tempo gasto para indivíduos saudáveis cumprirem o teste sem infringir o protocolo (CORRÊA *et al.*, 2011; SKUMLIEN *et al.*, 2006).

Considerando que o TGlittre é um teste disponível há pouco mais que oito anos e que apresenta um corpo de literatura emergente, estima-se que, em breve, maiores informações estejam acessíveis aos clínicos e pesquisadores. A partir dos resultados dos estudos desta tese, pretende-se agregar informações e contribuir para aumentar a aplicabilidade clínica do TGlittre como ferramenta de avaliação da capacidade funcional.

1.3 Objetivo geral

- Avaliar a aplicabilidade do teste de pressão inspiratória máxima sustentada como procedimento de avaliação da função musculatura inspiratória, e do teste de atividade de vida diária *Glittre* em avaliar a capacidade funcional.

1.4 Objetivos específicos

- Avaliar a relação entre a área sob a curva de pressão-tempo obtida por meio do teste de pressão inspiratória máxima sustentada e o trabalho desenvolvido durante o teste de *endurance* da musculatura inspiratória com carga constante;

- Avaliar a percepção dos participantes em relação a execução dos testes de função muscular inspiratória, a saber: pressão inspiratória máxima sustentada e teste de *endurance* da musculatura inspiratória com carga constante;

- Caracterizar a demanda metabólica aeróbia e avaliar as respostas cardiovasculares e ventilatórias do teste de atividade de vida diária *Glittre*;

- Avaliar e comparar as respostas cardiovasculares, ventilatórias e metabólicas do *Incremental Shuttle Walk test* e do teste de atividade de vida diária *Glittre*.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Considerando que a presente tese é composta por diferentes estudos, nesta sessão as variáveis estudadas e os procedimentos estatísticos serão descritos separadamente para cada estudo.

2.1 Local de realização

Os estudos foram realizados no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional desta Universidade (LabCare – EEFFTO/UFMG).

2.2 Amostra

2.2.1 Participantes

Os participantes foram recrutados da comunidade em geral da cidade de Belo Horizonte-MG, caracterizando uma amostra não probabilística. Foram elegíveis indivíduos aparentemente saudáveis com idade entre 18 e 59 anos, conforme os critérios de inclusão e exclusão descritos a seguir.

2.2.2 Critérios de inclusão

- Apresentar IMC eutrófico ou sobrepeso (18,5-29,9 kg/m²) (WHO, 2014);
- Não ser fumante ativo (NEDER *et al.*, 1999);

- Apresentar parâmetros espirométricos dentro dos valores da normalidade (PEREIRA; SATO; RODRIGUES, 2007);
- Não ter apresentado febre, gripe e/ou resfriado nas duas semanas que antecederam aos testes (PARREIRA *et al.*, 2007);
- Não relatar história de doenças neuromusculares, osteomusculares, metabólicas, respiratórias e/ou cardíacas (DOURADO; VIDOTTO; GUERRA, 2011; PARREIRA *et al.*, 2007);
- Não fazer uso de medicamentos como corticóide oral, depressor do sistema nervoso central, barbitúrico e/ou relaxante muscular (PARREIRA *et al.*, 2007);
- Assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE - APÊNDICE B).

2.2.3 Critérios de exclusão

- Apresentar PA em repouso maior ou igual que 160/105 mmHg (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2010) e/ou SpO₂ menor que 90% (GOLDSTEIN *et al.*, 1989) e/ou FC maior que 120 bpm (ATS, 2002) antes da execução de todos os testes que compreendem o protocolo do estudo;
- Apresentar problemas ortopédico e/ou neurológico limitante à realização de deambulação (DOURADO; VIDOTTO; GUERRA, 2011);
- Apresentar incapacidade de compreender e/ou executar algum dos procedimentos que compõem o protocolo do estudo.

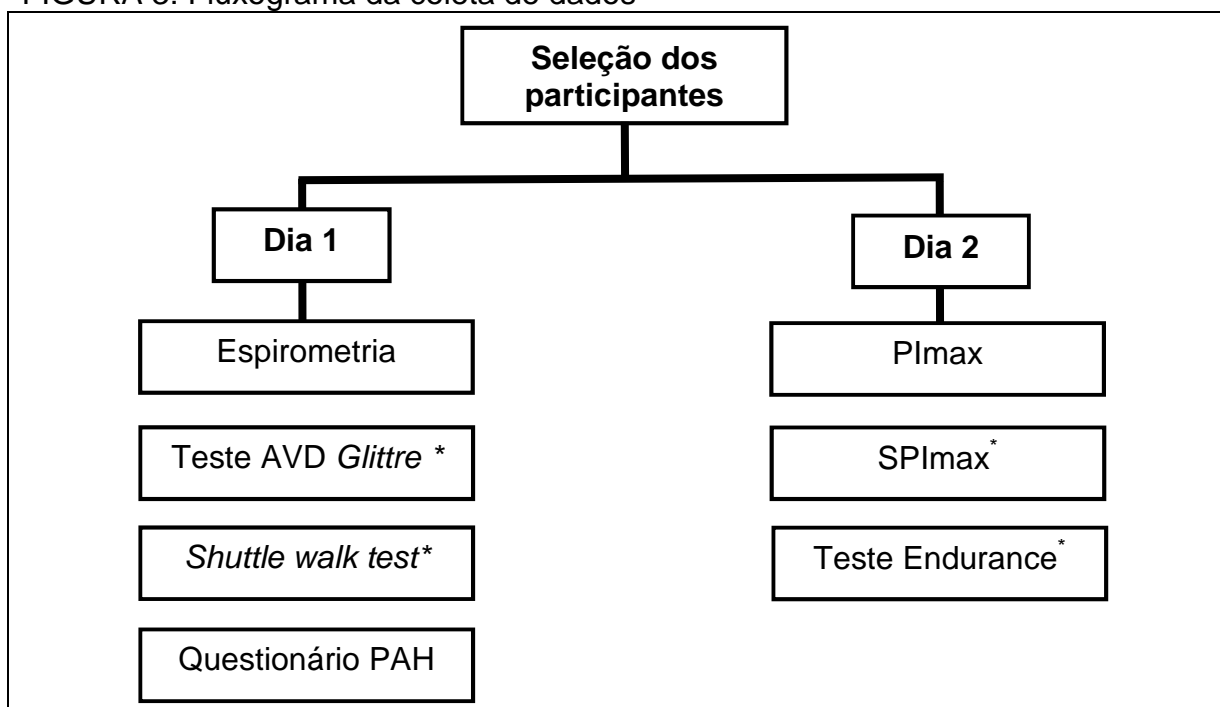
2.3 Aspectos éticos

O projeto foi registrado na Plataforma Brasil e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da instituição sob o protocolo número CAAE: 21864913.7.0000.5149 (ANEXO A). Os participantes do estudo foram informados e instruídos quanto aos procedimentos, sendo estes realizados após a leitura e assinatura do TCLE.

2.4 Procedimentos e coleta de dados

Os procedimentos de coleta de dados foram realizados em dois dias, com intervalo mínimo de 24 horas e, máximo, de 30 dias conforme ilustra o fluxograma abaixo (FIGURA 3). Em 33% dos participantes da amostra que mantiveram IMC, nível de atividade física e hábitos de vida inalterados, foi tolerado um tempo máximo de 90 dias. Todos os procedimentos de coleta de dados foram realizados por uma equipe previamente treinada, sendo mantido o mesmo examinador para execução de cada etapa.

FIGURA 3: Fluxograma da coleta de dados



Legenda: AVD: atividade de vida diária, PAH: perfil de atividade humana; Plmax: pressão inspiratória máxima; SPImax: pressão inspiratória máxima sustentada; (*): realizados no mesmo dia, em ordem aleatória

Acervo da autora

No primeiro dia, os participantes chegaram ao local de coleta de dados e permaneceram em repouso por 10 minutos sendo, então, informados sobre os objetivos e procedimentos do estudo. Após a leitura e assinatura do TCLE, foi realizada uma entrevista para obter informações referentes à idade, sexo, histórico

de saúde e hábitos de vida. Em seguida, foram registradas estatura e massa corporal (balança calibrada com estadiômetro acoplado - *Filizola*® Indústria Ltda, São Paulo-SP, Brasil) para cálculo do IMC e aferidos os dados vitais: PA (estetoscópio *Littman*®, *Classic II, Natick-MA, USA* e esfigmomanômetro *Tycos*®, *Welch Allyn Inc. Corporate Headquarters, New York-NY, USA*), frequência respiratória (FR) (cronômetro *Sport Timer*®, *Hong Kong, China*), FC e SpO₂ (oxímetro *Ohmeda TuffSat*®, *GE Healthcare, London, Natick-MA*) (APÊNDICE C). Após os procedimentos iniciais, foi realizada a prova de função pulmonar.

2.4.1 Prova de função pulmonar

A prova de função pulmonar foi realizada por meio de manobras de capacidade vital forçada (CVF), das quais o VEF₁ e a razão entre o VEF₁ e a CVF (VEF₁/CVF) foram derivados. A manobra de CVF é realizada para diagnosticar obstrução ao fluxo aéreo e para descartar presença de processo restritivo. O VEF₁ e a razão VEF₁/CVF são os índices mais utilizados para caracterizar os distúrbios ventilatórios obstrutivos, ou seja, a redução do VEF₁ associado à redução da razão VEF₁/CVF. Os distúrbios ventilatórios restritivos caracterizam-se por uma redução abaixo de 80% da CVF associado a razão VEF₁/CVF dentro dos parâmetros de normalidade (PEREIRA, 2002).

O procedimento seguiu as padronizações brasileiras (PEREIRA, 2002). Previamente ao teste, o espirômetro (*Koko*® PTF, *nSpire Health, Louisville-KY, USA*) era acoplado ao filtro descartável e calibrado, segundo as recomendações do fabricante, conforme a umidade e a temperatura ambientes, utilizando-se uma seringa de três litros (*Hans Rudolph*®, *Inc. Missouri, Kansas-MO, USA*). Após a calibração, o bocal tubular de papel rígido, também descartável, era acoplado ao filtro para a realização da espirometria. Os participantes permaneciam sentados em uma cadeira com os pés e o tronco apoiados, mantendo 90° de flexão em relação ao quadril. Foi utilizado um clipe nasal e os participantes eram instruídos a realizar três ciclos respiratórios em nível próximo de volume corrente (VC), lentamente pela via oral e, no quarto

ciclo respiratório, realizar uma inspiração máxima em nível próximo a CPT, em sistema aberto. Em seguida, após posicionar o bocal sobre a língua, os participantes eram instruídos a executar expiração máxima e forçada, ou seja, manobra de CVF, sob vigoroso estímulo verbal do examinador. Durante as manobras de CVF não era permitida a flexão anterior de tronco. Foram realizadas, no mínimo três e, no máximo, oito manobras, respeitando o intervalo de um minuto entre elas. Ao atingir os critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade, de acordo com a Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT) (PEREIRA, 2002), a prova de função pulmonar era concluída. Os valores medidos foram selecionados e utilizados para obter a melhor curva espirométrica, a qual foi considerada para registro. Desta forma, os valores selecionados de CVF, VEF_1 e da razão VEF_1/CVF foram comparados aos previstos (PEREIRA; SATO; RODRIGUES, 2007), conforme idade, sexo, altura e peso. Os participantes cujos valores atingissem, no mínimo, 80% do previsto, eram incluídos no estudo e orientados para a realização dos demais procedimentos de coleta de dados.

2.4.2 Testes funcionais

Para avaliar a capacidade funcional foram aplicados dois testes, em ordem aleatória, e com intervalo de 20 minutos entre eles, a saber: TGlitre que envolve atividades simultâneas de MMII e MMSS, e ISWT cuja atividade primária é de MMII, *i.e.*, deambulação progressiva. Anteriormente ao primeiro dia de teste, os participantes foram orientados a manter os hábitos alimentares, não realizar exercícios exaustivos nas 12 horas prévias aos testes e, no dia teste, vestir trajes adequados para realização de exercício físico.

Durante os testes foi realizada a análise de gases expirados por meio do analisador de gases portátil (*MetaMax® 3B; Metasoft Cortex, Leipzig, Germany*). Este sistema fornece variáveis ventilatórias e metabólicas por medida direta dos gases expirados, respiração por respiração, sendo capaz de transmiti-las *on line* por até 800 metros.

Apresenta medidas confiáveis, válidas (diferenças $<2,5\%$; $p < 0,05$) e estáveis por até três horas (MACFARLANE; WONG, 2012).

Previamente ao início dos testes o sistema permaneceu ligado por, pelo menos, 30 minutos e, em seguida, foi executada a calibração conforme determinação do fabricante. A calibração envolveu, respectivamente, as seguintes etapas: (1) pressão barométrica conforme leitura atual do barômetro no local do teste; (2) análise dos gases do ar ambiente e de uma concentração conhecida de gás padrão (12% de O_2 , 5% de CO_2 , balanço de N_2); e (3) volume por meio de uma seringa de três litros (*Hans Rudolph®*, Inc. Missouri, Kansas-MO, USA) acoplada à turbina digital.

Para a realização de ambos os testes, o participante recebia as instruções e demonstração individualizadas de cada teste, bem como da escala de Borg. Em seguida, foram colocadas a cinta do cardiofrequencímetro (*Polar®*, HR Transmitter Belt H7, Kempele-OL, FIN) ao nível da linha intermamária e a máscara de silicone (*Cortex®* Face Mask, dark blue, small ou medium, Leipzig-SN, Germany) adequada ao tamanho da face do participante, ajustada por meio de um fixador cefálico. Na extremidade distal da máscara foram acopladas a turbina digital bidirecional de volume e a linha de amostragem dos gases expirados, conectadas ao módulo do analisador de gases portátil, inserido em um colete, conforme ilustra a FIGURA 4.

FIGURA 4: Analisador de gases portátil inserido no colete, com a turbina de volume e a linha de amostragem acopladas à máscara facial



Fonte: acervo da autora

2.4.2.1 Incremental Shuttle Walk Test

Antes do início do teste, o participante permanecia sentado, enquanto os dados vitais (PA, FC, FR e SpO₂) e a percepção subjetiva de esforço eram aferidos e, em seguida, registrava-se as respostas fisiológicas durante um minuto de repouso. O participante adotava a postura de pé, ao lado do cone, para aguardar o início do ISWT. Para realização do ISWT o participante foi orientado a percorrer em passo estável um percurso fixo de 10 metros, delimitado por dois cones, distantes nove metros entre si (FIGURA 5). No caso do participante atingir o cone antes do tempo previsto para determinado estágio, este era orientado a realizar marcha estacionária e aguardar o próximo sinal sonoro para dirigir-se ao cone oposto. O ISWT era interrompido quando o participante não atingia, por duas vezes consecutivas, o cone do lado oposto (CUNHA-FILHO *et al.*, 2007). Ao finalizar o teste, o participante realizava recuperação ativa por aproximadamente um minuto, enquanto os dados vitais (PA, FC, FR e SpO₂) e a percepção subjetiva de esforço eram aferidos e, em seguida, adotava-se a posição sentada para o registro das respostas fisiológicas durante um minuto de repouso. Ao final de um minuto, o sistema de análise de gases era retirado e o participante permanecia sentado até completar cinco minutos, quando os dados vitais (PA, FC, FR e SpO₂) e a percepção subjetiva de esforço eram novamente aferidos.

FIGURA 5: Realização do ISWT com análise de gases expirados.



Legenda: 1: repouso inicial e final; 2: em pé ao lado do cone; 3: deslocamento entre os dois cones.
Fonte: acervo da autora

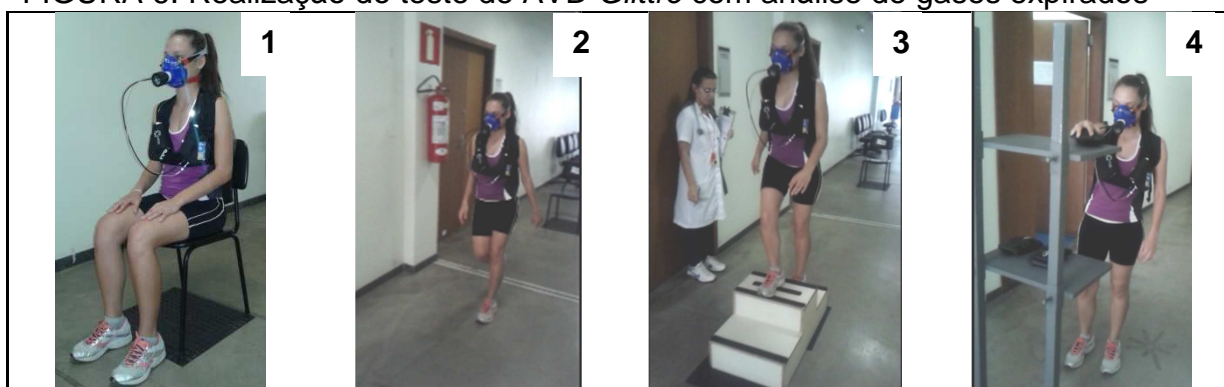
O ISWT é considerado válido e confiável para avaliar a capacidade funcional em indivíduos saudáveis (DOURADO *et al.*, 2013; SEIXAS *et al.*, 2013; PROBST *et al.*, 2011) e em diferentes condições de saúde (MONTEIRO *et al.*, 2014). Estudos prévios avaliaram a capacidade funcional durante o ISWT com analisador de gases expirado em saudáveis (DOURADO *et al.*, 2013) e em disfunções cardiorrespiratórias (PATEL *et al.*, 2007; GREEN *et al.*, 2001).

2.4.2.2 Teste de AVD Glittre

Da mesma forma, antes do início do teste, o participante permanecia sentado, enquanto os dados vitais (PA, FC, FR e SpO₂) e a percepção subjetiva de esforço eram aferidos e, em seguida, registrava-se as respostas fisiológicas durante um minuto de repouso. Para realização do TGlittre, o participante era orientado a percorrer um circuito de atividades carregando uma mochila nas costas com peso total de 2,5 kg (0,6 kg relativos ao equipamento de análise de gases) para as mulheres e 5 kg para os homens. O circuito consistia na seguinte sequência de atividades: a partir da posição sentada, o indivíduo realizava um percurso plano de 10 metros de comprimento, sendo que aos cinco metros havia uma escada com dois degraus (17 cm x 27 cm) para subir e dois para descer, e ao final do percurso, havia uma estante cuja prateleira superior continha três objetos de um kg cada. O participante era orientado a retirar individualmente cada um dos três objetos da prateleira mais alta, ao nível da cintura escapular, e colocá-los na prateleira mais baixa, ao nível da cintura pélvica e, posteriormente, no chão. Do chão, os objetos eram recolocados na prateleira inferior e, em seguida, na superior, quando o participante retornava o percurso completando assim uma volta (SKUMLIEN *et al.*, 2006) (FIGURA 6). Imediatamente, a volta era repetida por mais quatro vezes, totalizando cinco voltas, sendo registrado o tempo gasto para executá-las. Nenhum estímulo verbal era oferecido durante o teste e era permitido ao participante interromper o teste, no caso de algum desconforto (CORRÊA *et al.*, 2011).

Ao finalizar o teste, o participante permanecia sentado enquanto os dados vitais (PA, FC, FR e SpO₂) e a percepção subjetiva de esforço eram aferidos e, em seguida, o registro das respostas fisiológicas durante um minuto de repouso. Ao completar um minuto, o sistema de análise de gases era retirado e o participante permanecia sentado até completar cinco minutos, quando os dados vitais (PA, FC, FR e SpO₂) e a percepção subjetiva de esforço eram novamente aferidos. A confiabilidade interexaminador (CCI=0,83; IC95%: 0,52-0,94; p<0,0001) e teste reteste (CCI=0,88; IC95%: 0,65-0,96; p<0,0001) para TGlittre foi previamente testada no presente estudo.

FIGURA 6: Realização do teste de AVD *Glittre* com análise de gases expirados



Legenda: 1: repouso inicial e final; 2: deslocamento entre a cadeira e a estante; 3: subida dos degraus; 4: em pé, defronte a estante, troca de posição dos objetos de 1 kg.

Fonte: acervo da autora

2.4.3 Questionário Perfil de Atividade Humana

O questionário Perfil de Atividade Humana (PAH) foi preenchido pelo próprio participante, após receber as orientações em relação às possibilidades de resposta (FIX; DAUGHTON, 1998). O PAH consiste de uma lista de 94 itens que representam diferentes atividades, dispostas em ordem crescente de acordo com o gasto energético. Para cada item é possível responder: “ainda faço”, “parei de fazer” ou “nunca fiz”. De acordo com as respostas, são calculados dois escores, o Escore Máximo de Atividade (EMA) e o Escore Ajustado de Atividade (EAA). O EMA representa a numeração da atividade com a mais alta demanda de oxigênio que o participante “ainda faz”, não sendo necessário cálculo matemático. O EAA permite

classificar o indivíduo quanto ao nível de atividade física, cujas categorias são “inativo”, “moderadamente ativo” ou “ativo”; e a capacidade funcional, a partir do VO_2 estimado, baseado na classificação da *American Heart Association* (FIX; DAUGHTON, 1988). Sendo assim, este questionário permite inferir sobre o nível percebido de atividade física e a capacidade funcional, tem sido aplicado em indivíduos saudáveis e em diversas condições de saúde com diferentes níveis funcionais (DAVIDSON; DE MORTON, 2007). No presente estudo, foi utilizada a versão do questionário traduzida e adaptada para a população brasileira (SOUZA; MAGALHÃES; TEIXEIRA-SALMELA, 2006) com o objetivo de inferir sobre o nível percebido de atividade física e, desta forma, classificar os participantes quanto as categorias (ANEXO B).

2.4.4 Testes de função muscular inspiratória

No segundo dia de coleta de dados, foram realizados os testes relativos a função muscular inspiratória, a saber: P_Imax, S_PI_{max} e teste de *endurance* muscular inspiratória de carga constante, sendo os dois últimos em ordem aleatória e com intervalo de 20 minutos entre eles. Para a execução dos três testes, os participantes permaneciam sentados, usavam um clipe nasal (CHATHAM *et al.*,1994) e bocal mergulhador de silicone (GREEN *et al.*,2002). Previamente aos testes eram aferidos os dados vitais (PA, FC, FR e SpO₂).

2.4.4.1 Pressão inspiratória máxima

Para obtenção da medida da P_Imax os participantes foram orientados a respirar de forma tranquila, através do bocal conectado ao manovacuômetro, por três ciclos respiratórios em nível próximo de VC, sob o comando: “*Ponha o ar para fora, ponha o ar para dentro...*” Seguindo respectivamente as etapas: (1) expiração lenta, em nível próximo ao VR, sob o comando “*Ponha todo o ar para fora...*”; (2) sinalização, por parte do participante, com elevação do membro superior esquerdo; (3)

fechamento do orifício de oclusão, por parte do examinador, e (4) realização de um esforço inspiratório máximo e sustentado por, pelo menos, 1,5 segundos, sob o comando: “*Encha o peito de ar!*”. O teste era considerado completo quando o participante realizava, pelo menos, três esforços aceitáveis (*i.e.*, sem escape de ar entre os lábios e o bocal e/ou no clipe nasal e com duração mínima de 1,5 segundos) e, dentre estes, dois esforços reproduzíveis (*i.e.*, com variação menor ou igual a 10% do teste com a variável pressão média máxima de maior valor, desde que não fosse o último teste) (SOUZA, 2002; GREEN *et al.*, 2002). Foi respeitado o máximo de oito esforços inspiratórios com intervalo de um minuto entre eles. Ao finalizar o teste de P_Imax foi permitido um período de cinco minutos de descanso. A operacionalização do teste de P_Imax foi processada por meio da variável pressão média máxima (P_{Med}_{MAX}) sendo considerada para registro o teste de maior valor de P_{Med}_{MAX} (MONTEMEZZO *et al.*, 2012).

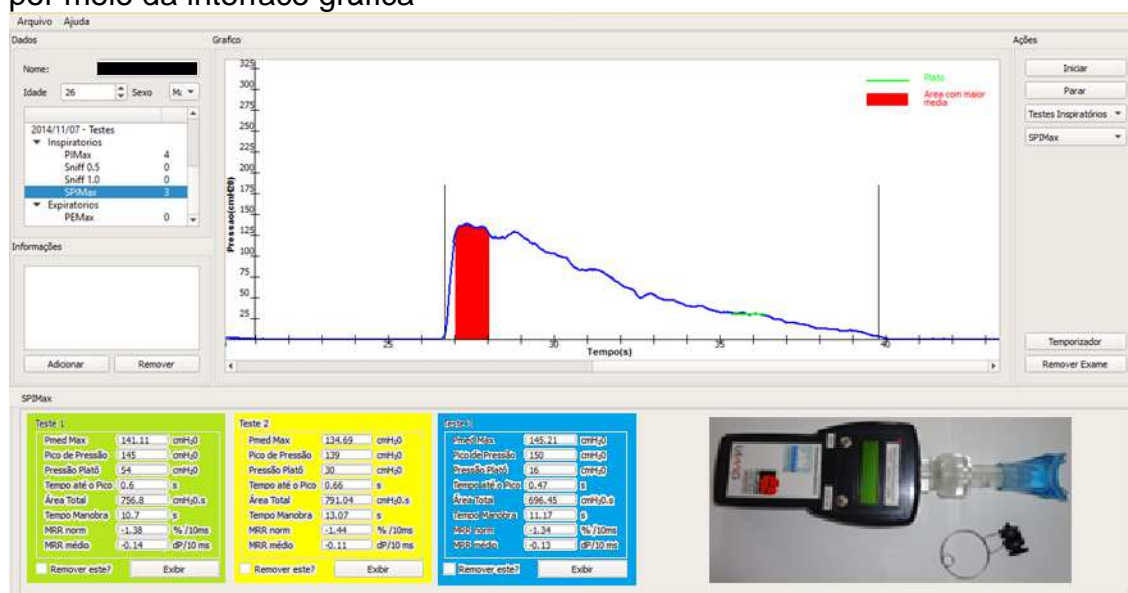
2.4.4.2 Pressão inspiratória máxima sustentada

Para obtenção da medida da S_PI_{max} os participantes foram orientados a respirar de forma tranquila, através do bocal conectado ao manovacuômetro, por três ciclos respiratórios em nível próximo de VC, sob o comando: “*Ponha o ar para fora, ponha o ar para dentro...*” Seguindo respectivamente as etapas: (1) expiração lenta, em nível próximo ao VR, sob o comando “*Ponha todo o ar para fora...*”; (2) sinalização, por parte do participante, com elevação do membro superior esquerdo; (3) fechamento do orifício de oclusão, por parte do examinador, e (4) realização de um esforço inspiratório máximo e sustentado pelo maior tempo possível, sob o comando: “*Encha o peito de ar! E mantém...mantém...mantém...*” (MICKLEBOROUGH *et al.*, 2010; IONESCU *et al.*, 1998; CHATHAM *et al.*, 1994) (FIGURA 8.1). Foi alertado que não se tratava de um teste de apnéia. O teste era considerado completo quando o participante realizava, pelo menos, três esforços aceitáveis (*i.e.*, sem escape de ar entre os lábios e o bocal e/ou no clipe nasal) e, dentre estes, dois esforços reproduzíveis (*i.e.*, com variação menor ou igual a 10% do teste com a variável área sob a curva pressão-tempo de maior valor, desde que não fosse o último teste. Da mesma forma que no teste de P_Imax, foi respeitado o

máximo de oito esforços inspiratórios, com intervalo de um minuto entre eles (MONTEMEZZO *et al.*, 2012). A operacionalização do teste de SPI_{max} foi processada por meio da variável área sob a curva de pressão-tempo (AREA_SPI_{max}) sendo aquela com o maior valor considerada para registro (CHATHAM *et al.*, 1994).

Para ambas as medidas foi utilizado o manovacuômetro digital (NEPEB-LabCare/UFMG, Belo Horizonte, Brasil), conectado a um bocal mergulhador por meio de uma peça acrílica, a qual contém um orifício de fuga de 2 mm e um orifício de oclusão de 6mm (PESSOA *et al.*, 2014; IONESCU *et al.*, 1998; CHATHAM *et al.*, 1994). O manovacuômetro comunica-se com o *software* dedicado (Manovac 3.0-A) por meio do qual é possível acessar os dados coletados. Este equipamento apresenta medidas válidas ($R^2_{PI_{max}} = 83\%$; $p < 0,0001$) e confiáveis (confiabilidade teste reteste: $CCI_{PI_{max}} = 0,89$; IC95%: -7,06 a -3,05; $p < 0,05$) (PESSOA *et al.*, 2014). A FIGURA 7 ilustra um exemplo de um registro do teste de SPI_{max}, por meio da interface gráfica.

FIGURA 7: Exemplo de um registro de pressão inspiratória máxima sustentada, por meio da interface gráfica



Legenda: Em amarelo, o teste com o maior valor da variável área sob a curva; em verde, o teste com variação máxima de 10%, em relação a variável área sob a curva, sendo considerado reprodutível; e em azul, o teste aceitável. Detalhe: Manovacuômetro digital com peça acrílica e bocal mergulhador acoplados, e clipe nasal.

Fonte: acervo da autora

2.4.4.3 Endurance muscular inspiratória

Para a avaliação da *endurance* muscular inspiratória foi realizado o teste de carga constante (LANGER *et al.*, 2012; CHARUSIN *et al.*, 2013) por meio de um equipamento eletrônico portátil, recentemente desenvolvido, que fornece informações sobre o trabalho inspiratório externo, potência e padrão respiratório durante tarefas respiratórias com sobrecarga (LANGER *et al.*, 2012). Neste protocolo foi determinada uma sobrecarga inspiratória de 60% da P_Imax a partir de um estudo piloto prévio, e o participante era encorajado a manter o esforço o maior tempo possível. O teste era interrompido por solicitação do participante devido à fadiga ou desconforto; ou por determinação do examinador devido a não abertura da válvula inspiratória por duas vezes consecutivas; apresentar FC igual ou superior a 85% da FC máxima (LAUER *et al.*, 2005), e/ou SpO₂ menor que 90% (GOLDSTEIN *et al.*, 1989).

Durante o teste, os participantes permaneciam sentados, em uso de clipe nasal e recebiam informações padronizadas a cada minuto (FIGURA 8.2). A FR era determinada pelo próprio equipamento (*pacing on*) e o padrão respiratório era livremente adotado pelo participante. A FR, FC e SpO₂ eram continuamente monitoradas durante o teste, e a PA era aferida antes do início e um minuto após seu término. Imediatamente ao final do teste, era registrada a percepção subjetiva de esforço. O equipamento utilizado (*POWERBreathe KH1, HaB International Ltd, London-UK*) permanecia em um suporte cuja altura era ajustada individualmente para cada participante. Este teste foi operacionalizado por meio da variável trabalho inspiratório externo total (Trab_{insp}).

FIGURA 8: Teste SPImax (1) e teste de endurance muscular inspiratória (2)



Fonte: Acervo da autora

2.4.5 Questionário de percepção sobre os testes de função muscular inspiratória

A percepção dos participantes sobre os testes SPImax e *endurance* muscular inspiratória foi avaliada por meio de um questionário elaborado no *site SurveyMonkey®* que foi enviado por correio eletrônico individualmente a cada participante, após realização dos testes (APÊNDICE D).

2.5 Variáveis estudadas e procedimentos estatísticos

2.5.1 Artigo 1:

Variáveis estudadas:

Pressão inspiratória máxima (PMed_{MAX}_PI_{max}; cmH₂O)

Pressão inspiratória máxima sustentada (AREA_SPI_{max}; cmH₂O.s)

Trabalho inspiratório total (Trab_insp; Joule)

Análise estatística:

Para análise da distribuição normal dos dados foi aplicado o teste de *Shapiro-Wilk*. Variáveis relativas à caracterização da amostra, função muscular inspiratória e percepção dos participantes sobre os testes realizados foram reportadas em medidas de tendência central (média ou mediana), dispersão (intervalo de confiança de 95% da média – IC95%, ou desvio padrão – DP, ou quartis 1 e 3 – Q₁ e Q₃) e frequência (absoluta, n e/ou relativa, %). Para determinar a validade de critério preditiva do teste de SPI_{max}, foi realizada uma análise de regressão linear incluindo como variável dependente Trab_insp (y) relativo ao teste de *endurance* muscular inspiratória de carga constante e como variável independente a medida AREA_SPI_{max} (x) obtida por meio do teste de SPI_{max}. A associação entre as variáveis foi avaliada pela correlação de *Pearson*. O teste de *Wilcoxon* foi aplicado para comparar os valores das variáveis PMed_{MAX} e pressão pico (P_{PICO}) derivadas dos testes de PI_{max} e de SPI_{max}. O poder da análise de regressão linear foi reportado de acordo com Portney e Watkins (PORTNEY; WATKINS, 2009). O nível de significância considerado foi de 5%.

Cálculo amostral:

Considerando um poder estatístico de 0,80 e um coeficiente de determinação (R²) de 0,36, determinado arbitrariamente pois não há dados disponíveis na literatura relativos aos testes de função muscular inspiratória estudados, o lambda (λ) gerado foi de 8,5 e o número amostral de 15,1. Para este cálculo amostral foi utilizada a equação 1.

$$N = \frac{\lambda(1 - R^2)}{R^2} \quad (1)$$

Onde R^2 é o coeficiente de determinação, λ é o índice tabelado a partir de três elementos conhecidos: poder (0,80), do número de graus de liberdade do resíduo (df_{res}) e número de variáveis independentes ($k=1$), e N é o número amostral (PORTNEY; WATKINS, 2009). A *posteriori*, este cálculo foi confirmado com a amostra do próprio estudo.

2.5.2 Artigo 2:

Variáveis estudadas:

Tempo gasto no teste de AVD *Glittre* (s)

Consumo de oxigênio (VO_2) no estado estável do teste de AVD *Glittre* (L/min)

Processamento dos dados e análise estatística:

O processamento dos dados relativos à demanda metabólica aeróbia do TGlittre consistiu no emprego de ferramentas matemáticas de modelagem e análises baseadas em sistemas dinâmicos não lineares. Para isso foram realizadas as seguintes etapas: (1) modelagem matemática de um algoritmo de sexta ordem (HOOGEVEEN; KEIZER, 2003) representativo do comportamento do VO_2 adquirido durante o TGlittre; (2) submissão a um comitê de *experts* para análise visual do modelo; (3) análise de séries temporais (LATORRE; CARDOSO, 2001) a fim de descrever o comportamento do VO_2 ao longo do teste, baseada na remoção de ruídos por meio de um filtro de média móvel centrada de 15 respirações; (4) identificação do estado estável do VO_2 caracterizado pelo tempo, em segundos, no qual VO_2 manteve-se estável com variação média de 5%.

A distribuição dos dados foi avaliada pelo teste *Shapiro-Wilk*. Dados relativos às características dos participantes e do TGlittre foram reportados em medidas de

tendência central (média ou mediana), dispersão (intervalo de confiança de 95% da média– IC95% ou primeiro e terceiro quartis – Q_1 - Q_3) e frequência absoluta, n. O teste t ou de *Wilcoxon* foi aplicado para comparação das médias (PORTNEY; WATKINS, 2009). Foi considerado nível de significância de 5%.

2.5.3 Artigo 3:

Variáveis estudadas:

Distância percorrida no *Incremental Shuttle Walk Test* (m)

Tempo gasto no teste de AVD *Glittre* (min)

Consumo de oxigênio (VO_2 ; $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$):

- *ISWT*: relativo aos 10 segundos de maior VO_2 médio mensurado nos últimos 30 segundos de teste
- Teste de AVD *Glittre*: relativo ao VO_2 no estado estável do teste

Processamento dos dados e análise estatística:

O processamento do VO_2 do T*Glittre* foi realizado por análise de séries temporais para definição do estado estável (LATORRE; CARDOSO, 2001), e do VO_2 do *ISWT* foi relativo aos 10 segundos com maior média de VO_2 , obtidos durante 30 últimos segundos do teste (ARENA *et al.*, 2005).

A distribuição normal dos dados foi avaliada pelo teste *Shapiro-Wilk*. Os dados foram reportados como medidas de tendência central e dispersão. O teste t pareado ou *Wilcoxon* foram aplicados para comparar as variáveis metabólicas, cardiovasculares e ventilatórias obtidas nos testes. A correlação de Pearson foi aplicada para avaliar as associações entre as variáveis. O poder estatístico das análises do VO_2 e da FC foram calculados conforme Portney; Watkins (PORTNEY; WATKINS, 2009). Foi considerado nível de significância de 5%.

Cálculo amostral:

Considerando um poder estatístico de 0,80, tamanho de efeito moderado ($d=0,50$), estabelecido arbitrariamente devido a ausência de dados na literatura sobre o VO_2 do TGlître em indivíduos saudáveis, o tamanho amostral resultante foi 64 sujeitos. No entanto, *a posteriori*, o cálculo foi realizado novamente com amostra ($n=31$) do próprio estudo sendo identificado um tamanho de efeito grande ($d=2,47$), indicando a necessidade de 09 sujeitos. Para este cálculo amostral foram utilizadas as equações 2 e 3 respectivamente:

$$d' = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{s} \quad (2)$$

$$d = d'\sqrt{2} \quad (3)$$

Onde d' é o tamanho de efeito calculado, \bar{X}_1 e \bar{X}_2 representam a média do VO_2 dos dois testes (VO_2_SWT e $VO_2_TGlître$), s desvio padrão comum, e d o tamanho de efeito tabelado (PORTNEY; WATKINS, 2009).

2.5.4 Programas para processamento das análises

Os programas *Statistical Package for Social Science (SPSS®)*, Chicago-IL, USA), versão 15.0, *Microsoft Office Excel (Excel®)*, Redmond-WA, USA), versão 10.0, e *MATrix LABoratory (MATLAB®)*, Natick-MA, USA), versão 13.0 foram utilizados para processar as análises.

4 ARTIGO 1

Pressão inspiratória máxima sustentada como medida de função muscular
inspiratória

Sustained maximal inspiratory pressure as an inspiratory muscle function test

Autores: Dayane Montemezzo, Danielle Aparecida Gomes Pereira, Sabrina Costa Lima, Natália Freitas de Oliveira, Raquel Rodrigues Britto.

Periódico: Após parecer da banca examinadora, este artigo será traduzido para a língua inglesa e submetido ao *Brazilian Journal of Physical Therapy*/Revista Brasileira de Fisioterapia (<http://www.rbf-bjpt.org.br/>).

Título: Pressão Inspiratória Máxima Sustentada como medida de função muscular inspiratória

Título resumido: SPImax na avaliação da função muscular inspiratória

Autores:

DAYANE MONTEMEZZO¹, DANIELLE APARECIDA GOMES PEREIRA², SABRINA COSTA LIMA³, NATÁLIA FREITAS DE OLIVEIRA³, RAQUEL RODRIGUES BRITTO²

¹Fisioterapeuta, Mestre, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação – Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, Brasil.

²Fisioterapeuta, PhD, Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG, Belo Horizonte-MG, Brasil.

³Graduanda em Fisioterapia – Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, Brasil.

Correspondência:

Raquel Rodrigues Britto
Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório
Departamento de Fisioterapia - Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais
Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha- Belo Horizonte-MG, Brasil -CEP: 31.270-091
Telefone: 31-3409-4783 - E-mail: r3britto@gmail.com

Resumo:

Contextualização: A capacidade dos músculos inspiratórios sustentarem atividades ao longo do tempo é um importante parâmetro de avaliação da função muscular inspiratória. O teste de *endurance* muscular é utilizado como medida de sustentação de uma tarefa ao longo do tempo. A medida de sustentação de pressão ao longo do tempo por meio do teste de pressão inspiratória máxima sustentada (SPImax) também tem sido utilizada, embora com pouca evidência sobre a validade preditiva e aplicabilidade do teste. **Objetivo:** Avaliar a relação entre os testes de SPImax e *endurance* inspiratória e também a percepção dos participantes em relação a execução. **Método:** Quinze participantes com prova de função pulmonar normal realizaram os testes de SPImax e *endurance* inspiratória, cujas variáveis desfecho foram área sob a curva de pressão-tempo (AREA_SPImax) e trabalho inspiratório (Trab_insp), respectivamente. A percepção sobre os testes realizados foi avaliada por um questionário. Foi realizada uma análise de regressão linear incluindo como variável dependente Trab_insp e como variável independente AREA_SPImax para determinar a validade de critério preditiva do teste de SPImax. Variáveis relativas à percepção dos participantes sobre os testes realizados foram reportadas em frequência. O nível de significância considerado foi de 5%. **Resultados:** A variável AREA_SPImax prevê 78% do Trab_insp ($r=0,88$; $p<0,0001$; poder=0,99). A percepção de cansaço para realizar os testes foi considerada como fraca ou nenhuma por 86,7% dos participantes para realizar a SPImax e por 53,3% para realizar o teste de *endurance* muscular inspiratória. **Conclusão:** A variável AREA_SPImax é capaz de estimar sobre o Trab_insp desenvolvido no teste de *endurance* muscular inspiratória e foi bem avaliada em relação a dificuldade de

execução. **Palavras-chave:** testes de função respiratória, fisioterapia, pressão inspiratória máxima, MIP, reabilitação

Abstract:

Background: The inspiratory muscle capacity to maintain activities over the time is an important parameter to assess the inspiratory muscle function. The muscle endurance test is used as a measure to hold a task over time. The measure to maintain the pressure over time by sustained maximal inspiratory pressure test (SMIP) has also been used, but with poor evidence for the predictive validity and applicability of the test. **Objective:** To evaluate the relationship between SMIP and inspiratory endurance, and the participants' perception regarding the performance of both tests. **Method:** Fifteen participants with normal pulmonary function performed SMIP and inspiratory endurance tests whose outcome was the area under the pressure-time curve (AREA_SMIP) and inspiratory work (Work_insp), respectively. The participants' perception regarding these tests was evaluated by a questionnaire. A linear regression analysis included Work_insp as the dependent variable and the AREA_SMIP as the independent variable to determine the predictive validity criterion of the SMIP test was performed. Variables related to the participants' perception of the tests were reported in frequency. The significance level was 5%. **Results:** AREA_SMIP provides 78% of Work_insp ($r = 0.88$; $p < 0.0001$, power = 0.99). Regarding the participants' perception, 86.7% considered as low or no fatigue to perform SMIP and 53.3% to perform the inspiratory muscle endurance test. **Conclusion:** The AREA_SMIP is able to estimate the Work_insp developed in inspiratory muscle endurance test, and was well related to difficult to perform.

Keywords: respiratory functional tests, physical therapy, maximal inspiratory pressure, MIP, rehabilitation

Pontos-chave

- Força e *endurance* são duas propriedades fundamentais dos músculos inspiratórios
- Pressão inspiratória máxima sustentada é um teste de avaliação da função muscular inspiratória
- Área sob a curva pressão-tempo é capaz de inferir sobre trabalho inspiratório

Introdução

Os músculos respiratórios desenvolvem tarefas específicas apesar de apresentarem a mesma estrutura e função dos músculos posturais e locomotores. Estas tarefas estão relacionadas a adaptação das fibras dos músculos respiratórios às demandas fisiológicas, como o exercício, ou no caso de alguma doença. O diafragma e demais músculos inspiratórios apresentam diferenças nas proporções dos tipos de fibras musculares e na capacidade metabólica, determinantes das características funcionais e possíveis respostas contráteis^{1,2}.

Em relação ao sistema respiratório, duas propriedades fundamentais dos músculos inspiratórios são força e *endurance*³. A avaliação dessas propriedades inclui os testes de força, *i.e.*, máxima força que os músculos podem desenvolver, e de *endurance*, caracterizada pela capacidade de manter uma tarefa ao longo do tempo³⁻⁶. Embora a pressão inspiratória máxima (P_Imax) seja amplamente empregada para a avaliação da força muscular inspiratória global^{4,5}, sua relevância como medida exclusiva para retratar a função dos músculos inspiratórios continua incerta. Do ponto de vista clínico e fisiológico, possivelmente as medidas ao longo do tempo tenham maior relevância funcional já que as demandas para os músculos inspiratórios durante as atividades de vida diária (AVD) são submáximas e, na maioria das vezes, requerem um tempo maior de atividade muscular^{5,7}.

Neste sentido, uma variedade de procedimentos para avaliação de medidas ao longo do tempo e de *endurance* muscular inspiratória estão disponíveis⁶. Dentre eles, os testes de resistência externa tem a vantagem de controlar a sobrecarga de

forma mais específica^{6,7}. Recentemente, foi validado um equipamento com essa finalidade que aplica uma resistência fornecida por uma válvula controlada eletronicamente⁸. Este equipamento fornece variáveis resultantes do teste de *endurance* muscular inspiratória, como, por exemplo, o trabalho inspiratório, que representa a magnitude das tarefas que os músculos inspiratórios são submetidos^{8,9}.

Diante da diversidade de dispositivos e procedimentos utilizados para avaliação da função muscular inspiratória, o teste de pressão inspiratória máxima sustentada (SPI_{max}) tem sido descrito na literatura. Consiste em um teste obtido a partir de um esforço inspiratório máximo e sustentado, a partir de volume residual (VR), com o registro da pressão ao longo do tempo¹⁰⁻¹². Durante o teste, uma curva de pressão inspiratória é produzida e a área sob esta curva é registrada como unidade de pressão multiplicada pelo tempo, caracterizando a variável desfecho^{13,14}. Para realização do teste de SPI_{max} é necessário um manovacuômetro com orifício de fuga de 2 mm, conectado a um bocal, que comunica-se com um computador e *software* dedicado^{10-12,15}.

O teste de SPI_{max} vem sendo aplicado em indivíduos com disfunções respiratórias^{11,12,15}, cardíacas^{10,16,17}, saudáveis^{13,14} e atletas^{18,19}, como parâmetro de caracterização da função muscular inspiratória^{11,12}, e em resposta ao treinamento muscular inspiratório (TMI)^{10,13,16,17}. Um estudo de revisão sistemática²⁰ despertou nosso interesse por esse teste, pois mostrou-se sensível para identificar respostas positivas após o TMI em indivíduos com insuficiência cardíaca crônica (ICC). Além disso, este teste tem sido reportado na literatura como uma medida de “potencial

trabalho inspiratório”, “índice de *endurance* muscular inspiratória”¹⁵ e “*endurance* muscular inspiratória”^{10,16,17}, os quais podem representar constructos distintos.

Considerando que a SPI_{max} pode contribuir para avaliação mais abrangente da função muscular inspiratória, o estudo de sua aplicabilidade e viabilidade clínicas pode motivar o seu uso. Desta forma, o objetivo principal deste estudo foi avaliar a relação entre a área sob a curva pressão-tempo, derivada do teste de SPI_{max} e o trabalho inspiratório resultante do teste de *endurance* inspiratória. Secundariamente, avaliar a aplicabilidade destes testes em relação a percepção dos participantes sobre a execução.

Materiais e métodos

Trata-se de um estudo transversal, exploratório desenvolvido no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório.

Amostra

Foram elegíveis indivíduos saudáveis com idade entre 18 e 59 anos. Para inclusão dos participantes na amostra foram considerados os seguintes critérios: apresentar índice de massa corpórea (IMC) eutrófico ou sobrepeso (18,5 - 29,9 kg/m²); apresentar parâmetros espirométricos dentro dos valores da normalidade²¹; não apresentar história de tabagismo ativo; não apresentar febre, gripe, e/ou resfriado nas duas semanas anteriores aos testes; não usar medicamentos como corticóide oral, depressor do sistema nervoso central, barbitúricos e/ou relaxante muscular e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os critérios de

exclusão foram: apresentar pressão arterial (PA) em repouso $\geq 160/105$ mmHg e/ou saturação periférica da hemoglobina em oxigênio (SpO_2) $< 90\%$ ²² e/ou frequência cardíaca (FC) > 120 bpm antes da execução dos testes; apresentar incapacidade de compreender e/ou executar os procedimentos do protocolo deste estudo. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da instituição (CAAE: 21864913.7.0000.5149) e os participantes assinaram o TCLE.

Procedimentos

Os participantes foram instruídos antecipadamente a não realizar atividade física extenuante nas 12 horas que antecederam aos testes de função muscular inspiratória. Inicialmente, os participantes responderam a uma entrevista sobre histórico de saúde e foram submetidos a aferição da massa e estatura corporal, PA, FC, frequência respiratória (FR) e SpO_2 . O nível de atividade física percebido foi obtido pela aplicação do questionário Perfil de Atividade Humana (PAH), a partir do qual foi possível calcular o Escore Ajustado de Atividade (EAA).

Prova de função pulmonar

A prova de função pulmonar foi realizada conforme as diretrizes da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT)²³. O espirômetro (*Koko® PTF, nSpire Health, Louisville-KY, USA*) foi calibrado previamente e acoplado ao conjunto filtro-bocal. Os participantes foram orientados a realizar manobras de capacidade vital forçada (CVF) a partir da qual o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1) e a relação volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada (VEF_1/CVF) foram obtidos. Durante este teste os participantes permaneceram sentados com tronco apoiado e utilizaram um clipe nasal. Foi

permitido um número mínimo de três e, máximo, de oito manobras de CVF, respeitando o intervalo de um minuto entre elas. O teste foi considerado completo quando os critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade foram alcançados²³. Os valores medidos foram selecionados e comparados aos previstos²¹, sendo que participantes com valores $\geq 80\%$ do previsto, foram incluídos.

Função muscular inspiratória

Para avaliar a função muscular inspiratória, os participantes realizaram três testes distintos: P_Imax, S_PI_{max} e o teste de *endurance* muscular inspiratória de carga constante. A S_PI_{max} e o teste de *endurance* foram realizados em uma ordem estabelecida por aleatorização eletrônica, considerando 20 minutos de repouso entre eles. Todos os procedimentos foram realizados em ambiente reservado e o comando verbal orientado pelo mesmo examinador, previamente treinado.

Durante os três testes os participantes permaneceram sentados com MMSS relaxados, utilizaram clipe nasal, receberam instruções específicas e comando verbal padronizado para cada um^{8,12,24}. Os dados vitais (PA, FR, FC, SpO₂) foram registrados antes da realização dos testes.

Para o teste da P_Imax os participantes foram instruídos a realizar três ciclos respiratórios, por meio de um bocal, em nível próximo de volume corrente (VC), e então expirar lentamente ao nível próximo do VR, indicando o momento com a elevação do membro superior esquerdo (MSE). Neste momento, simultaneamente, o examinador fechava o orifício de oclusão, e o participante gerava um esforço inspiratório máximo mantido por, pelo menos, 1,5 segundos⁴. Os valores de P_Imax

medidos foram selecionados e comparados aos previstos²⁵. O teste foi considerado completo quando o participante realizava, pelo menos, três testes aceitáveis (*i.e.*, sem escape de ar entre os lábios e/ou no clipe nasal), e dentre estes, dois testes reproduzíveis (*i.e.*, variável pressão média máxima com variação menor ou igual a 10%, desde que o maior valor obtido não fosse relativo ao último teste)^{4,24,26}.

Para realizar os testes da SPImax os participantes foram instruídos a executar três ciclos respiratórios, em nível próximo de VC, e expirar até um nível próximo ao VR, indicando este momento com a elevação do MSE. Simultaneamente o examinador vedava o orifício de oclusão, e neste momento o participante gerava um esforço inspiratório máximo, sustentado pelo maior tempo possível^{11,12,19}. Foi orientado ao participante que não se tratava de interrupção da respiração, ou seja, apnéia. O teste foi considerado concluído quando o participante realizava três testes aceitáveis (*i.e.*, sem escape de ar entre os lábios e/ou no clipe nasal), e dentre eles, dois reproduzíveis (*i.e.*, variável área sob a curva com variação menor ou igual a 10%, desde que o maior valor obtido não fosse originado no último teste).

E ambos, PImax e SPImax, foram realizados um número mínimo de três testes e, máximo, de oito²³, com intervalo de um minuto de descanso entre eles^{12,26}. Os testes foram realizados em um manovacuômetro digital (NEPEB-LabCare/UFMG, Belo Horizonte, Brasil), no qual transdutores de pressão comunicam-se com um *software* específico (MANOVAC 3.0-A) que informa as variáveis de cada teste. Foi utilizado bocal mergulhador de silicone⁴ conectado a uma peça acrílica com um orifício de fuga de 2 mm^{10-12,14-16} e um orifício de oclusão de 6 mm²⁵.

Para realizar o teste de *endurance* muscular inspiratória de carga constante foi utilizado um equipamento eletrônico portátil (POWERbreathe KH1, HAB International Ltd, London-UK), que fornece informações sobre o trabalho inspiratório externo total, potência média por respiração, pressão inspiratória média e padrão respiratório durante tarefas respiratórias com sobrecarga. O equipamento foi conectado, respectivamente, a válvula inspiratória, uma peça conectiva, um filtro próprio e este a um bocal mergulhador de silicone, sendo então acoplado a um suporte cuja altura foi ajustado individualmente a cada participante^{8,9}. Neste protocolo, foi aplicada uma carga inspiratória de 60% da P_Imax, definida a partir de um estudo piloto. O participante foi orientado a seguir a FR determinada pelo estímulo auditivo do próprio equipamento (*spacing on*) e adotar o padrão respiratório espontaneamente, sendo encorajado a manter o esforço o maior tempo possível. Foi considerado um tempo mínimo de teste de dois minutos. O teste foi finalizado por demanda espontânea, fadiga, desconforto do participante; ou por determinação do examinador devido ao participante apresentar $FC \geq 85\%$ da FC máxima prevista e/ou $SpO_2 \leq 90\%$ ²², ou ainda por não abrir a válvula inspiratória duas vezes consecutivas⁸. A FC, FR e SpO_2 foram continuamente mensuradas, a PA foi medida antes e um minuto após o final do teste.

Percepção dos testes de função muscular inspiratória

A percepção dos participantes sobre os testes de SPI_{max} e de *endurance* muscular inspiratória foi avaliada por meio de um questionário elaborado no *site SurveyMonkey®* que foi enviado por correio eletrônico individualmente a cada participante, após a participação no estudo.

Variáveis analisadas

A variável desfecho da P_Imax foi a pressão média máxima (P_{Med}_{MAX}_P_Imax)²⁶, da S_PI_{max} foi a área sobre a curva de pressão-tempo (AREA_S_PI_{max})¹¹⁻¹³ e do teste de *endurance* de carga constante foi o trabalho inspiratório total (Trab_insp)^{8,9}. Além dessas variáveis, foram registrados o pico de pressão obtido da curva de P_Imax (P_{PICO}_P_Imax), e a pressão média máxima (P_{Med}_{MAX}_S_PI_{max}) e o pico de pressão obtidos da curva de S_PI_{max} (P_{PICO}_S_PI_{max}).

Análise dos dados

Para análise da distribuição normal dos dados foi aplicado o teste de *Shapiro-Wilk*. Variáveis relativas à caracterização da amostra, função muscular inspiratória e percepção dos participantes sobre os testes realizados foram reportadas em medidas de tendência central (média ou mediana), dispersão (intervalo de confiança de 95% da média – IC95%, ou desvio padrão – DP, ou quartis 1 e 3 – Q₁ e Q₃) e frequência (absoluta, n e/ou relativa, %). Para determinar a validade de critério preditiva do teste de S_PI_{max}, foi realizada uma análise de regressão linear incluindo como variável dependente Trab_insp (y) relativo ao teste de *endurance* muscular inspiratória de carga constante e como variável independente a medida AREA_S_PI_{max} (x) obtida por meio do teste de S_PI_{max}. A associação entre as variáveis foi avaliada pela correlação de *Pearson*. O teste de *Wilcoxon* foi aplicado para comparar os valores das variáveis P_{Med}_{MAX} e pressão pico (P_{PICO}) derivadas dos testes de P_Imax e de S_PI_{max}. O poder da análise de regressão linear foi reportado de acordo com Portney e Watkins²⁷. O nível de significância considerado foi de 5%. O *software* estatístico SPSS 15.0 (SPSS, Chicago-IL, USA) foi utilizado para processar as análises.

Resultados

Dos 31 participantes elegíveis, 11 foram excluídos devido a prova de função pulmonar anormal e cinco foram retirados do estudo, sendo dois por inabilidade em realizar os procedimentos e três por falharem em completar o protocolo. Desta forma, 15 participantes concluíram os testes de função muscular inspiratória.

A tabela 1 mostra as características demográficas, antropométricas, função pulmonar, força muscular inspiratória e o nível de atividade física dos 15 participantes. Onze apresentaram IMC dentro da normalidade, quatro apresentaram sobrepeso, e todos os indivíduos foram classificados como ativos pelo EAA do questionário PAH.

Inserir tabela 1

Os resultados das variáveis dos testes da função muscular inspiratória estão apresentados na tabela 2. As variáveis $P_{Med_{MAX}}$ e P_{PICO} obtidas pelo teste de SPI_{max} são semelhantes aquelas obtidas no teste de PI_{max} , respectivamente ($P_{Med_{MAX_SPI_{max}}}$ vs $P_{Med_{MAX_PI_{max}}}$; $p > 0,05$) e ($P_{PICO_SPI_{max}}$ vs $P_{PICO_PI_{max}}$; $p > 0,05$). O teste de SPI_{max} foi randomizado e selecionado como primeiro teste em nove participantes e o teste de *endurance* muscular inspiratória em seis. Foram necessários, em média, 3,53 (95%IC: 3,03-4,04) esforços de SPI_{max} para atingir os critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade estabelecidos. O tempo médio registrado de sustentação da SPI_{max} foi 11,49 (95%IC: 9,54-13,44) segundos. Em

relação ao teste de *endurance* muscular inspiratória, o tempo médio de realização foi 4,44 (95%IC: 3,35-5,53) minutos.

Inserir tabela 2

De acordo com a figura 1, foi observado que a variável AREA_SPlmax prevê 78% do Trab_insp ($r=0,88$; $p<0,0001$; $\text{poder}=0,99$). A equação gerada desta análise foi: $\text{Trab_insp} = (-180,911) + 0,836(\text{AREA_SPlmax})$.

Inserir figura 1

Na figura 2.A estão representadas três curvas de SPlmax, realizadas por participantes homens e na 2.B mulheres. Apesar dos valores absolutos de AREA_SPlmax, PMed_{MAX}_Plmax e tempo de sustentação da manobra serem variáveis, todos os registros da Plmax prevista (%Plmax) foram acima de 80%. Além disso, a análise visual permite observar variações individuais no formato da curva resultante do teste de SPlmax.

Inserir figura 2

As percepções dos participantes em realizar os testes de SPlmax e de *endurance* muscular inspiratória estão registradas na tabela 3. Todos os participantes relataram que as explicações e comandos verbais dos testes foram de fácil entendimento e, 13 deles (86,7%), usariam os equipamentos novamente sem restrições. Em relação ao conforto para utilizar estes equipamentos, aproximadamente metade da amostra

(46,7%) relatou conforto em utilizar o manovacuômetro e um quarto (26,7%) em utilizar o equipamento empregado no teste de *endurance* muscular inspiratória. A maioria (86,7%) reportou fraca ou nenhuma sensação de cansaço para realizar a SPImax, enquanto que pouco mais da metade da amostra (53,3%) relatou a mesma sensação para realizar o teste de *endurance* muscular inspiratória. Este teste foi interrompido devido a não abertura da válvula inspiratória em seis casos (40%).

Inserir tabela 3

Discussão

Este estudo avaliou a relação entre o trabalho inspiratório resultante do teste de *endurance* muscular inspiratória e área sob a curva pressão-tempo derivada do teste de SPImax. O principal resultado observado foi a validade preditiva da área sob a curva pressão-tempo em estimar sobre o trabalho muscular inspiratório desenvolvido ($R^2=78\%$). Adicionalmente, esse teste apresentou melhor aceitação e menor demanda de equipamentos do que o teste de *endurance* muscular inspiratória.

O uso do teste de SPImax foi considerado vantajoso principalmente por se caracterizar como um teste de função muscular inspiratória capaz de refletir, em um único esforço inspiratório, a capacidade de trabalho máxima¹⁶. É confiável, bem tolerado e de fácil aplicação na rotina, sendo considerado uma alternativa para as medidas de *endurance* tornarem-se mais aplicáveis clinicamente^{10,12,14}. Além disso, foi reportado como um teste preditor de sobrevivência em indivíduos com fibrose cística¹¹ e de sucesso no desmame da ventilação mecânica²⁸.

Os registros dos testes de SPImax permitem observar variações individuais no comportamento das curvas de pressão-tempo, embora os valores intragrupo de AREA_SPImax sejam semelhantes (homens: 759,39 a 795,47 cmH₂O.s; mulheres: 451,03 a 479,65 cmH₂O.s). As variáveis derivadas das curvas podem explicar este achado, uma vez que o tempo de sustentação da manobra (homens: 8,39 a 10,71 s; mulheres: 9,23 a 12 s) e os valores absolutos de PMed_{MAX}_SPImax (homens: 98,38 a 151,67 cmH₂O; mulheres: 71,19 a 78,83 cmH₂O) foram relacionados. Nos testes onde a PMed_{MAX}_SPImax foi maior e o tempo de sustentação menor (ou vice-versa) os valores da AREA_SPImax foram semelhantes. Desta forma, o comportamento das curvas, reforça a utilidade deste teste como referência de sustentação de pressão máxima, e confirma o caráter volitivo do teste de SPImax, ou seja, dependente da compreensão, vontade e motivação do indivíduo para realizá-lo, como ocorre nos demais testes de função muscular inspiratória^{4,24}.

A percepção dos participantes reforça a vantagem do teste de SPImax em termos de viabilidade de execução. A maioria relatou desconforto e cansaço de moderado a forte para usar o equipamento e realizar o teste de *endurance*, ao contrário do teste de SPImax com o manovacuômetro, que a maioria considerou mais confortável. O teste de *endurance* é contínuo^{8,9}, sem pausas e com sobrecarga inspiratória, o que provavelmente favorece uma maior percepção de esforço em comparação ao teste de SPImax, no qual após cada esforço houve uma pequena pausa^{11,12}.

No presente estudo foram considerados para análise estatística os valores de área sob a curva do teste de SPImax reportados em mediana, em função da distribuição

não normal dos dados. No entanto, os valores médios de AREA_SPlmax são semelhantes aos estudos realizados com sujeitos saudáveis^{13,14}, de faixa etária e IMC aproximados, com prova de função pulmonar normal [presente estudo vs Enright, 2006: 519 vs 415 a 504 *PTUs*] e [presente estudo vs Enright, 2011: 519 vs 415 a 635 *PTUs*]^{13,14}. Este fato contribui para validar a medida de SPlmax utilizando, pela primeira vez, o manovacuômetro desenvolvido no NEPEB-LabCare/UFMG e empregado em estudos anteriores^{25,26}.

Apesar da variável desfecho, AREA_SPlmax, ter sido capaz de estimar com robustez o trabalho muscular inspiratório desenvolvido no teste de *endurance* inspiratória utilizado, são observadas diferenças nos princípios fisiológicos e operacionais dos testes estudados. Levando em consideração a plasticidade estrutural e funcional dos músculos respiratórios, do ponto de vista fisiológico, as características de execução dos dois testes estudados provavelmente levam a um recrutamento diferenciado das fibras e músculos respiratórios^{1,2}. Desta forma, nas contrações predominantemente isométricas, como no caso dos músculos acessórios da inspiração durante o teste de SPlmax, fibras rápidas, mais fatigáveis e com maior potencial glicolítico, desenvolvem maior tensão em um período curto de contração, muito úteis em atividades anaeróbicas de curta duração²⁹. Por outro lado, o teste de *endurance* além de recrutar a musculatura acessória da inspiração, principalmente no momento de abertura da válvula inspiratória, provavelmente, ao mesmo tempo, estimula o recrutamento das fibras diafragmáticas, caracterizadas pela maior resistência à fadiga, oxidativas e com capacidade de manutenção do esforço por um período mais longo^{1,2}. Assim, é provável que para a execução dos testes estudados foram necessárias diferentes adaptações metabólico-funcionais dos músculos

respiratórios. Além disso, critérios operacionais também reforçam a diferença entre os dois testes. O teste de *endurance* utilizado neste estudo foi o mesmo empregado no protocolo de um ensaio clínico de Charususin et al., cujo tempo mínimo de execução estabelecido foi de três minutos⁹, portanto, superior ao tempo médio de sustentação que encontramos para a execução do teste de SPImax (aproximadamente 12 segundos). Nestes aspectos, é possível inferir que o teste de SPImax não se caracteriza como uma medida clássica de *endurance* muscular inspiratória.

Implicações clínicas

Do ponto de vista clínico, é possível que o teste de SPImax contribua para viabilizar a avaliação muscular inspiratória em pacientes que apresentam dificuldade de repetir várias manobras, em função do cansaço. Por meio de uma só manobra, é possível obter as variáveis AREA_SPImax, PMed_{MAX}_PImax e P_{PICO}_PImax.

Ao realizar os testes de SPImax e PImax em um manovacúmetro digital, como foi o caso do presente estudo, é possível obter duas variáveis comuns a ambos os testes, ou seja, a pressão média máxima (PMed_{MAX}) e a pressão pico (P_{PICO})^{4,11,25,26}. Desta forma, ao comparar os valores destas duas variáveis originadas nos testes de SPImax e de PImax observamos que foram semelhantes (Tabela 2). As variáveis obtidas no teste de SPImax (PMed_{MAX} e P_{PICO}) apresentaram uma variação menor que 10% daquelas geradas no teste de PImax. Se considerarmos o pressuposto do critério de reprodutibilidade sugerido pela SBPT²⁴, no qual é aceitável uma variação de até 10%, a diferença absoluta entre os valores de PMed_{MAX} e P_{PICO} obtidos dos

teste de SPImax e PImax atenderam a esta premissa ($P_{Med_{MAX_SPImax}}/P_{Med_{MAX_PImax}}:0,94$ e $P_{PICO_SPImax}/P_{PICO_PImax}: 0,92$).

Operacionalmente, no presente estudo, o tempo médio estimado para realizar o teste de SPImax foi, em torno, de cinco minutos e para o teste de endurance foram quatro minutos. No entanto, para realizar o teste de endurance foi necessário obter-se previamente o teste de PImax, cujo tempo necessário foi estimado em oito minutos, incluindo o intervalo, desta forma, o tempo total destinado ao teste de *endurance* foi de 12 minutos. O teste SPImax é realizado com um único equipamento, em comparação com o teste de *endurance* que demanda a realização prévia do teste de PImax e portanto requer dois equipamentos distintos. Assim sendo, o tempo total de avaliação pode ser considerado como vantagem no emprego do teste de SPImax, condição favorável por se tratar de testes volitivos, cuja cooperação e o cansaço influenciam nos resultados, além do menor número de instrumentos necessários.

Considerando a importância da qualidade dos testes estudados, especialmente em relação a reprodutibilidade³⁰, este estudo foi o primeiro a utilizar critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade mais específicos para o teste de SPImax, a exemplo das pressões respiratórias máximas²⁴. Outro aspecto positivo do presente estudo, foi a realização do teste de *endurance* utilizando equipamento com controle eletrônico da sobrecarga⁸.

Ambos os equipamentos utilizados neste estudo, até a presente data, não estão disponíveis comercialmente, o que pode ser considerado, a princípio, uma limitação

para a aplicabilidade clínica. Neste contexto, ainda há espaço para o desenvolvimento de tecnologias mais abrangentes para avaliação dos músculos respiratórios. Além disso, o uso de um bocal com coletor de saliva pode contribuir para a medida. Futuros estudos podem explorar estas suposições.

Em síntese, apesar do teste de SPI_{max} não se caracterizar como uma medida clássica de *endurance* muscular inspiratória, os resultados deste estudo mostraram que a variável AREA_SPI_{max} é capaz de estimar sobre o trabalho muscular inspiratório desenvolvido no teste de *endurance*. O teste de SPI_{max} pode também ser usado como uma medida alternativa a P_{lmax}, ou ainda complementar a avaliação da função muscular inspiratória, com informações sobre tarefas sustentadas ao longo do tempo.

Referências

1. Polla B, D'Antona G, Bottinelli R, Reggiani C. Respiratory muscle fibres: specialisation and plasticity. *Thorax* 2004; 59:808-817
2. Rowley KL, Mantilla CB, Sieck GC. Respiratory muscle plasticity. *Respir Physiol Neurobiol* 2005; 147:235-251
3. Macklem PT. The diaphragm in health and disease. *J Lab Clin Med* 1982; 99:601-610
4. Green M, Road J, Sieck GC, Smilowski T. Tests of Respiratory Muscle Strength. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166:528-547
5. Hill K, Jenkins SC, Philippe DL, Shepherd KL, Hillman DR, Eastwood PR. Comparison of incremental and constant load tests of inspiratory muscle endurance in COPD. *Eur Respir J* 2007; 30:479-486
6. Clanton T, Calverly PM, Celli BR. Tests of respiratory muscle endurance. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002; 559-570
7. Sturdy GA, Hillman DR, Green DJ, Jenkins SC, Cecins NM, Eastwood PR. The effect of learning on ventilatory responses to inspiratory threshold loading in COPD. *Respir Med* 2004; 98:1-8
8. Langer D, Jacome C, Charususin N, Scheers H, McConnell A, Decramer M, et al. Measurement validity of an electronic inspiratory loading device during a loaded breathing task in patients with COPD. *Respir Med* 2013; 107:633-635
9. Charususin N, Gosselink R, Decramer M, McConnell A, Saey D, Maltais F, et al. Inspiratory muscle training protocol for patients with chronic obstructive

- pulmonary disease (IMTCO study): a multicentre randomised controlled trial. *BMJ Open* 2013; 5:3-8
10. Laoutaris I, Dritsas A, Brown MD, Manginas A, Alivizatos PA, Cokkinos DV. Inspiratory muscle training using an incremental endurance test alleviates dyspnea and improves functional status in patients with chronic heart failure. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2004; 11:489-496
 11. Ionescu AA, Chatham K, Davies CA, Nixon LS, Enright S, Shale DJ. Inspiratory muscle function and body composition in cystic fibrosis. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 158:1271-1276
 12. Chatham K, Berrow S, Beeson C, Griffiths L, Brough D, Musa I. Inspiratory pressures in adult cystic fibrosis. *Physiotherapy*, 1994; 748-752
 13. Enright SJ, Unnithan VB. Effect of inspiratory muscle training intensities on pulmonary function and work capacity in people who are healthy: a randomized controlled trial. *Phys Ther* 2011; 91:894-905
 14. Enright SJ, Unnithan VB, Heward C, Whitnall L, Davies DH. Effect of high-intensity inspiratory muscle training on lung volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subjects who are healthy. *Phys Ther* 2006; 86: 345-353
 15. Enright S, Chatham K, Ionescu AA, Unnithan VB, Shale DJ. The influence of body composition on respiratory muscle, lung function and diaphragm thickness in adults with cystic fibrosis. *J Cyst Fibros* 2007; 6:384-390
 16. Laoutaris ID, Dritsas A, Brown MD, Manginas A, Kallistratos MS, Degiannis D, et al. Immune response to inspiratory muscle training in patients with chronic heart failure. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2007; 14:679-685
 17. Laoutaris ID, Dritsas A, Brown MD, Manginas A, Kallistratos MS, Chaidaroglou A, et al. Effects of inspiratory muscle training on autonomic activity, endothelial vasodilator function, and N-terminal pro-brain natriuretic peptide levels in chronic heart failure. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2008; 28:99-106
 18. Mickleborough TD, Stager JM, Chatham K, Lindley MR, Ionescu AA. Pulmonary adaptations to swim and inspiratory muscle training. *Eur J Appl Physiol* 2008; 103:635-646
 19. Mickleborough TD, Nichols T, Lindley MR, Chatham K, Ionescu AA. Inspiratory flow resistive loading improves respiratory muscle function and endurance capacity in recreational runners. *Scand J Med Sci Sports* 2010; 20:458-468
 20. Montemezzo D, Fregonezi GA, Pereira DA, Britto RR, Reid WD. Influence of inspiratory muscle weakness on inspiratory muscle training responses in chronic heart failure patients: a systematic review and meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 2014; 95:1398-1407
 21. Pereira CA, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J Bras Pneumol* 2007; 33:397-406
 22. Goldstein R, De Rosie J, Long S, et al. Applicability of a threshold loading device for inspiratory muscle testing and training in patients with COPD. *Chest* 1989; 96:564-571
 23. Pereira CAC. Espirometria. *J Pneumol*. 2002; 28:S1-S22
 24. Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol*. 2002; 28:S155-S165
 25. Pessoa IM, Houry Neto M, Montemezzo D, Silva LA, Andrade AD, Parreira VF. Predictive equations for respiratory muscle strength according to international and Brazilian guidelines. *Braz J Phys Ther* 2014; 18:410-418

26. Montemezzo D, Vieira DS, Tierra-Criollo CJ, Britto RR, Velloso M, Parreira VF. Influence of 4 interfaces in the assessment of maximal respiratory pressures. *Respir Care* 2012; 57:392-398
27. Portney, L.G, Watkins, M.P. *Foundations of clinical research applications to practice*. New Jersey: Pearson/Prentice Hall; 2009
28. Bruton A. A pilot study to investigate any relationship between sustained maximal inspiratory pressure and extubation outcome. *Heart Lung* 2002; 31:141-149
29. Mcardle W, Katch F, Katch V. *Fisiologia do Exercício – Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2011
30. Enright S, Unnithan VB, Davies D. Reproducibility of measurements of inspiratory work capacity in cystic fibrosis patients. *Respir Physiol Neurobiol* 2006; 150:35-43

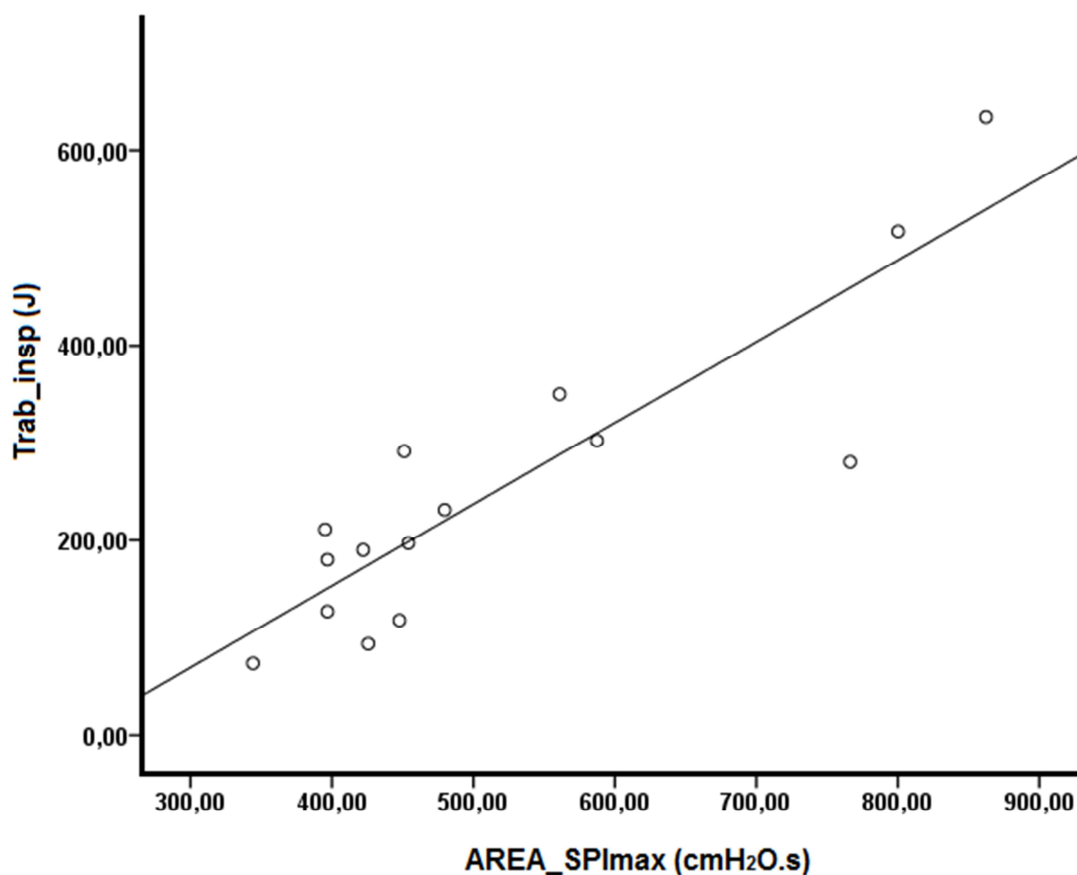


Figura 1. Dispersão da AREA_SPImax e Trab_insp para 15 participantes com a reta da regressão linear. $R^2=0,78$; $p<0,0001$

AREA_SPImax: área sob a curva pressão-tempo do teste de pressão inspiratória máxima sustentada, cmH₂O.s: centímetros de água multiplicado por segundos, J: joule, R^2 : coeficiente de determinação, Trab_insp: trabalho inspiratório externo total resultante do teste de *endurance*.

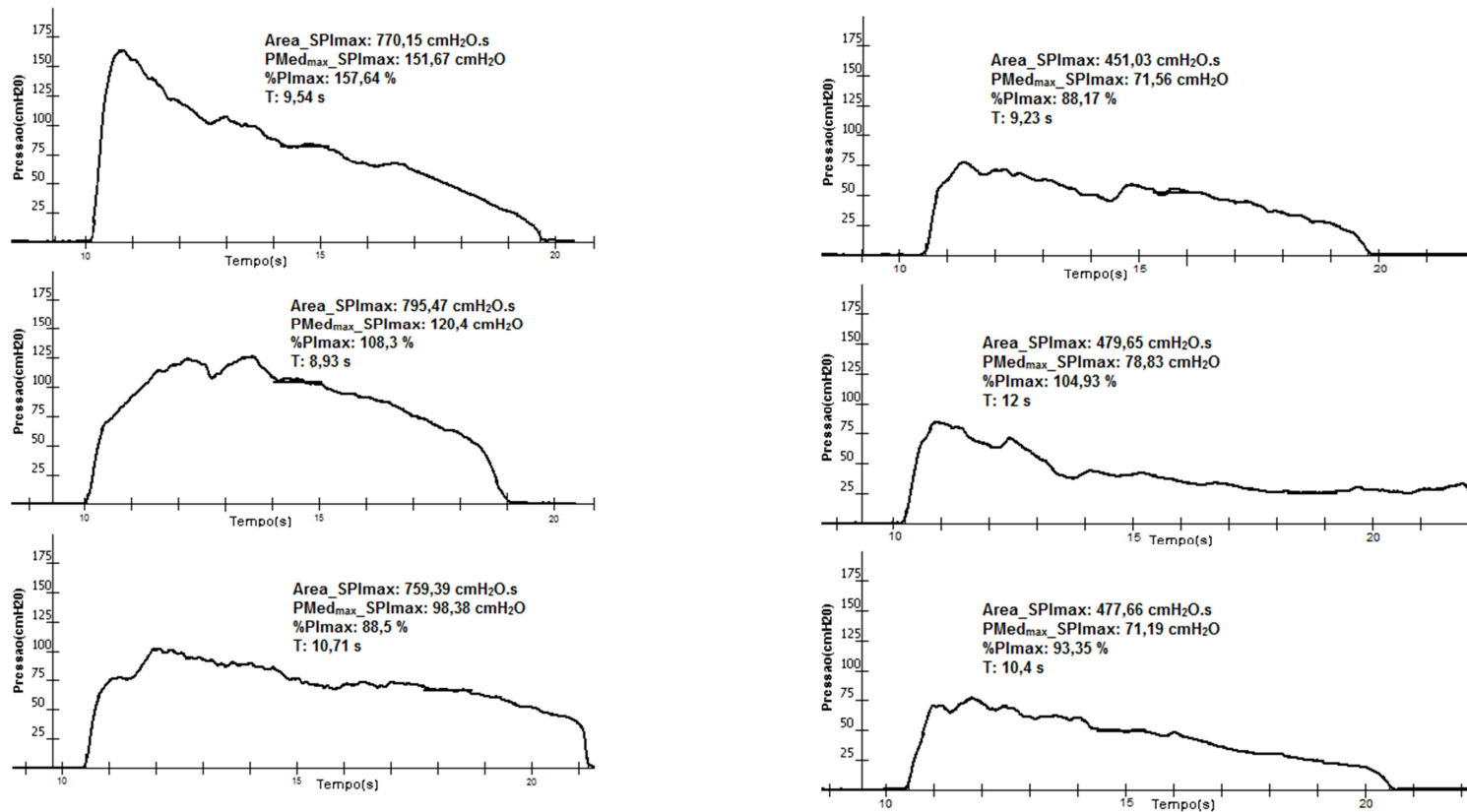


Figura 2. Registros individuais da área sob a curva pressão-tempo dos testes de pressão inspiratória máxima sustentada.

A) homens, B) mulheres. AREA_SPImax: área sob a curva pressão-tempo do teste pressão inspiratória máxima sustentada, cmH₂O: centímetros de água, cmH₂O.s: centímetros de água multiplicado por segundos, PMed_{MAX}_SPImax: pressão média máxima do teste pressão inspiratória máxima sustentada, %PImax: percentual da pressão inspiratória máxima prevista, s: segundos, T: tempo de sustentação da manobra

Tabela 1. Características demográficas, antropométricas, função pulmonar, força muscular inspiratória e o nível de atividade física dos participantes do estudo

Características	n= 15
Idade (anos)	29,2 (24,94-33,46)
Sexo, masculino/feminino	4/11
IMC (kg/m ²)	22,56 (21,07-24,05)
CVF (%)	95,7 (90,6-100,8)
VEF ₁ (%)	97,5 (92,4-102,6)
VEF ₁ /CVF(%)	101,7 (98,3-104,9)
PMed _{MAX} _PImax (%)	81,4 (79,4-96,2)
EAA_PAH	90,6 (87,95-93,25)

Valores apresentados como média e intervalo de confiança de 95% da média. CVF: capacidade vital forçada, EAA_PAH: escore ajustado de atividade do questionário Perfil de Atividade Humana, IMC: índice de massa corporal, PMed_{MAX}_PImax: pressão média máxima do teste pressão inspiratória máxima, VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo, VEF₁/CVF: relação volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada.

Tabela 2. Testes da função muscular inspiratória

	n= 15	
	media \pm DP	mediana (Q ₁ -Q ₃)
<i>SPI</i> max		
Área sob a curva (cmH ₂ O.s)	519,30 \pm 163,41	451,03 (396,76-587,31)
P _{Med} MAX (cmH ₂ O) ^a	75,21 \pm 23,17	71,56 (55,46-79,52)
P _{PICO} (cmH ₂ O) ^b	81,06 \pm 25,36	77 (60-84)
<i>PI</i> max		
P _{Med} MAX (cmH ₂ O) ^a	81,23 \pm 22,97	72,17 (54,46-79,52)
P _{PICO} (cmH ₂ O) ^b	89,6 \pm 24,11	84 (72-103)
<i>Endurance</i>		
Trabalho inspiratório total (J)	253,06 \pm 154,67	211 (127-302)
Carga inspiratória (cmH ₂ O)	48,57 \pm 13,79	43 (40-56)

Dados apresentados em média \pm (desvio padrão) ou mediana (primeiro e terceiro quartis)

cmH₂O.s: centímetros de água multiplicado por segundos, J: Joule, *PI*max: pressão inspiratória máxima, P_{Med}MAX: pressão média máxima, P_{PICO}: pico de pressão, *SPI*max: pressão inspiratória máxima sustentada

^aTeste de Wilcoxon: $p > 0,05$ P_{Med}MAX_*SPI*max vs P_{Med}MAX_*PI*max

^bTeste de Wilcoxon: $p > 0,05$ P_{PICO}_ *SPI*max vs P_{PICO}_ *PI*max

Tabela 3. Distribuição das respostas segundo a percepção dos participantes sobre os testes de função muscular inspiratória

	Respostas	n (%)	
Explicações e comandos verbais de ambos os testes	Fácil entendimento	15 (100)	
	Um pouco confuso	0 (0)	
	Difícil entendimento	0 (0)	
SPImax			
	Sensação de cansaço	Forte	0 (0)
		Moderado	2 (13,3)
		Fraco	11 (73,4)
Nenhum		2 (13,3)	
Equipamento	Confortável	7 (46,7)	
	Desconfortável	5 (33,3)	
	Outros (razoavelmente desconfortável/ incômodo pelo uso do clip nasal/ levemente desconfortável)	3 (20)	
Endurance muscular inspiratória			
	Sensação de cansaço	Forte	1 (6,7)
		Moderado	6 (40)
		Fraco	6 (40)
		Nenhum	2 (13,3)
	Equipamento	Confortável	4 (26, 7)
		Desconfortável	9 (60)
		Outro (incômodo pela saliva acumulada)	2 (13,3)
	Interrupção do teste	Não abriu a válvula	6 (40)
		Acúmulo de saliva	4 (26,7)
		Dor ou desconforto	1 (6,67)

	Dificuldade para respirar	2 (13,3)
	Outro (orientação do examinador)	2 (13,3)
	Sim, por se tratar de indicação	1 (6,7)
	Sim, sem restrições	13 (86,6)
	Não usaria	1 (6,7)

Tratamento com os equipamentos utilizados

SPImax: pressão inspiratória máxima sustentada

4 ARTIGO 2

Caracterização da demanda metabólica aeróbia e das respostas fisiológicas do teste de AVD Glittre

Characterization of aerobic metabolic demand and physiological responses of the Glittre ADL test

Autores: Dayane Montemezzo, Danielle Aparecida Gomes Pereira, Giane Amorim Ribeiro-Samora, Armando Aguiar de Souza Cruz Neto, João Antônio da Silva Júnior, Raquel Rodrigues Britto.
Periódico: Após parecer da banca examinadora, este artigo será traduzido para a língua inglesa e submetido ao *Respiratory Physiology & Neurobiology* (<http://www.journals.elsevier.com/respiratory-physiology-and-neurobiology>).

Título

Caracterização da demanda metabólica aeróbia e das respostas fisiológicas do teste de AVD *Glittre*

Characterization of aerobic metabolic demand and physiological responses of the Glittre ADL test

Autores

Dayane Montemezzo, Fisioterapeuta, Mestre, Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Ciências da Reabilitação – Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, Brasil.

Danielle Aparecida Gomes Pereira, Fisioterapeuta, PhD, Professora Adjunta do Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG, Belo Horizonte-MG, Brasil.

Giane Amorim Ribeiro-Samora, Fisioterapeuta, PhD, Pós doutoranda em Desempenho Cardiorrespiratório – Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, Brasil.

Armando Aguiar de Souza Cruz Neto, Engenheiro Mecânico, Mestrando do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Estruturas – Laboratório de Engenharia de Segurança Contra Incêndio e *Light Steel Frame* (LINCE) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, Brasil.

João Antônio da Silva Júnior, Médico, Mestrando do Programa de Pós Graduação em Ciências da Reabilitação – Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, Brasil.

Raquel Rodrigues Britto, Fisioterapeuta, PhD, Professora Associada do Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG, Belo Horizonte-MG, Brasil.

Nome da Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais

Recursos: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Cnpq).

Conflito de Interesse: Os autores declaram não haver conflitos de interesse

Autor de correspondência:

Raquel Rodrigues Britto

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais – Departamento de Fisioterapia - Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare)

Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha -CEP: 31.270-091 - Belo Horizonte-MG, Brasil

Telefone: 3409 4783

Endereço eletrônico: r3britto@gmail.com

Resumo

O objetivo deste estudo foi caracterizar a demanda metabólica aeróbia no estado estável do consumo de oxigênio (VO_2) do teste de atividade de vida diária (AVD) *Glittre* (T*Glittre*), e avaliar as respostas fisiológicas induzidas. Participantes com prova de função pulmonar normal realizaram o T*Glittre* com análise direta dos gases expirados. O T*Glittre* foi finalizado quando os participantes completaram cinco voltas, sendo o tempo de execução registrado. Os dados obtidos do VO_2 foram submetidos a técnicas estatísticas baseadas na análise de séries temporais. O tempo médio gasto para a execução do T*Glittre* foi de 2,43 minutos (IC95%: 2,24-2,62); destes, 1,24 minutos (IC95%: 1,15-1,34) foram necessários para atingir o estado estável. O VO_2 para realizar o teste correspondeu a 61,6% do VO_2 máximo previsto. A frequência cardíaca (FC) atingida representou 71,5% da FC máxima prevista. A ventilação foi correspondente a 27,4% da reserva ventilatória. O T*Glittre* é um teste submáximo que atinge o estado estável, cujo gasto metabólico médio equivale a atividades cotidianas de moderada intensidade.

Palavras chave: consumo de oxigênio, exercício, teste de esforço, atividades cotidianas

Abstract

The aim of this study was characterize the aerobic metabolic demand at steady state oxygen consumption (VO_2) of the *Glittre* activities of daily living (ADL) test (T*Glittre*), and evaluate the induced physiological responses. Participants with normal pulmonary function performed the T*Glittre* connected to a portable gas analyser. The

TGlittre was ended when the participants completed five laps, and the running time was recorded. The VO_2 data obtained was submitted to statistical techniques based on time series analysis. The mean time spent to perform the TGlittre was 2.43 minutes (CI95%: 2.24-2.62); of these, 1.24 minutes (CI95%: 1.15-1.34) were necessary to achieve the steady state. VO_2 to perform the test corresponded to 61.6% of the maximum predicted VO_2 . Heart rate (HR) reached represented 71.5% of maximal HR predicted. Ventilation was equivalent to 27.4% of ventilatory reserve. TGlittre is a submaximal test that maintains a steady state, which the average metabolic expenditure is equivalent to moderate intensity activities of daily living.

Keywords: oxygen consumption, exercise, exercise test, activities of daily living

Pontos-chave

- O TGlittre foi desenvolvido para avaliar a capacidade funcional em realizar AVD
- O gasto metabólico médio do TGlittre equivale a atividades de moderada intensidade
- O TGlittre é um teste de intensidade submáximo que atinge o estado estável do VO_2

1. Introdução

O teste de atividades de vida diária (AVD) *Glittre* foi desenvolvido para avaliar a capacidade funcional de indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) em realizar as atividades do dia a dia. A aplicação desse teste possibilita estimar o tempo gasto para desenvolver um conjunto de atividades dinâmicas sistematizadas, como caminhada, subida/descida de degraus, uso dos membros superiores, carregamento de peso e mudança de posição corporal. As atividades que compõem o teste representam aquelas comuns e essenciais no dia a dia (Dechman and Scherer, 2008; Skumlien et al., 2006).

A avaliação das habilidades para a realização das AVD por meio dos testes de campo utilizados na prática clínica é insuficiente, pois nesses testes é utilizado um único tipo de atividade, frequentemente caminhada, e não atividades representativas das tarefas cotidianas (Corrêa et al., 2011). A perspectiva de avaliação da capacidade funcional por meio da aptidão para realizar as AVD torna-se uma vantagem do emprego do teste de AVD *Glittre* (T*Glittre*), uma vez que identificam-se tarefas padronizadas, diferenças ergonômicas e ajustes fisiológicos semelhantes entre o teste e as atividades do dia a dia. Além disso, a capacidade funcional é melhor predita em testes integrativos e autorregulados do que naqueles focados em um único componente de estrutura ou função física (Neder, 2011; Pitta et al., 2005).

Para ampliar o corpo de conhecimento sobre aplicabilidade do T*Glittre* é necessário investigar as reais demandas que o teste representa. Como o consumo de oxigênio (VO_2) é considerado um marcador da integração dos sistemas ventilatório, cardiovascular e metabólico (Richardson, 2003), a sua utilização para avaliar a contribuição do sistema aeróbio na demanda metabólica do T*Glittre*, pode

fornecer dados importantes sobre os ajustes fisiológicos e orientar a escolha do procedimento de avaliação da capacidade funcional mais apropriado para cada situação clínica. Sendo assim, o presente estudo propõe-se a caracterizar a demanda metabólica aeróbia, no estado estável, do TGlitre em indivíduos aparentemente saudáveis, e avaliar as respostas cardiovasculares e ventilatórias do teste.

2. Métodos

2.1 Participantes

Os participantes foram recrutados da comunidade em geral, caracterizando uma amostra não probabilística. Foram considerados elegíveis indivíduos aparentemente saudáveis com idade entre 18 e 59 anos. Para inclusão dos participantes na amostra foram considerados os seguintes critérios: apresentar índice de massa corpórea (IMC) eutrófico ou sobrepeso (18,5-29,9 kg/m²) (WHO, 2014); apresentar parâmetros espirométricos dentro dos valores da normalidade (Pereira et al., 2007); não apresentar história de tabagismo (Corrêa et al., 2011); não relatar história de doenças neuromusculares, respiratórias e/ou cardíacas; não apresentar problemas ortopédicos e/ou neurológicos limitantes à realização de deambulação; e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os critérios de exclusão foram: apresentar pressão arterial (PA) em repouso maior ou igual que 160/105 mmHg (SBC, 2010) e/ou saturação periférica da hemoglobina em oxigênio (SpO₂) menor que 90% (Goldstein et al., 1989) e/ou frequência cardíaca (FC) maior que 120 bpm (ATS, 2002) antes da execução dos testes; apresentar

incapacidade de compreender e/ou executar os procedimentos do protocolo deste estudo.

2.2 Procedimentos

Os procedimentos foram realizados em um único dia pela mesma equipe de pesquisadores treinados. Previamente aos testes os participantes foram instruídos a manter os hábitos alimentares, não praticar atividade física extenuante 12 horas antes e usar vestimentas adequadas para realização de testes de campo. Inicialmente os participantes foram submetidos a uma entrevista relativa ao histórico de saúde e ao nível de atividade física. Em seguida foram aferidos massa corporal e estatura (balança calibrada com estadiômetro acoplado - Filizola® Indústria Ltda, São Paulo-SP, Brasil), e os seguintes dados vitais: PA (estetoscópio *Littman®*, *Classic II*, *Natick-MA*, *USA* e esfigmomanômetro *Tycos®*, *Welch Allyn*, *New York-NY*, *USA*); frequência respiratória (FR) (cronômetro *Sport Timer®*, *Hong Kong*, *China*); FC e SpO₂ (oxímetro, *Ohmeda TuffSat®*, *GE Healthcare*, *London*, *Natick-MA*). Após foi realizada a prova de função pulmonar (espirômetro *Koko® PTF*, *nSpire Health*, *Louisville-KY*, *USA*) conforme diretrizes de função pulmonar da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT) (PEREIRA, 2002). O espirômetro foi acoplado ao conjunto filtro-bocal descartáveis e calibrado previamente ao teste, conforme as recomendações do fabricante. Os valores medidos foram selecionados e utilizados para obter a melhor curva espirométrica, cujos valores resultantes foram comparados aos previstos (Pereira et al., 2007) para idade, sexo, altura e peso. Os participantes cujos valores atingiram, no mínimo, 80% do previsto, realizaram o TGlitre.

Durante TGlittre foi utilizado um analisador de gases portátil (*MetaMax® 3B; Metasoft Cortex, Leipzig-SN, Germany*), que fornece variáveis ventilatórias e metabólicas por medida direta dos gases expirados, respiração a respiração, sendo capaz de transmiti-las *on line* por até 800 metros. Apresenta medidas confiáveis, válidas e estáveis (Macfarlane and Wong, 2012). Previamente ao início do teste o sistema permaneceu ligado por, pelo menos, 30 minutos e em seguida foi executada a calibração, conforme determinação do fabricante. A calibração envolveu, respectivamente, as seguintes etapas: (1) pressão barométrica conforme leitura atual do barômetro no local do teste; (2) análise dos gases do ar ambiente e de uma concentração conhecida de gás padrão (12% de O₂, 5% de CO₂, balanço de N₂); e (3) volume, por meio de uma seringa de três litros (*Hans Rudolph®, Inc. Missouri, Kansas-MO, USA*) acoplada à turbina digital.

Para a realização do TGlittre, o participante recebia as instruções e a demonstração deste, bem como a explicação da escala de percepção subjetiva de esforço (escala de *Borg*). Em seguida, foram colocadas a cinta do cardiofrequencímetro (*Polar®, HR Transmitter Belt H7, Kempele-OL, FIN*) ao nível da linha intermamária e a máscara de silicone (*Cortex® Face Mask, dark blue, Leipzig-SN, Germany*) adequada ao tamanho da face do participante, ajustada por meio de um fixador cefálico. Na extremidade distal da máscara foram acopladas a turbina digital bidirecional de volume e a linha de amostragem dos gases expirados.

Antes do início do teste, o participante permanecia sentado enquanto os dados vitais (PA, FC, FR e SpO₂) eram aferidos e, em seguida, registrava-se as respostas fisiológicas durante um minuto de repouso. O TGlittre foi realizado em corredor plano de 10 metros, conforme descrito por Skumlien et al. (2006) (Fig. 1). O corredor foi delimitado por uma cadeira e uma estante, com uma escada no meio do

percurso. Durante o teste os participantes carregaram uma mochila com peso total de 2,5 kg para mulheres e 5 kg para homens, destes 0,6 kg eram relativos ao equipamento. Os participantes eram orientados a levantar-se da cadeira e caminhar em direção a uma escada com dois degraus (17 cm x 27 cm) para subir e dois para descer, e seguir em direção a estante cuja prateleira superior continha três objetos (1 kg cada). Os três objetos eram movidos, um a um, da prateleira superior (cintura escapular) para a prateleira inferior (cintura pélvica) e, em seguida, para o chão e, deste para prateleira inferior, e depois para a prateleira superior. Finalmente, era realizado o percurso de volta em direção a cadeira. A volta era considerada completa no momento que o participante sentava-se na cadeira. O teste era finalizado quando os participantes completavam cinco voltas, sendo o tempo de execução registrado. Nenhum estímulo verbal foi oferecido durante o teste. No caso de algum desconforto, foi permitido ao participante interromper o teste.

Inserir figura 1

Ao finalizar o teste, o participante permanecia sentado enquanto os dados vitais (PA, FC, FR e SpO₂) e a percepção subjetiva de esforço eram aferidos e, em seguida, eram registradas as respostas fisiológicas durante um minuto de repouso. O sistema de análise de gases era retirado e o participante permanecia sentado até completar cinco minutos, quando os dados vitais (PA, FC, FR e SpO₂) eram novamente aferidos.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da instituição sob o protocolo número CAAE: 21864913.7.0000.5149. Os participantes foram informados

e instruídos quanto aos procedimentos, sendo estes realizados após a leitura e assinatura do TCLE.

2.3 Processamento dos dados e análise estatística

O processamento dos dados relativos à demanda metabólica aeróbia do TGlittre consistiu no emprego de ferramentas matemáticas de modelagem e análises baseadas em sistemas dinâmicos não lineares. Para isso foram realizadas as seguintes etapas: (1) modelagem matemática de um algoritmo de sexta ordem (HOOGEVEEN and KEIZER, 2003) representativo do comportamento do VO_2 adquirido durante o TGlittre; (2) submissão a um comitê de *experts* para análise visual do modelo; (3) análise de séries temporais (Latorre and Cardoso, 2001) a fim de descrever o comportamento do VO_2 ao longo do teste, baseada na remoção de ruídos por meio de um filtro de média móvel centrada de 15 respirações; (4) identificação do estado estável do VO_2 caracterizado pelo tempo, em segundos, no qual VO_2 manteve-se estável com variação média de 5%. A Fig.2 ilustra detalhadamente o processamento da análise de séries temporais dos dados do VO_2 de um participante.

Inserir figura 2

A distribuição dos dados foi avaliada pelo teste *Shapiro-Wilk*. Dados relativos às características dos participantes e do TGlittre foram reportados em medidas de tendência central (média ou mediana), dispersão (intervalo de confiança de 95% da média– IC95% ou primeiro e terceiro quartis – Q_1 - Q_3) e frequência absoluta, n. O teste t ou de *Wilcoxon* foi aplicado para comparação das médias (PORTNEY LG,

2009). Foi considerado nível de significância $p < 0,05$. Os programas *Microsoft Office Excel* (*Excel®*, Redmond-WA, USA), versão 10.0, *MATrix LABORatory* (*MATLAB®*, Natick-MA, USA), versão 13.0 e *Statistical Package for Social Science* (*SPSS®*, Chicago-IL, USA), versão 15.0 foram utilizados para processar as análises.

3. Resultados

Foram elegíveis 42 voluntários, sendo 11 excluídos devido a prova de função pulmonar (seis não atingiram os critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade, conforme a SBPT (PEREIRA, 2002), e cinco não atingiram os valores normativos previstos para a população brasileira (Pereira et al., 2007)). Sendo assim, 31 participantes realizaram o TGlittre, dos quais, após a análise dos dados processados, um foi excluído devido à qualidade técnica inadequada do teste e dois por não atingirem a estabilidade do VO_2 . Desta forma, os testes de 28 adultos aparentemente saudáveis foram incluídos no estudo. Todos os participantes conseguiram finalizar as cinco voltas do teste, sem necessidade de interrupção.

A Tabela 1 mostra as características demográficas, antropométricas e espirométricas dos 28 participantes deste estudo, sendo a maioria do sexo feminino (66,7%).

Inserir tabela 1

Para a execução do TGlittre, o tempo médio gasto para foi de 145,86 segundos (IC95%: 134,39-157,32), correspondente a 2,43 minutos (IC95%: 2,24-2,62). Para atingir o estado estável do VO_2 , os participantes levaram, em média,

74,68 segundos (IC95%: 69,20-80,15), equivalente a 1,24 minutos (IC95%: 1,15-1,34). A Fig. 3 ilustra um modelo esquemático da demanda metabólica aeróbia do TGlitre, incluindo o estado estável.

Inserir figura 3

Na Tabela 2 estão apresentadas as respostas fisiológicas no repouso e no estado estável do TGlitre. É possível observar que, do repouso para o estado estável, houve aumento do VO_2 de, aproximadamente, cinco vezes, da ventilação (VE) em 3,5 vezes e do pulso de oxigênio (PuO_2) em três vezes. Além disso, houve um aumento de 89% da FR e de 60% da FC.

Inserir tabela 2

Com relação ao comportamento da PA antes e após o TGlitre, houve um aumento significativo tanto da pressão arterial sistólica (PAS) [100 (Q_1 - Q_3 : 90-100) *versus* 120 (Q_1 - Q_3 : 110-130) mmHg; $p < 0,0001$] quanto da pressão arterial diastólica (PAD) [60 (Q_1 - Q_3 : 60-70) *versus* 70 (Q_1 - Q_3 : 70-80) mmHg; $p < 0,0001$]. A SpO_2 antes e após o teste apresentou-se dentro dos parâmetros de normalidade, variando entre 95 e 99%.

4. Discussão

O presente estudo encontrou como principal achado que o estado estável no VO_2 foi alcançado no TGlitre, caracterizando-o, juntamente com as respostas

cardiovasculares e ventilatórias, como submáximo. Apesar do TGlittre ser composto por atividades cíclicas e apresentar duração relativamente curta, o estado estável no VO_2 foi alcançado aproximadamente na metade do teste (51,2%) (ACSM, 2003; Ekelund and Holmgren, 1965). Do ponto de vista fisiológico, o estado estável caracteriza-se quando ocorre um equilíbrio entre a demanda e a oferta de oxigênio. No início do exercício, ajustes cardiovasculares e respiratórios aumentam exponencialmente para atender a demanda periférica, até atingir um platô, a partir do qual a captação de oxigênio se mantém estável ao longo do exercício (Ekelund and Holmgren, 1965; Hughson et al., 2001). Clinicamente, o estado estável reflete dois importantes momentos: (1) os ajustes fisiológicos no débito cardíaco, na ventilação pulmonar, na circulação periférica e na extração periférica de oxigênio, atendendo assim às demandas da musculatura esquelética ativa; e (2) a ressíntese aeróbia do trifosfato de adenosina (ATP) que fornece a energia necessária para a manutenção do exercício, em condições predominantemente oxidativas (Hughson et al., 2001).

Outras respostas fisiológicas obtidas durante o teste confirmam seu caráter submáximo e indicam que trata-se de um teste de intensidade moderada. A mediana do VO_2 no estado estável representou 61,6% do VO_2 máximo previsto para população brasileira (Almeida et al., 2014), a FC atingida correspondeu a 71,5% da FC máxima prevista (Tanaka et al., 2001), e a razão de troca respiratória (R) manteve-se abaixo de 1,0 (Balady et al., 2010). Adicionalmente, o dispêndio energético foi, em média, de 6,4 MET - equivalente metabólico de oxigênio, que corresponde a atividades cotidianas como subir ladeiras sem carregar peso, participar de jogos recreativos e caminhar a 6,4 km/h (Ainsworth et al., 2011).

Recentemente, dois trabalhos avaliaram as respostas fisiológicas, incluindo análise de gases expirados, induzidas pelo TGlittre em indivíduos com DPOC. Para reportar os resultados das variáveis estudadas, Karloh et al. (2014) consideraram a média das variáveis dos últimos 15 segundos do TGlittre, correspondente a quinta volta, enquanto que Tufanin et al. (2014) consideraram os dados registrados ao final de cada volta do teste. Apesar das diferenças metodológicas e do VO_2 individual apresentar um comportamento irregular, o que pode ser explicado pela diversidade do conjunto de atividades que compõem o teste, em ambos os estudos os autores afirmam que as variáveis fisiológicas (Tufanin et al., 2014), e o VO_2 (Karloh et al., 2014) alcançaram o estado estável próximo da metade do teste, ou seja, após a terceira volta, o que corrobora os nossos resultados. No entanto, no presente estudo, o estado estável do VO_2 foi originado de um modelo estatístico de séries temporais. Esta técnica tem a intenção de identificar padrões não aleatórios de comportamento da variável de interesse, ao longo do tempo, permitindo fazer previsões e orientar a tomada de decisões (Latorre and Cardoso, 2001): Desta forma, o modelo empregado foi capaz de retratar o estado estável com precisão e a real demanda metabólica aeróbia imposta pelo TGlittre.

Em relação ao comportamento das variáveis ventilatórias, o aumento da VE ocorreu proporcionalmente pelo incremento na FR e no volume corrente (VC), os quais aumentaram 1,9 vezes do valor de repouso. Além disso, o TGlittre dispendeu 27,4% da reserva ventilatória (RV) (Neder et al., 1999). Estas respostas reforçam as características de um teste de intensidade submáxima, pois os valores de FR, VC, VE e RV atingidos estão abaixo de valores reportados na literatura para um exercício máximo (2003; Neder and Nery, 2002).

A resposta pressórica apresentou comportamento fisiológico, sendo observado um aumento de 20 mmHg na PAS e de 10 mmHg na PAD, proporcional ao aumento do MET imposto pelo exercício (Passaro, 1997). Nos participantes deste estudo a SpO₂ manteve-se dentro dos parâmetros de normalidade, o que seria esperado por se tratar de adultos jovens e aparentemente saudáveis.

O tempo médio gasto para cumprir as cinco voltas do TGlittre foi 2,43 minutos (IC95%: 2,24-2,62). No estudo de Corrêa et al. (2011), o grupo controle (n=10) levou 3,3 minutos (IC95%: 2,8-3,8) para cumprir o protocolo do teste. Uma vez que em ambos os estudos os participantes apresentaram prova de função pulmonar e IMC normais, essa diferença deve-se provavelmente à menor idade [29 anos (95%IC: 26,1-31,46)] dos participantes deste estudo em relação ao trabalho de Corrêa et al. (2011) [63 anos (IC95%: 49,4-77,5)].

Algumas limitações deste estudo podem ser consideradas: (1) não foi realizado um teste de exercício cardiopulmonar máximo, padrão ouro para avaliação da capacidade funcional, sendo assim os dados apresentados em relação aos valores máximos foram estimados por equações preditivas para a população brasileira; (2) os resultados se basearam nas respostas fisiológicas e no estado estável, no qual o metabolismo aeróbio é predominante, portanto não é possível fazer inferência sobre o metabolismo anaeróbio. Futuros trabalhos poderão contribuir para reforçar os resultados do presente estudo e determinar a demanda metabólica com os componentes anaeróbio e aeróbio do teste.

Na prática clínica, o protocolo do TGlittre atende à premissa de uma medida padronizada da capacidade funcional frente a similaridade das situações da vida real. É um teste que engloba um exercício dinâmico, com tempo adequado para os ajustes fisiológicos atingirem um determinado grau de estabilidade e autorregulado

pelo indivíduo (Neder, 2011). Sendo assim, por se tratar de um teste integrativo, de fácil aplicabilidade e sem efeitos adversos (Dechman and Scherer, 2008; Skumlien et al., 2008; Skumlien et al., 2006), seu emprego poderia mimetizar as AVD, complexas para reproduzi-las em ambiente controlado. A grande maioria dos estudos que aplicou o TGlittre para avaliar a capacidade funcional foram realizados com indivíduos com DPOC (Corrêa et al., 2011; Karloh et al., 2014; Skumlien et al., 2008; Skumlien et al., 2006; Tufanin et al., 2014). Assim, são necessários estudos sobre a aplicabilidade do teste em outras condições da saúde.

Por fim, apesar do TGlittre não ter sido desenvolvido para pessoas aparentemente saudáveis, o VO_2 atingiu o estado estável, e os ajustes cardiovasculares, ventilatórios e metabólicos indicam tratar-se de um teste submáximo, cujo gasto metabólico médio equivale a atividades cotidianas de moderada intensidade.

5. Referências

- Ainsworth, B.E., Haskell, W.L., Herrmann, S.D., Meckes, N., Bassett, D.R., Tudor-Locke, C., Greer, J.L., Vezina, J. Whitt-Glover, M.C., Leon, S., 2011. Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc.* 43:1575-1581.
- Almeida, A.E., Stefani, C.D., Nascimento, J.A., Almeida, N.M., Santos, A.D., Ribeiro, J.P., Stein, R., 2014. An Equation for the Prediction of Oxygen Consumption in a Brazilian Population. *Arq Bras Cardiol* [in press].
- American College of Sports Medicine (ACSM), 2003. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. 6ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- American Thoracic Society/American College of Chest Physicians (ATS/ACCP) Statement on cardiopulmonary exercise testing, 2003. *Am J Respir Crit Care Med.* 167:211-277.
- American Thoracic Society (ATS) statement: guidelines for the six-minute walk test, 2002. *Am J Respir Crit Care Med.* 166:111-117.
- Balady, G.J., Arena, R., Sietsema, K., Myers, J., Coke, L., Fletcher, G.F., Forman, D., Franklin, B., Guazzi, M., Gulati, M., Keteyian, S.J., Lavie, C.J., Macko, R., Mancini, D., Milani, R.V., 2010. Clinician's Guide to Cardiopulmonary Exercise Testing in Adults: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation.* 122:191-225.
- Corrêa, K.S., Karloh, M., Martins, L.Q., Santos, K., Mayer, A.F., 2011. Can the Glittre ADL test differentiate the functional capacity of COPD patients from that of healthy subjects? *Rev Bras Fisioter.* 15:467-473.
- Dechman, G., Scherer, S.A., 2008. Outcome Measures in Cardiopulmonary Physical Therapy: Focus on the Glittre ADL-Test for People with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Cardiopulm Phys Ther J.* 19:115-118.
- Ekelund, L.G., Holmgren, A., 1965. Steady State Diffusing Capacity during Prolonged, Non-Steady State Sitting Exercise in Ordinarily Trained Young Men. *Acta Physiol Scan.* 65:143-152.
- Goldstein, R., De Rosie, J., Long, S., Dolmage, T., Avendano, M.A., 1989. Applicability of a threshold loading device for inspiratory muscle testing and training in patients with COPD. *Chest.* 96:564-571.
- Hoogeveen, A.R., Keizer, H.A., 2003. The VO_2 overshoot at the of constant-load exercise in elite cyclist: an undescribed phenomenon. *JEPonline.* 6:34-41.
- Hughson, R.L., Tschakovsky, M.E., Houston, M.E., 2001. Regulation of oxygen consumption at the onset of exercise. *Exerc Sport Sci Rev.* 29:129-133.

- Karloh, M., Karsten, M., Pissaia, F.V., Araujo, C.L., Mayer, A.F., 2014. Physiological responses to the Glittre-ADL test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Rehabil Med.* 46:88-94.
- Latorre, M.R.O., Cardoso, M.R.A., 2001. Análise de séries temporais em epidemiologia: uma introdução sobre os aspectos metodológicos. *Rev Bras Epidemiol.* 1:145-1152.
- Macfarlane, D.J., Wong, P., 2012. Validity, reliability and stability of the portable Cortex Metamax 3B gas analysis system. *Eur J Appl Physiol.* 112: 2539-2547.
- Neder, J.A., 2011. Six-minute walk test in chronic respiratory disease: easy to perform, not always easy to interpret. *J Bras Pneumol.* 37:1-3.
- Neder, J.A., Andreoni, S., Lerario, M.C., Nery, L.E., 1999. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res.* 32:719-727.
- Neder, J.A., Nery, L.E., 2002. Teste de Exercício Cardiopulmonar. *J Bras Pneumol.* 28:166-206.
- Passaro, L.C., 1997. Resposta cardiovascular na prova de esforço: pressão arterial sistólica. *Rev Bras Med Esport.* 3:6-10.
- Pereira, C.A., Sato, T., Rodrigues, S.C., 2007. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J Bras Pneumol.* 33:397-406.
- Pereira, C.A.C., 2002. Espirometria. *J Pneumol.* 28:S1-S22.
- Pitta, F., Troosters, T., Spruit, M.A., Probst, V.S., Decramer, M., Gosselink, R., 2005. Characteristics of physical activities in daily life in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 171:972-977.
- Portney, L.G., Watkins, M.P., 2009 Comparing two means: the t-test. in: Portney, L.G., Watkins, M.P. (Eds.), *Foundations of clinical research applications to practice.* Pearson/Prentice Hall, New Jersey, pp. 433-450.
- Richardson, R.S., 2003. Oxygen transport and utilization: an integration of the muscle systems. *Adv Physiol Educ.* 27:183-191.
- Skumlien, S., Hagelund, T., Bjortuft, O., Ryg, M.S.A., 2006. field test of functional status as performance of activities of daily living in COPD patients. *Respir Med.* 100:316-323.
- Skumlien, S., Aure, S.E., Skrede, Ryg. M., Bjortuft, O., 2008. Endurance or resistance training in primary care after in-patient rehabilitation for COPD? *Respir Med.* 102:422-429.

Sociedade Brasileira de Cardiologia/Sociedade Brasileira de Hipertensão/Sociedade Brasileira de Nefrologia. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão, 2010. Arq Bras Cardiol. 95(supl.1): S1-S51.

Tanaka, H., Monahan, K.D., Seals, D.R., 2001. Age-predicted maximal heart rate revisited. J Am Coll Cardiol. 37:153-156.

Tufanin, A., Souza, G.F., Tisi, G.R., Tufik, S., Mello, M.T., Nascimento, O.A., Jardim, J.R., 2014. Cardiac, ventilatory, and metabolic adjustments in chronic obstructive pulmonary disease patients during the performance of Glittre activities of daily living test. Chron Respir Dis. 11:247-455.

World Health Organization. Organization. WHO. Global database on body mass index (BMI). WHO, 2014.

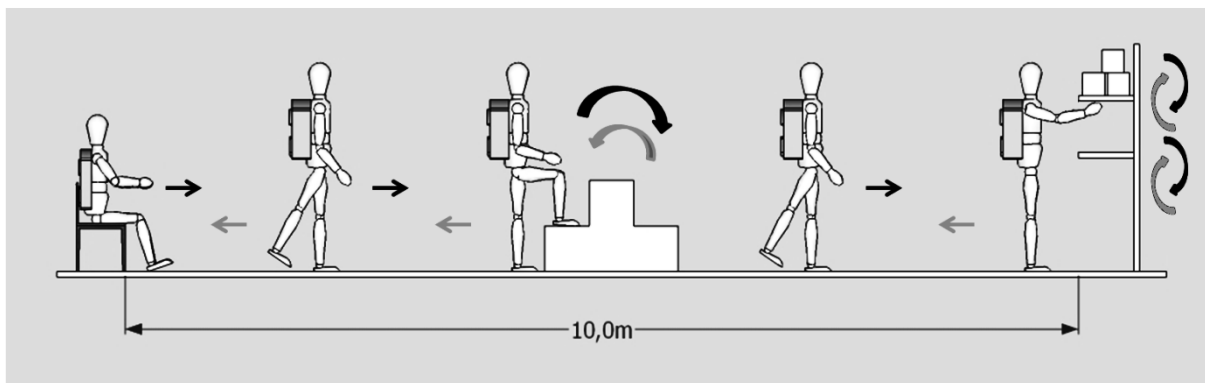


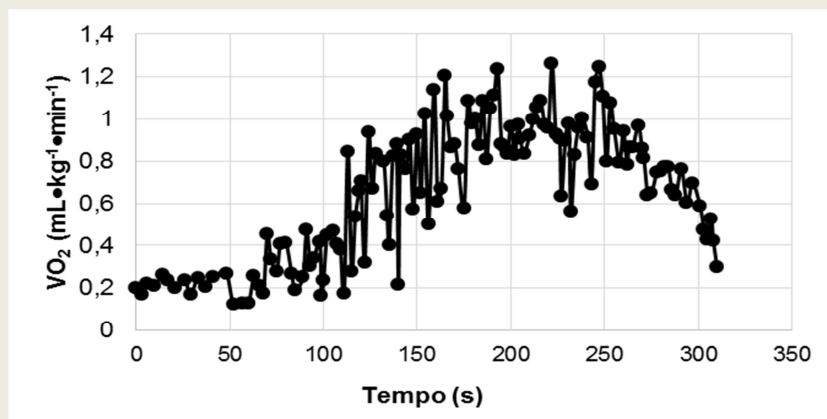
Fig. 1. Representação esquemática de uma volta do teste de AVD *Glittre*.

As setas pretas indicam a ida e as setas cinzas o retorno de cada volta.

Fonte: acervo do LabCare

Procedimentos de análise de séries temporais

A) Dados brutos do VO₂:

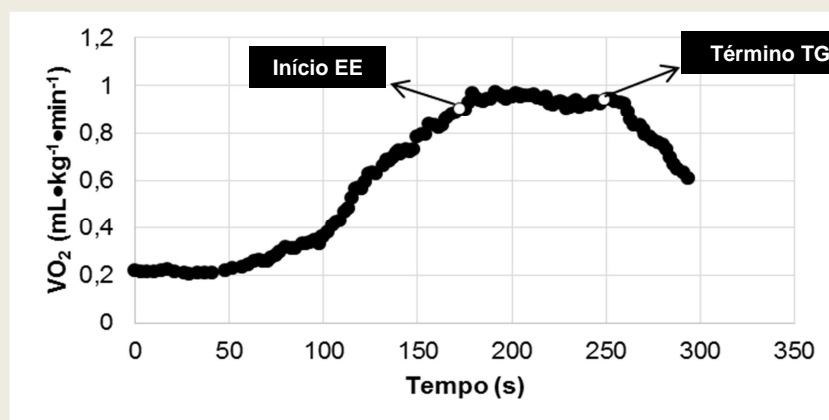


Análise de séries temporais a partir de média móvel centrada de 15 pontos (respirações) conforme a equação abaixo:

$$f(x(i)) = \frac{f(x(i-n)) + \dots + f(x(i-1)) + f(x(i)) + f(x(i+1)) + \dots + f(x(i+n))}{2 * n + 1}$$

Onde $2*n+1=15$ pontos, $f(x)$ =consumo de oxigênio (VO₂), x =tempo em segundos, i =posição de x .

B) Dados do VO₂ após aplicação da análise de séries temporais:



A análise do EE consistiu na busca, ponto a ponto, de um platô a partir do término do TGlitter, onde a variação média do VO₂ fosse inferior a 5%. No exemplo acima, o término do TGlitter ocorreu aos 247 segundos. A partir desse ponto, foi analisado cada ponto anterior e calculada a média, os valores mínimos e máximos de cada intervalo. A análise era concluída quando não fosse possível obter-se variações menores do que 5%, sendo assim, o último ponto que cumpre com esse critério foi aos 172 segundos, possibilitando a identificação do início do estado estável do VO₂.

Fig. 2. Procedimentos de análise de séries temporais dos dados do VO₂ de um participante do estudo.

EE: estado estável, kg: quilogramas, mL: mililitros, min: minutos, s: segundos, VO₂: consumo de oxigênio.

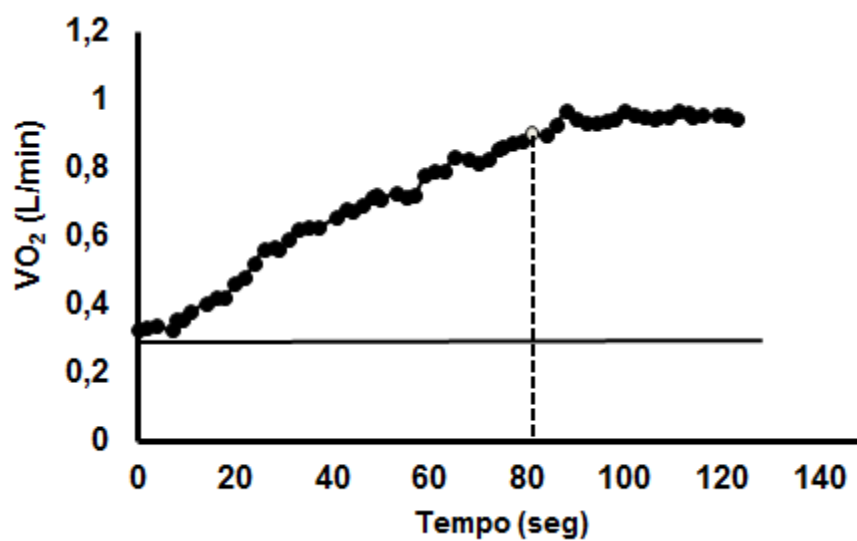


Fig. 3. Representação esquemática da demanda metabólica aeróbica do estado estável do teste de AVD *Glittre* de um participante do estudo.

Linha tracejada: início do estado estável; Linha contínua: linha de base.

Fonte: acervo da autora

Tabela 1.

Caracterização dos participantes do estudo

Características	n=28
Idade (anos)	28,79 (26,11-31,46)
Sexo (n)	
Feminino	21
Masculino	7
IMC (kg/m ²)	22,67 (21,65-23,68)
CVF (% previsto)	94,9 (91,3-98,5)
VEF ₁ (% previsto)	95,3 (91,3-99,2)
VEF ₁ /CVF (% previsto)	99,6 (97,7-102,2)

Dados apresentados como média e intervalo de confiança de 95% da média ou frequência absoluta. CVF: capacidade vital forçada, IMC: índice de massa corporal, VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo, VEF₁/CVF: relação volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada.

Tabela 2.Respostas fisiológicas no repouso e no estado estável do teste de AVD *Glittre* (n=28)

	Repouso	Estado estável
VO ₂ (L/min)	0,28 (0,27-0,3)	1,39 (1,26-1,51)*
VO ₂ (mL•kg ⁻¹ •min ⁻¹)	4,55 (4,30-4,79)	22,23 (20,45-24)*
VC (L)	0,56 (0,53-0,73)	1,10 (0,98-1,25)*
VE (L)	10,44 (9,9-12,02)	36,14 (28,86-40,59)*
VE/VCO ₂	36,96 (38,21-41,18)	34,36 (32,96-35-76)*
PuO ₂ (mL/bat)	3,43 (3,17-3,7)	10,31 (9,56-11,07)*
FR (irpm)	18 (17-20)	34 (31-37)*
FC (bpm)	84 (79-89)	135 (127-142)*

VO₂, FR, FC, PuO₂, VE/VCO₂: média (intervalo de confiança de 95% da média); VC, VE: mediana (primeiro e terceiro quartis). FC: frequência cardíaca, FR: frequência respiratória, PuO₂: pulso de oxigênio, VC: volume corrente, VE: ventilação, VE/VCO₂: equivalente ventilatório para o gás carbônico, VO₂: consumo de oxigênio. *p<0,0001: repouso vs. estado estável

5 ARTIGO 3

Incremental shuttle walk test e teste de AVD Glittre como instrumentos complementares de avaliação da capacidade funcional

Incremental shuttle walk test and Glittre ADL test as complementary tools of functional capacity evaluation

1 **Título:**

2

3 *Incremental shuttle walk test* e teste de AVD *Glittre* como instrumentos
4 complementares de avaliação da capacidade funcional

5 **Autores:**

6 Dayane Montemezzo, Fisioterapeuta, Mestre, Doutoranda do Programa de Pós
7 Graduação em Ciências da Reabilitação – Laboratório de Avaliação e Pesquisa em
8 Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare) – Escola de Educação Física,
9 Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo
10 Horizonte-MG, Brasil.

11

12 Danielle Aparecida Gomes Pereira, Fisioterapeuta, PhD, Professora Adjunta do
13 Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia
14 Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG, Belo Horizonte-MG,
15 Brasil.

16

17 Giane Amorim Ribeiro-Samora, Fisioterapeuta, PhD, Pós doutoranda em
18 Desempenho Cardiorrespiratório – Laboratório de Avaliação e Pesquisa em
19 Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare) – Escola de Educação Física,
20 Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo
21 Horizonte-MG, Brasil.

22

23 Armando Aguiar de Souza Cruz Neto, Engenheiro Mecânico, Mestrando do
24 Programa de Pós Graduação em Engenharia de Estruturas – Laboratório de
25 Engenharia de Segurança Contra Incêndio e *Light Steel Frame* (LINCE) – Escola de
26 Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, Brasil.

27

28 João Antônio da Silva Júnior, Médico, Mestrando do Programa de Pós Graduação
29 em Ciências da Reabilitação – Laboratório de Avaliação e Pesquisa em
30 Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare) – Escola de Educação Física,
31 Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo
32 Horizonte-MG, Brasil.

33

34 Raquel Rodrigues Britto, Fisioterapeuta, PhD, Professora Associada do
35 Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia
36 Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG, Belo Horizonte-MG,
37 Brasil.

38

39 **Autor de correspondência:**

40 Raquel Rodrigues Britto

41 Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade

42 Federal de Minas Gerais – Departamento de Fisioterapia - Laboratório de Avaliação

43 e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare)

44 Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha -CEP: 31.270-091 - Belo Horizonte-MG, Brasil

45 Telefone: 3409 4783

46 Endereço eletrônico: r3britto@gmail.com

47

48 **Número de palavras:** 2731

49

50 **Resumo:**

51 **Objetivo:** Avaliar e comparar as respostas metabólicas, cardiovasculares e
52 ventilatórias do *Incremental Shuttle Walk test* (ISWT) e do teste de atividade de vida
53 diária *Glittre* (TGlittre).

54 **Desenho:** Observacional, transversal.

55 **Participantes:** Trinta indivíduos aparentemente saudáveis, de 18 a 59 anos, com
56 prova de função pulmonar normal

57 **Principais desfechos:** capacidade funcional (ISWT: distância e consumo de
58 oxigênio (VO_2), TGlittre: tempo e VO_2).

59 **Resultados:** O tempo médio gasto para a execução do TGlittre foi de 2,4 minutos
60 (IC95%: 2,24-2,62) e os participantes percorreram 656,67 metros (IC95%: 608,84-
61 704,5) no ISWT. O VO_2 no estado estável (EE) do TGlittre foi de 22,2 (4,6) vs 27,8
62 (5,3) $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ($p < 0,001$) no pico do ISWT, e a frequência cardíaca (FC) no EE
63 do TGlittre foi 135 (19) vs 161 (18) bpm alcançada no pico do ISWT ($p < 0,001$). As
64 correlações entre o tempo gasto no TGlittre e a distância percorrida no ISWT ($r = -$
65 0,54; $p = 0,003$), o VO_2 no EE do TGlittre e o VO_2 pico do ISWT ($r = 0,82$; $p < 0,0001$) e
66 a FC no EE do TGlittre e no pico do ISWT ($r = 0,85$; $p < 0,0001$) foram de moderada a
67 alta magnitude.

68 **Conclusões:** ISWT e TGlittre são ferramentas complementares de avaliação da
69 capacidade funcional. O ISWT fornece informações das respostas ao esforço
70 relativas aos diferentes níveis, e o TGlittre traz informações sobre desempenho
71 funcional, as quais não são possíveis de avaliar nas situações cotidianas.

72 **Palavras chave:** consumo de oxigênio, exercício, teste de esforço, atividades
73 cotidianas, incremental shuttle walk test

74

75 **Abstracts**

76 **Objectives:** To evaluate and compare the cardiovascular, ventilatory and metabolic
77 responses of the Incremental Shuttle Walk test (ISWT) and Glittre activities of daily
78 living test (TGlittre).

79 **Design:** observational study.

80 **Participants:** Thirty healthy subjects aged from 18 to 59 years, with normal
81 pulmonary function.

82 **Main outcome measures:** functional capacity (ISWT: distance and oxygen
83 consumption (VO_2), TGlittre: time and VO_2).

84 **Results:** The average time spent to perform the TGlittre was 2.4 minutes (IC95%:
85 2.24-2.62), and the participants walked 656.67 meters (IC95%: 608.84-704.5) in
86 ISWT. The TGlittre VO_2 steady state was 22.2 (4.6) vs 27.8 (5.3) $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$
87 ($p < 0.001$) of the ISWT VO_2 peak, and the heart rate (HR) of the TGlittre VO_2 steady
88 state was 135 (19) vs 161 (18) bpm reached in ISWT VO_2 peak ($p < 0.001$). The
89 correlations between time spent in TGlittre and the distance walked in ISWT ($r = -0.54$;
90 $p = 0.003$), TGlittre VO_2 steady state and ISWT VO_2 peak ($r = 0.82$; $p < 0.0001$), and HR
91 achieved in TGlittre VO_2 steady state and ISWT VO_2 peak ($r = 0.85$; $p < 0.0001$) were
92 moderate to high.

93 **Conclusions:** ISWT and TGlittre are complementary tools for assessing functional
94 capacity. ISWT provides information about the responses to exercise by different
95 levels, and TGlittre provides information on functional performance, which are not
96 possible to assess in real life.

97 **Keywords:** oxygen consumption, exercise, exercise test, activities of daily living,
98 incremental shuttle walk test

99 **Introdução:**

100

101

102 Atualmente existem várias modalidades de testes que viabilizam a avaliação
103 padronizada da capacidade funcional [1-4], os quais requerem recursos específicos
104 e fornecem informações clínicas distintas, que serão determinantes na escolha do
105 teste adequado para cada situação [1, 5]. Testes de caminhada foram originalmente
106 desenvolvidos, em meados do século passado, para avaliar a capacidade funcional
107 em indivíduos com disfunções respiratórias crônicas [6], e desde então continuam
108 sendo estudados e aplicados em outras condições de saúde [7-12]. Testes
109 multidimensionais são mais recentes e seu emprego na prática clínica tem se
110 tornado frequente [3]. A aplicação desses testes na área da reabilitação possibilita
111 identificar (i) a capacidade de exercício do indivíduo (capacidade exercício pico,
112 capacidade funcional de exercício ou endurance), (ii) os fatores limitantes da
113 performance de exercício (dispneia, fadiga subjetiva, limitações músculo
114 esqueléticas) e (iii) as respostas às intervenções [13, 14].

115 Os testes funcionais são operacionalmente simples, acessíveis e de baixo
116 custo [12]. O teste de atividade de vida diária (AVD) *Glittre* (TGlittre) é um teste
117 autocadenciado, proposto para avaliar a capacidade funcional em realizar as
118 atividades cotidianas [3]. Apresenta confiabilidade teste-reteste adequada,
119 responsividade à reabilitação pulmonar e validade para avaliação da capacidade
120 funcional [3]. O *Incremental Shuttle Walk test* (ISWT) é padronizado, com ritmo
121 progressivo, controlado por sinais sonoros externos e limitado por sintomas [2, 15]. É
122 um teste válido e confiável para estimar a capacidade funcional de indivíduos com
123 disfunções respiratórias crônicas, e mostrou-se responsivo a reabilitação pulmonar e

124 ao uso de broncodilatador nos casos de pacientes com asma, fibrose cística e
125 doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) [5, 16].

126 Considerando que ambos os testes são indicados para avaliar a capacidade
127 funcional sob propostas operacionais e características diferenciadas, provavelmente
128 um teste global e integrativo, igualmente padronizado, seria mais apropriado para
129 informar sobre desempenho funcional, mesmo sendo realizado em condições
130 controladas. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar e comparar as
131 respostas metabólicas, cardiovasculares e ventilatórias do *Incremental Shuttle Walk*
132 *test* e do teste de atividade de vida diária *Glittre*.

133

134 **Método:**

135

136

137 *Desenho do estudo e participantes*

138

139 Trata-se de um estudo transversal, exploratório, desenvolvido no Laboratório
140 de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare).

141 Foi realizado um cálculo amostral, *a priori*, considerando as variáveis
142 consumo de oxigênio (VO_2) no estado estável (EE) do TGlittre e VO_2 pico do ISWT,
143 um poder estatístico de 0,80 e um tamanho de efeito da diferença de 0,50,
144 estabelecido arbitrariamente [17], cujo número amostral foi de 64 participantes. *A*
145 *posteriori*, com a amostra do próprio estudo (n=31), este cálculo foi realizado
146 novamente e o tamanho de efeito da diferença resultante foi 2,47, sendo suficiente
147 n=9 participantes.

148 Foram elegíveis indivíduos da comunidade em geral, aparentemente
149 saudáveis, com idade entre 18 e 59 anos. Os critérios de inclusão foram: apresentar
150 índice de massa corpórea (IMC) [18] e parâmetros espirométricos dentro dos valores
151 da normalidade [19]; não relatar história de tabagismo [20], doenças
152 neuromusculares, respiratórias e/ou cardíacas [21]; não apresentar problemas
153 ortopédicos e/ou neurológicos limitantes à realização de deambulação; e assinar o
154 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Foram considerados critérios
155 de exclusão: apresentar pressão arterial (PA) em repouso maior ou igual que
156 160/105 mmHg [22] e/ou saturação periférica da hemoglobina em oxigênio (SpO₂)
157 menor que 90% [23] e/ou frequência cardíaca (FC) maior que 120 bpm antes da
158 execução dos testes [1]; apresentar incapacidade de compreender e/ou executar os
159 procedimentos do protocolo deste estudo.

160

161 *Procedimentos*

162

163 Os procedimentos foram realizados pelos mesmos pesquisadores,
164 previamente treinados. Dados antropométricos, clínicos, espirométricos, nível de
165 atividade física e capacidade funcional foram avaliados, conforme descrito abaixo.
166 Os participantes foram instruídos a manter os hábitos alimentares, não praticar
167 atividade física extenuante 12 horas antes, e usar vestimentas adequadas para
168 realização dos testes.

169

170 *Dados antropométricos, clínicos, espirométricos e nível de atividade física*

171

172 Inicialmente os participantes foram submetidos a uma entrevista padronizada
173 sobre histórico de saúde, uso de medicamentos e prática de atividade física. Em
174 seguida os dados clínicos como PA (*Littman®*, *Classic II*, USA/*Tycos®*, *Welch Allyn*,
175 USA); frequência respiratória (FR) (*Sport Timer®*, *China*); FC e SpO₂ (*Ohmeda*
176 *TuffSat®*, *GE Healthcare*, MA) foram aferidos. O cálculo do IMC (kg/m²) foi realizado
177 a partir da mensuração da massa corporal e estatura (*Filizola®* Indústria Ltda,
178 Brasil). O percentual da FC atingida nos testes foi calculado a partir da fórmula
179 prevista por Tanaka *et al.* {FC_{máxima}=208 - (0,7• idade)} [24].

180 Para a avaliação da função pulmonar foi realizada a espirometria, de acordo
181 com as diretrizes de função pulmonar da Sociedade Brasileira de Pneumologia e
182 Tisiologia (SBPT) [25]. O espirômetro (*Koko® PTF*, *nSpire Health*, USA) foi calibrado
183 previamente ao teste conforme as recomendações do fabricante. Os dados
184 espirométricos obtidos foram comparados aos previstos para população brasileira
185 [19]], sendo que os participantes cujos valores atingiram, no mínimo, 80% do
186 previsto, foram incluídos no estudo.

187 O nível percebido de atividade física foi avaliado pelo questionário Perfil de
188 Atividade Humana (PAH), versão traduzida e adaptada para a população brasileira
189 do [26, 27]. O escore ajustado de atividade (EAA) foi a variável desfecho deste
190 questionário.

191

192 *Capacidade funcional*

193

194 Para avaliação da capacidade funcional foram aplicados o TGlittre [3], que
195 envolve atividades simultâneas de membros inferiores e superiores, e o ISWT [2],
196 cuja atividade é a deambulação progressiva. Ambos os testes foram realizados com

197 medida direta dos gases expirados, por meio de um analisador de gases portátil
198 (*MetaMax® 3B; Metasoft Cortex, Germany*), que fornece variáveis ventilatórias e
199 metabólicas, respiração a respiração. Este sistema apresenta medidas confiáveis,
200 válidas e estáveis em atividades de diferentes intensidades realizadas por indivíduos
201 saudáveis [28]. Antes de iniciar a coleta de dados, o equipamento permanecia ligado
202 por, pelo menos, 30 minutos e, em seguida, era executada a calibração, conforme
203 determinação do fabricante (veja Apêndice S1, localizado no APÊNDICE E desta
204 tese).

205 Para a realização dos testes, o participante recebia as instruções e a
206 demonstração específicas de cada um (para descrição dos testes, veja Apêndice
207 S1). Foi respeitada ordem aleatória, com intervalo de 20 minutos entre eles. Antes e
208 após a realização dos testes eram registradas as variáveis metabólicas,
209 cardiovasculares e ventilatórias durante um minuto de repouso na posição sentada,
210 os dados vitais (PA, FC, FR e SpO₂) e a percepção subjetiva de esforço. A FC era
211 registrada continuamente pelo cardiofrequencímetro (*Polar®*, *HR Transmitter Belt H7*,
212 *Finland*). Ao finalizar ambos os testes, o sistema de análise de gases era retirado e o
213 participante permanecia sentado até completar cinco minutos, quando os dados
214 vitais eram novamente aferidos. Foram consideradas como variáveis operacionais
215 do TGlitre o tempo gasto para executá-lo e o VO₂ no EE, e do ISWT a distância
216 percorrida e o VO₂ pico. O VO₂ alcançado no TGlitre e no ISWT foi calculado em
217 relação aos valores máximos previstos, conforme descrito por Almeida *et al.* [29].

218

219 *Processamento dos dados e análise estatística*

220

221 O processamento do VO_2 do TGlittre foi realizado por análise de séries
222 temporais para definição do EE [30], e do VO_2 do ISWT foi relativo aos 10 segundos
223 com maior média de VO_2 , obtidos durante 30 últimos segundos do teste [31]
224 (Apêndice S1).

225 A distribuição normal dos dados foi avaliada pelo teste *Shapiro-Wilk*. Os
226 dados foram reportados como medidas de tendência central e dispersão. O teste t
227 pareado ou *Wilcoxon* foram aplicados para comparar as variáveis metabólicas,
228 cardiovasculares e ventilatórias obtidas nos testes [32]. A correlação de *Pearson* foi
229 aplicada para avaliar as associações entre as variáveis [33]. O poder estatístico das
230 análises do VO_2 e da FC foram calculados conforme Portney; Watkins [17]. Foi
231 considerado nível de significância alfa de 5%. O *Statistical Package for Social*
232 *Science (SPSS®)*, *Chicago-IL, USA*, versão 15.0 foi utilizado para processar as
233 análises.

234

235 **Resultados:**

236

237

238 Dentre 42 participantes elegíveis, 11 foram excluídos devido a prova de
239 função pulmonar. Dos 31 participantes incluídos que realizaram os testes funcionais,
240 três do TGlittre e um do ISWT foram excluídos, totalizando 28 e 30 participantes,
241 respectivamente (Fig.1).

242

243

Inserir figura 1

244

245 A Tabela 1 mostra as características demográficas, antropométricas, função
246 pulmonar e o nível percebido de atividade física dos 30 participantes. A maior parte
247 da amostra foi do sexo feminino, com IMC normal e ativa de acordo com o EAA.

248

249 *Inserir tabela 1*

250

251 Para a execução do TGlittre, o tempo médio gasto foi de 2,4 minutos (IC95%:
252 2,24-2,62). No ISWT, os participantes finalizaram o teste entre o 7º e o 12º nível
253 (mediana=10; Q₁-Q₃: 9-10) e percorreram, em média, 656,67 metros (IC95%:
254 608,84-704,5) em um período de 9,1 minutos (IC95%: 8,71-9,5), alcançando uma
255 velocidade final próxima de 2 metros/segundo.

256 Na Figura 2 estão reportadas as variáveis metabólicas, cardiovasculares e
257 ventilatórias obtidas no início e ao final do ISWT e do TGlittre. É possível observar
258 que os valores de todas as variáveis obtidas no ISWT foram maiores daquelas
259 obtidas no TGlittre. O VO₂ alcançado no ISWT e TGlittre foi, respectivamente, 81,6%
260 e 61,6% do VO₂ estimado ($p < 0,0001$). O percentual médio da FC atingida no ISWT
261 representou 85,1%, e no TGlittre 71,5%, da FC_{max} prevista ($p < 0,0001$). A relação
262 ventilação e ventilação voluntária máxima (VE/VVM) foi correspondente a 46% no
263 ISWT e a 27,4 % no TGlittre ($p < 0,0001$). Em ambos, a SpO₂ antes e após os testes
264 manteve-se acima de 90%.

265

266 *Inserir figura 2*

267

268 As correlações entre o tempo gasto no TGlittre e a distância percorrida no
269 ISWT, o VO₂ no EE TGlittre e o VO₂ pico do ISWT e a FC alcançada no EE do

270 TGlittre e no pico do ISWT estão representadas na Figura 3. Apesar do tempo
271 dispendido para realizar o TGlittre e a distância percorrida no ISWT apresentarem
272 associação moderada ($r=-0,54$; $p<0,003$), as respostas do VO_2 e da FC
273 apresentaram forte associações ($r>0,82$; $p<0,0001$).

274

275 *Inserir figura 3*

276

277 **Discussão**

278

279

280 O principal resultado deste estudo indica que o TGlittre requer menor sobrecarga
281 metabólica, cardiovascular e ventilatória para ser realizado do que o ISWT. Houve
282 uma demanda 25,2% maior do VO_2 (22,2 (4,5) vs 27,8 (5,3) $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$; $p<0,001$;
283 poder 99%) e 19,2% maior da FC (135 (19) vs 161 (18) bpm; $p<0,001$; poder 96%)
284 para realização do ISWT em relação ao TGlittre, com alto poder estatístico
285 calculado. Este achado confirma a proposta original do TGlittre de avaliar a
286 capacidade funcional por meio de um teste que mimetize as AVD, uma vez que a
287 observação dos indivíduos em desenvolver as atividades cotidianas no seu ambiente
288 real torna-se pouco viável [3, 34]. Além disso, é um teste integrativo, de curta
289 duração, que exige mudanças de direção corporal e atividades simultâneas de
290 membros superiores e inferiores, características que retratam melhor as atividades
291 do dia a dia [20, 35].

292 A maior sobrecarga exigida para a execução do ISWT era esperada por se
293 tratar de um teste incremental, padronizado e externamente cadenciado para
294 avaliação da capacidade funcional. De acordo com Singh *et al.*, em indivíduos com

295 DPOC, o ISWT é um teste que pode refletir respostas similares ao teste de esforço
296 cardiopulmonar e apresenta alta correlação entre o VO_2 pico e a carga de trabalho,
297 sendo considerado uma medida válida para avaliação da capacidade máxima de
298 exercício [2, 5]. Em indivíduos com insuficiência cardíaca, os resultados do estudo
299 de Pulz *et al.* mostraram uma forte correlação entre o VO_2 pico e a distância
300 percorrida no ISWT [36]. Desta forma, é possível observar que, dependendo das
301 condições de saúde, o ISWT pode ser representativo de um teste de esforço
302 máximo. No presente estudo, apesar do VO_2 pico do ISWT representar 81,6 % do
303 VO_2 estimado por equações, a razão de troca respiratória (R) alcançada no ISWT foi
304 maior que 1,0, indicativo de um esforço máximo, mesmo em uma amostra de
305 indivíduos jovens e aparentemente saudáveis. No TGlittre este achado caracteriza-o
306 como um teste submáximo (R=0,71) [4].

307 A sobrecarga cardiovascular, avaliada pelo percentual atingido da FCmax
308 prevista, gerada pelo ISWT, foi significativamente maior. Do ponto de vista clínico,
309 alguns estudos anteriores mostraram que em indivíduos saudáveis [37] e com
310 DPOC [38] as atividades com membros superiores, principalmente dinâmicas e com
311 carga, provocam importante sobrecarga cardiovascular. No presente estudo, apesar
312 do TGlittre ser um teste rápido - em média 3,8 vezes mais curto que o ISWT, houve
313 apenas 16,2% de diferença da FC atingida nos dois teste, evidenciando que, mesmo
314 em indivíduos aparentemente saudáveis, as atividades realizadas pelos membros
315 superiores durante o TGlittre geram uma sobrecarga cardiovascular que podem
316 contribuir para este comportamento.

317 Em indivíduos com DPOC, o comportamento das variáveis fisiológicas foi
318 estudado durante o TGlittre [39, 40]. Karloh *et al.*, compararam as respostas
319 induzidas pelo TGlittre e pelo teste de caminhada de seis minutos, e observaram

320 uma correlação de alta magnitude entre o VO_2 pico dos dois testes, sendo que o
321 VO_2 foi significativamente maior ao final do TGlittre. Os resultados do estudo de
322 Tufanin *et al.* mostraram que ao final do TGlittre os valores de VO_2 , ventilação e FC
323 no pico do esforço foram acima de 80% daqueles alcançados em um teste de
324 esforço máximo na esteira. No ISWT, Singh *et al.* foram os primeiros a estudar o
325 comportamento das variáveis fisiológicas em DPOC [41]. Revisões sistemáticas
326 recentes [5, 16] mostraram uma forte associação entre o VO_2 pico no teste de
327 esforço cardiopulmonar e no ISWT nesta população, sugerindo que os dois testes
328 provocam um comportamento similar das respostas fisiológicas. Valores de
329 referência das respostas fisiológicas para indivíduos saudáveis, com idade superior
330 a 40 anos, foram propostos [42], porém o protocolo do ISWT foi realizado com 15
331 níveis, diferente daquele idealizado por Singh *et al.* [2] e aplicado neste estudo.

332 O tempo desenvolvido no TGlittre e a distância percorrida no ISWT mostraram
333 que estas variáveis associam-se com moderada magnitude, ou seja, o indivíduo que
334 cumprir o protocolo do TGlittre em menor tempo provavelmente percorrerá uma
335 distância maior no ISWT. No entanto, variáveis metabólicas, como o VO_2 , e
336 cardiovasculares, como a FC, tiveram forte associação, demonstrando que, em
337 ambos os testes, essas variáveis apresentaram o mesmo padrão de
338 comportamento. Apesar do TGlittre ser um teste autocalibrado, quando realizado
339 adequadamente, conforme as orientações [3], requer, pelo menos, uma demanda
340 cardiovascular e metabólica de 80%, e ventilatória de 60% daquela requerida no
341 ISWT. Do ponto de vista clínico, este achado contribui para a escolha do instrumento
342 mais adequado para avaliação da capacidade funcional levando em consideração as
343 condições de saúde de base dos pacientes. Em indivíduos cuja avaliação da

344 condição de saúde informam maior gravidade é mais recomendado a aplicação de
345 um teste que exija menores demandas, como o TGlittre [43], um teste autorregulado.

346 Testes autorregulados são de fácil aplicação e baixo custo, porém sofrem
347 interferência da compreensão e motivação do indivíduo, o que pode influenciar nos
348 resultados [12]. No entanto, o TGlittre é uma medida válida para avaliar a
349 capacidade funcional de indivíduos com DPOC e responsivo à quatro semanas de
350 reabilitação pulmonar [3].

351 Ainda são necessários estudos relativos a segurança para a aplicação destes
352 testes. As poucas informações disponíveis são relativas a aplicação do ISWT em
353 indivíduos com insuficiência cardíaca crônica cujo eletrocardiograma foi monitorado
354 durante o teste e foi observado um baixo índice de complicações, sendo
355 considerado seguro [36]. Nos indivíduos com doenças respiratórias crônicas não há
356 registro de estudos que avaliaram complicações, no entanto, é consenso que nos
357 casos de queda de SpO₂ abaixo de 80%, o teste seja descontinuado [5].

358 Para interpretação dos resultados do ISWT estão disponíveis valores de
359 referência específicos para diferentes populações [5, 10, 12, 13, 42, 44]. Para o
360 TGlittre ainda não foram reportados na literatura valores de referência. Portanto,
361 recomenda-se que para fins de avaliação das resposta à intervenções sejam
362 realizadas avaliações ao longo do tempo, e que o próprio indivíduo seja controle
363 dele mesmo. Para indivíduos saudáveis, dois minutos é considerado o menor tempo
364 para cumprir o teste sem infringir o protocolo [3, 20], o que pode ser considerado
365 como um limite inferior aceitável.

366 Os resultados apresentados no presente estudo são restritos a indivíduos
367 aparentemente saudáveis, e sua generalização para outras condições de saúde
368 deve ser considerada com cautela. Os dois testes estudados foram idealizados

369 como uma ferramenta para avaliar a capacidade funcional. No entanto, diante de
370 suas características, o ISWT é um teste incremental que fornece informações das
371 respostas ao esforço nos diferentes níveis, inclusive sendo capaz de atingir o nível
372 máximo. Por sua vez, o TGlittre apesar de ser um teste de curta duração cujo
373 protocolo é composto por AVD variadas e cíclicas, o VO₂ atingiu o EE possibilitando
374 obter informações dessas respostas durante as atividades cotidianas, capazes de
375 inferir sobre desempenho funcional, as quais são difíceis de se obter nas situações
376 de vida real. Desta forma, a partir destes resultados, recomenda-se que o ISWT e o
377 TGlittre sejam ferramentas complementares na avaliação da capacidade funcional.

378

379 **Aprovação Comitê de Ética:** Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e
380 Pesquisa da instituição sob o protocolo número CAAE: 21864913.7.0000.5149.
381 Todos os participantes leram e assinaram o termo de consentimento livre e
382 esclarecido.

383

384

385 **Recursos:** Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais
386 (FAPEMIG), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
387 (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Cnpq).

388

389 **Conflito de Interesse:** Os autores declaram não haver conflitos de interesse

390

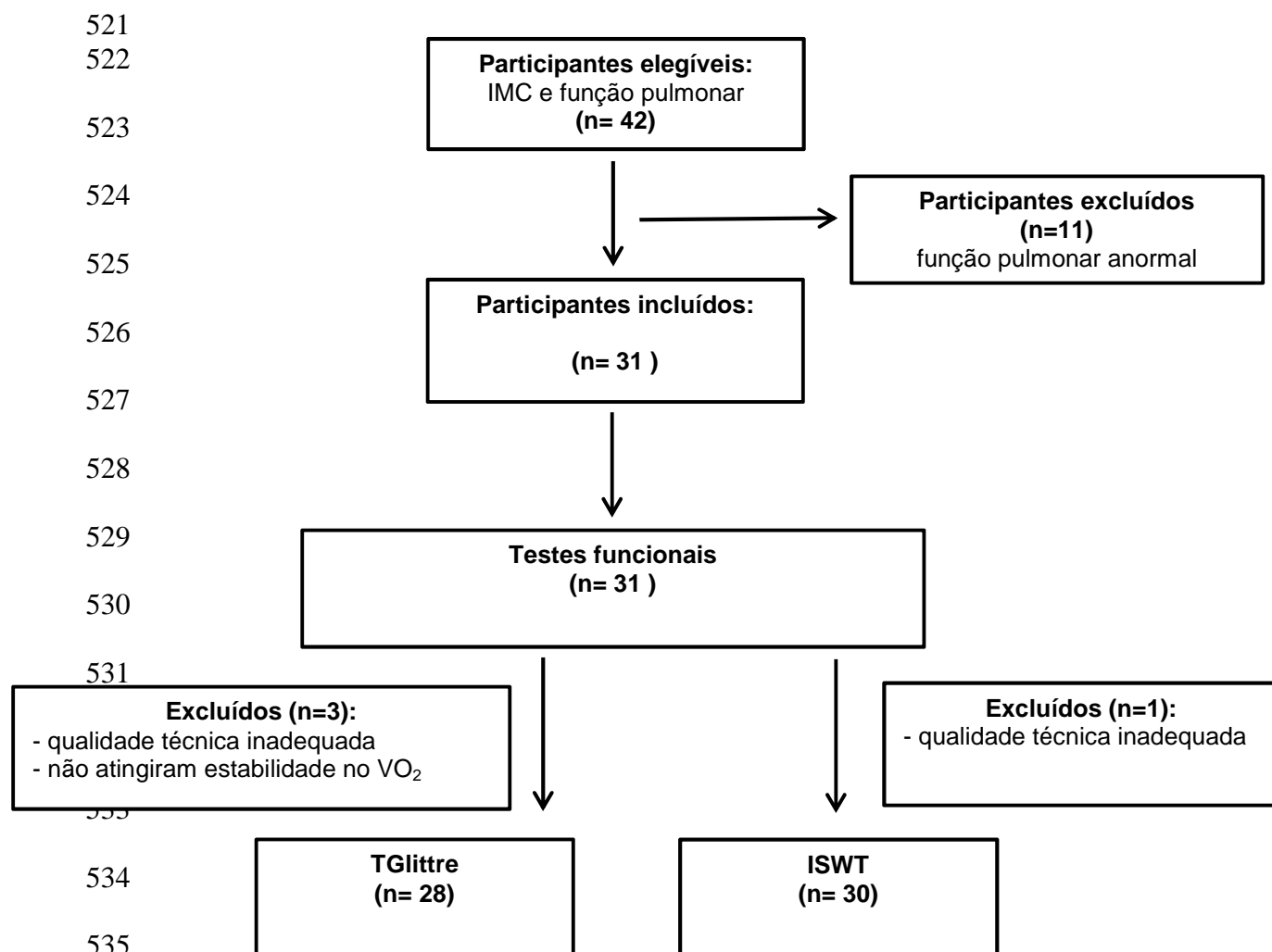
391

392 **Referências:**

- 393 [1] ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care*
394 *Med* 2002;166:111-7.
- 395 [2] Singh SJ, Morgan MD, Scott S, Walters D, Hardman AE. Development of a
396 shuttle walking test of disability in patients with chronic airways obstruction.
397 *Thorax* 1992;47:1019-24.
- 398 [3] Skumlien S, Hagelund T, Bjortuft O, Ryg MS. A field test of functional status
399 as performance of activities of daily living in COPD patients. *Respir Med*
400 2006;100:316-23.
- 401 [4] Balady GJ, Arena R, Sietsema K, Myers J, Coke L, Fletcher GF, et al.
402 Clinician's Guide to Cardiopulmonary Exercise Testing in Adults: A Scientific
403 Statement From the American Heart Association. *Circulation* 2010;122:191-
404 225.
- 405 [5] Singh SJ, Puhan MA, Andrianopoulos V, Hernandez NA, Mitchell KE, Hill CJ,
406 et al. An official systematic review of the European Respiratory
407 Society/American Thoracic Society: measurement properties of field walking
408 tests in chronic respiratory disease. *Eur Respir J* 2014; 1447-78.
- 409 [6] Butland RJ, Pang J, Gross ER, Woodcock AA, Geddes DM. Two-, six-, and 12-
410 minute walking tests in respiratory disease. *Br Med J* 1982; 284: 1607-8.
- 411 [7] Seixas DM, Seixas DMT, Pereira MC, Moreira MM, Paschoal IA.
412 Dessaturação em indivíduos saudáveis submetidos ao incremental shuttle
413 walk test. *J Bras Pneumol* 2013;39:440-6.
- 414 [8] Oliver N, Onofre T, Carlos R, Barbosa J, Godoy E, Pereira E, et al. Ventilatory
415 and Metabolic Response in the Incremental Shuttle and 6-Min Walking Tests
416 Measured by Telemetry in Obese Patients Prior to Bariatric Surgery. *Obes*
417 *Surg.* 2015,1:1-8.
- 418 [9] Monteiro DP, Britto RR, Carvalho MLV, Montemezzo D, Parreira VF, Pereira
419 DAG. Shuttle walking test como instrumento de avaliação da capacidade
420 funcional: uma revisão da literatura. *Revista Ciência & Saúde* 2014:92-7.
- 421 [10] Jürgensen SP, Antunes LC, Tanni SE, Banov MC, Lucheta PA, Bucceroni
422 AF, et al. The incremental shuttle walk test in older Brazilian adults.
423 *Respiration* 2011;81:223-8.
- 424 [11] Tsopanoglou SP, Davidson J, Goulart AL, Barros MC, dos Santos AM.
425 Functional capacity during exercise in very-low-birth-weight premature
426 children. *Pediatr Pulmonol* 2014;49:91-8.
- 427 [12] Dourado VZ, Vidotto MC, Guerra RL. Reference equations for the
428 performance of healthy adults on field walking tests. *J Bras Pneumol*
429 2011;37:607-14.
- 430 [13] Probst VS, Hernandez NA; Teixeira DC, Felcar JM, Mesquita RB; Gonçalves
431 CG, et al. Reference values for the incremental shuttle walking test. *Respir*
432 *Med* 2011;106:243-8.
- 433 [14] American Thoracic Society (ATS). Statement on cardiopulmonary exercise
434 testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;167:211-77.
- 435 [15] Holland AE, Spruit MA, Troosters T, Puhan MA, Pepin V, Saey D, et al. An
436 official European Respiratory Society/ American Thoracic Society Technical
437 Standard: field walking tests in chronic respiratory disease. *Eur Respir J*
438 2014;44:1428-46.
- 439 [16] Parreira VF, Janaudis-Ferreira T, Evans RA, Mathur S, Goldstein RS, Brooks
440 D. Measurement properties of the incremental shuttle walk test. a systematic
441 review. *Chest* 2014;145:1357-69.

- 442 [17] Portney L.G, Watkins MP. Power and Sample Size. In: Portney LG, Watkins
443 MP. Foundations of clinical research applications to practic. New Jersey:
444 Pearson/Prentice Hall, 2009: 523-38
- 445 [18] World Health Organization. Global database on body mass index (BMI).
446 WHO, 2014.
- 447 [19] Pereira CA, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced
448 spirometry in white adults in Brazil. J Bras Pneumol 2007;33:397-406.
- 449 [20] Correa KS, Karloh M, Martins LQ, dos Santos K, Mayer AF. Can the Glittre
450 ADL test differentiate the functional capacity of COPD patients from that of
451 healthy subjects? Braz J Phys Ther 2011;15:467-73.
- 452 [21] Parreira V, França D, Zampa C, Fonseca M, Tomich G, Britto R. Pressões
453 respiratórias máximas: valores encontrados e preditos em indivíduos
454 saudáveis. Braz J Phys Ther 2007;11:361-8.
- 455 [22] VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. Arq Bras Cardiol 2010:S1-S51.
- 456 [23] Goldstein R, De Rosie J, Long S, Dolmage T, Avendano MA. Applicability of
457 a threshold loading device for inspiratory muscle testing and training in
458 patients with COPD. Chest 1989;96:564-71.
- 459 [24] Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate
460 revisited. J Am Coll Cardiol. 2001;37:153-6
- 461 [25] Pereira CAC. Espirometria. J Pneumol 2002;28:S1-S22.
- 462 [26] Souza AC, Magalhães LeC, Teixeira-Salmela LF. Cross-cultural adaptation
463 and analysis of the psychometric properties in the Brazilian version of the
464 Human Activity Profile. Cad Saude Publica 2006;22:2623-36.
- 465 [27] Fix AJ, Daughtin, DM. Human Activity Profile. Psychological Assessment
466 Resources Inc 1988:1-25.
- 467 [28] Macfarlane DJ, Wong P. Validity, reliability and stability of the portable Cortex
468 Metamax 3B gas analysis system. Eur J Appl Physiol 2012;112:2539-47.
- 469 [29] Almeida AE; Stefani CD; Nascimento JA; Almeida NM; Santos AD; Ribeiro In
470 Memoriam JP, et al. An Equation for the Prediction of Oxygen Consumption in
471 a Brazilian Population. Arq Bras Cardiol. 2014 [*in press*]
- 472 [30] Latorre MDO, Cardoso MRA. Análise de séries temporais em epidemiologia:
473 uma introdução sobre os aspectos metodológicos. Rev Bras Epidemiol
474 2001;4:145-52.
- 475 [31] Arena R, Guazzi M, Myers J, Ann Peberdy M. Prognostic characteristics of
476 cardiopulmonary exercise testing in heart failure: comparing American and
477 European models. Eur J Cardiovasc Prev Rehabil 2005;12:562-7.
- 478 [32] Portney L.G, Watkins MP. Comparing Two Means: The t-Test. In: Portney
479 LG, Watkins MP. Foundations of clinical research applications to practice.3.ed.
480 New Jersey: Pearson/Prentice Hall, 2009: 433-50.
- 481 [33] Portney L.G, Watkins MP. Correlation. In: Portney LG, Watkins MP.
482 Foundations of clinical research applications to practic. New Jersey:
483 Pearson/Prentice Hall, 2009: 523-38.
- 484 [34] Dechman G, Scherer SA. Outcome Measures in Cardiopulmonary Physical
485 Therapy: Focus on the Glittre ADL-Test for People with Chronic Obstructive
486 Pulmonary Disease. Cardiopulm Phys Ther J 2008;19:115-8.
- 487 [35] Pitta F, Troosters T, Spruit MA, Probst VS, Decramer M, Gosselink R.
488 Characteristics of physical activities in daily life in chronic obstructive
489 pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med 2005;171:972-7.

- 490 [36] Pulz C, Diniz RV, Alves AN, Tebexreni AS, Carvalho AC, Paola AA, et al.
491 Incremental shuttle and six-minute walking tests in the assessment of
492 functional capacity in chronic heart failure. *Can J Cardiol* 2008;24:131-5.
- 493 [37] Couser JI, Martinez FJ, Celli BR. Respiratory response and ventilatory
494 muscle recruitment during arm elevation in normal subjects. *Chest*
495 1992;101:336-40.
- 496 [38] Velloso M, Stella SG, Cendon S, Silva AC, Jardim JR. Metabolic and
497 ventilatory parameters of four activities of daily living accomplished with arms
498 in COPD patients. *Chest* 2003;123:1047-53.
- 499 [39] Tufanin A, Souza GF, Tisi GR, Tufik S, de Mello MT, Nascimento OA, et al.
500 Cardiac, ventilatory, and metabolic adjustments in chronic obstructive
501 pulmonary disease patients during the performance of Glittre activities of daily
502 living test. *Chron Respir Dis* 2014;11:247-55 .
- 503 [40] Karloh M, Karsten M, Pissaia FV, de Araujo CL, Mayer AF. Physiological
504 responses to the Glittre-ADL test in patients with chronic obstructive
505 pulmonary disease. *J Rehabil Med* 2014;46:88-94.
- 506 [41] Singh SJ, Morgan MD, Hardman AE, Rowe C, Bardsley PA. Comparison of
507 oxygen uptake during a conventional treadmill test and the shuttle walking test
508 in chronic airflow limitation. *Eur Respir J* 1994;7:2016-20.
- 509 [42] Dourado VZ, Guerra RLF, Tanni SE, Antunes LCO, Godot I. Valores de
510 referência para o teste de caminhada com carga progressiva em indivíduos
511 saudáveis: da distância percorrida às respostas fisiológicas. *J Bras Pneumol*
512 2013;39:190-7.
- 513 [43] Valadares YD, Corrêa KS, Silva BO, Araujo CLP, Karloh M, Mayer AF.
514 Aplicabilidade de testes de atividades de vida diária em indivíduos com
515 insuficiência cardíaca. *Rev Bras Med Esporte* 2011;17:310-4.
- 516 [44] Harrison SL, Greening NJ, Houchen-Wolloff L, Bankart J, Morgan MD,
517 Steiner MC, et al. Age-specific normal values for the incremental shuttle walk
518 test in a healthy British population. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2013;33:309-
519 13.
520

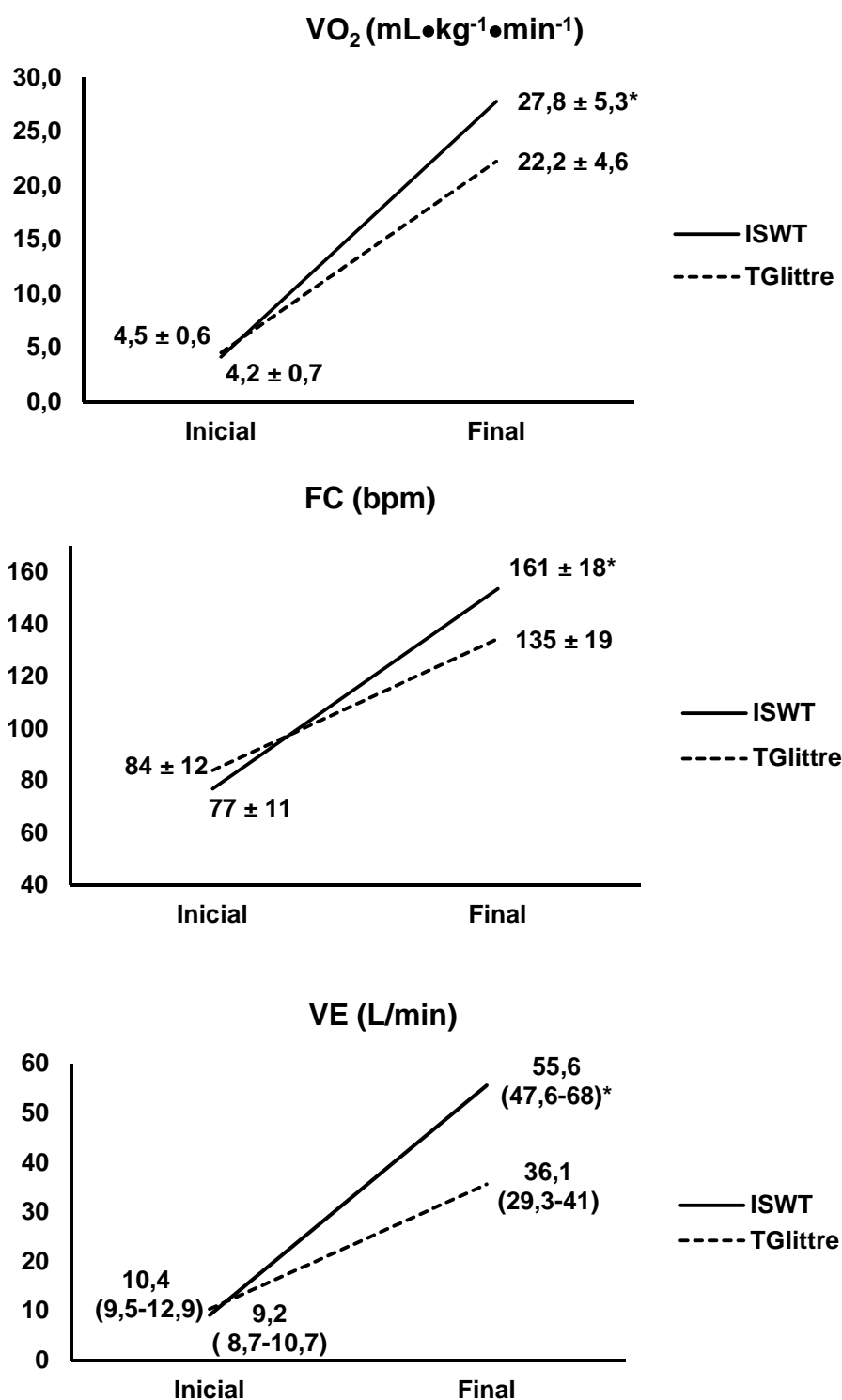


536 Fig.1. Fluxograma do estudo

537 IMC: índice de massa corpórea, ISWT: *Incremental Shuttle Walk test*, n: número

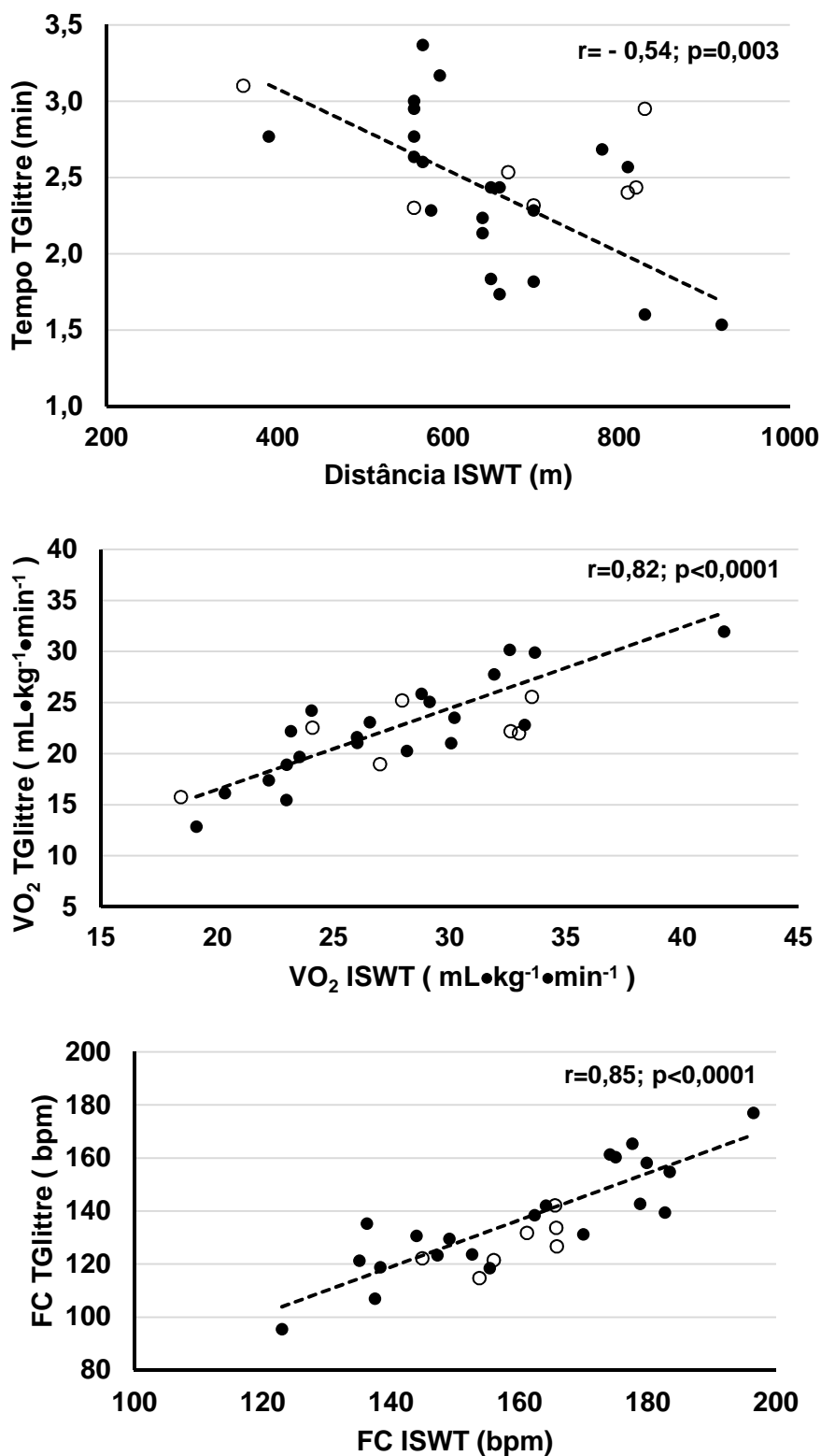
538 amostral, VO₂: consumo de oxigênio, TGlittre: teste de atividade de vida diária *Glittre*

539



540
541
542
543
544

Fig. 2 Variáveis metabólicas, cardiovasculares e ventilatórias obtidas no início e fim dos testes. bpm: batimento por minuto, FC: frequência cardíaca, kg: quilograma, L: litros m: metros, mL: mililitros, min: minutos, VE: ventilação, VO₂: consumo de oxigênio. VO₂ e FC: média±desvio padrão; VE: mediana (Q₁-Q₃),* p<0,0001



545 Fig. 3. Correlações entre o tempo gasto no TGlitter e a distância
 546 percorrida no ISWT (painel superior), VO₂ no estado estável do
 547 TGlitter e VO₂ pico do ISWT (painel médio) e FC no estado estável
 548 do TGlitter e no pico do ISWT (painel inferior). bpm: batimento por
 549 minuto, kg: quilograma, m: metros, mL: mililitros, min: minutos.
 550 Círculos vazados: homens, círculos cheios: mulheres

551 Tabela 1

552 Caracterização dos participantes do estudo

Características	n=30
Idade (anos)	29 (26,31-31,7)
Sexo (n)	
Feminino	22
Masculino	8
IMC (kg/m ²)	22,6 (21,62-23,58)
CVF (% previsto)	95,1 (91,7-98,4)
VEF ₁ (% previsto)	95,6 (92-99,4)
VEF ₁ /CVF (% previsto)	100,2 (98,1-102,3)
EAA_PAH	91,30 (89,85-92,75)

553 Dados apresentados como média e intervalo de confiança de 95% da média ou

554 frequência absoluta. CVF: capacidade vital forçada, EAA_PAH: escore ajustado

555 de atividade do perfil de atividade humana, IMC: índice de massa corporal,

556 VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo, VEF₁/CVF: relação

557 volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada.

558

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente tese de doutorado foi desenvolvida em concordância com os pressupostos teóricos do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação desta Universidade, na linha de pesquisa Desempenho Cardiorrespiratório - área de concentração Desempenho Funcional Humano.

Sob a perspectiva da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde, proposta pela OMS, os estudos apresentados nesta tese encontram-se nos domínios de estrutura e função do corpo, e atividade. No que se refere a prática clínica baseada em evidências, os estudos relativos as propriedades psicométricas, são contribuições importantes para a qualidade dos procedimentos e interpretação dos resultados na área da reabilitação. E, por sua vez, os estudos observacionais agregam informações relativas a compreensão dos fenômenos e das relações entre variáveis. Estes tipos de estudos são contribuições relevantes na tentativa de auxiliar a aplicabilidade clínica e contribuir para a melhor assistência e crescimento do corpo de evidências da profissão, principalmente considerando que a transposição do processo de produção de conhecimentos na universidade para a prática clínica não ocorre na mesma proporção.

A experiência da realização da revisão sistemática desenvolvida durante o período do doutorado sanduíche na *University of British Columbia, Vancouver - Ca*, cumpriu com sua premissa de analisar as informações disponíveis na literatura científica da área e identificar lacunas e questionamentos para futuros estudos. Os resultados desta revisão consistiram na motivação para investigar o teste de SPI_{max}. Este teste apresentou resposta positiva ao treinamento muscular inspiratório, em casos de insuficiência cardíaca, dentre os estudos selecionados, sendo o único procedimento referente a *endurance* dos músculos respiratórios que possibilitou a aplicação da metanálise, devido a diversidade de procedimentos e equipamentos destinados a avaliação deste constructo.

Desta forma, os resultados relativos a validade preditiva do teste SPI_{max}, como um teste capaz de inferir sobre trabalho inspiratório desenvolvido no teste de endurance inspiratória, fornecem aos clínicos uma medida alternativa da função muscular inspiratória e, ao mesmo tempo, complementar, dependendo da situação em que se aplica. Além disso, este estudo possibilitou a implementação do teste de SPI_{max} no manovacúmetro digital, o que torna-se uma contribuição para esta tecnologia desenvolvida na própria instituição. Por enquanto, é um recurso restrito aos equipamentos digitais, porém com o estímulo ao desenvolvimento tecnológico, acredita-se que este tipo de equipamento torne-se mais acessível e, portanto, contribua para aplicabilidade clínica dos recursos nele disponíveis.

O estudo sobre a demanda metabólica do TGlittre é um retrato das demandas fisiológicas exigidas para cumprir o protocolo do teste, obtido por meio de técnicas matemáticas e estatísticas apropriadas para análise de variáveis com o comportamento apresentado pelo VO₂ (análise de séries temporais). Assim, espera-se fornecer aos clínicos maiores informações do TGlittre e contribuir para o corpo de literatura dos instrumentos de avaliação da capacidade funcional. Com isso, incentivar o aumento do seu uso na prática clínica, uma vez que fornece informações que possibilitam inferir sobre o desempenho nas atividades cotidianas, muito relevantes no contexto da reabilitação. Da mesma forma, os resultados do terceiro estudo reforçam as características do TGlittre e acrescentam informações que contribuem para a tomada de decisão clínica na escolha do instrumento mais apropriado para a avaliação da capacidade funcional, dentre os dois testes estudados (ISWT vs TGlittre).

Vale ressaltar que os resultados destes estudos foram originados de avaliações em indivíduos saudáveis. Recomenda-se aos fisioterapeutas, em ambiente clínico, que os resultados sejam interpretados e aplicados com cautela, conforme as condições de saúde basal da população assistida.

Por fim, as experiências no período de doutoramento, além do período sanduíche, o treinamento em serviço na área de Fisioterapia Cardiovascular, o intercâmbio com alunos de Programas de Pós-Graduação de outras instituições e a oportunidade de realizar os estágios em docência, em diferentes disciplinas do currículo do curso de Graduação em Fisioterapia da UFMG, especialmente a elaboração do tutorial FisoCardioVirtual, proporcionaram um processo de aprendizado, crescimento e maturidade com impacto positivo na formação profissional nos diferentes âmbitos de atuação (fisioterapeuta, educadora e pesquisadora).

REFERÊNCIAS

- ARENA, R.; GUAZZI, M.; MYERS, J. Prognostic characteristics of cardiopulmonary exercise testing in heart failure: comparing American and European models. **Eur J Cardiovasc Prev Rehabil**, v. 12, n. 6, p. 562-7, 2005.
- ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 166, n.1, p. 111-117, 2002.
- ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 167, n. 2, p. 211-277, 2003.
- ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 166, n. 4, p. 518-624, 2002.
- BRUTON A. A pilot study to investigate any relationship between sustained maximal inspiratory pressure and extubation outcome. **Heart Lung**, v. 31, n. 2, p. 141-149, 2002.
- CHARUSUSIN, N. *et al.* Inspiratory muscle training protocol for patients with chronic obstructive pulmonary disease (IMTCO study): a multicentre randomised controlled trial. **BMJ Open**, v. 3, n. 8, p.1-7, 2013.
- CHATHAM, K. *et al.* Inspiratory pressures in adult cystic fibrosis. **Physiotherapy**, 80: p.748-752, 1994.
- CLANTON, T.; CALVERLY, P. M.; CELLI, R. B. Tests of respiratory muscle endurance. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 166, 559-570, 2002.
- CORREA, K. S. *et al.* Can the Glittre ADL test differentiate the functional capacity of COPD patients from that of healthy subjects? **Rev Bras Fisioter**, v. 15, n. 6, p. 467-473, 2011.
- COUSER, J. I.; MARTINEZ, F. J.; CELLI, B. R. Respiratory response and ventilatory muscle recruitment during arm elevation in normal subjects. **Chest**, v. 101, n. 2, p. 336-340, 1992.
- CUNHA-FILHO, I. T. *et al.* The reliability of walking tests in people with claudication. **Am J Phys Med Rehabil**, v. 86, n. 7, p. 574-582, 2007.
- DAVIDSON, M.; DE MORTON, N. A systematic review of the Human Activity Profile. **Clin Rehabil**, v. 21, n. 2, p. 151-62, 2007.
- DECHMAN, G.; SCHERER, S. A. Outcome Measures in Cardiopulmonary Physical Therapy: Focus on the Glittre ADL-Test for People with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. **Cardiopulm Phys Ther J**, v. 19, n. 4, p. 115-118, 2008.

DOURADO, V. Z.; GUERRA, R. L. Reliability and validity of heart rate variability threshold assessment during an incremental shuttle-walk test in middle-aged and older adults. **Braz J Med Biol Res**, v. 46, n. 2, p. 194-199, 2013.

DOURADO, V. Z.; VIDOTTO, M. C.; GUERRA, R. L. Reference equations for the performance of healthy adults on field walking tests. **J Bras Pneumol**, v. 37, n. 5, p. 607-614, 2011.

ENRIGHT, S. *et al.* Inspiratory muscle training improves lung function and exercise capacity in adults with cystic fibrosis. **Chest**, v. 126, n. 2, p. 405-411, 2004.

_____. The influence of body composition on respiratory muscle, lung function and diaphragm thickness in adults with cystic fibrosis. **J Cyst Fibros**, v. 6, n. 6, p. 384-390, 2007.

_____. Effect of high-intensity inspiratory muscle training on lung volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subjects who are healthy. **Phys Ther**, v. 86, n. 3, 345-353, 2006.

ENRIGHT, S.; UNNITHAN, V. B.; DAVIES, D. Reproducibility of measurements of inspiratory work capacity in cystic fibrosis patients. **Respir Physiol Neurobiol**, v. 150, n. 1, p. 35-43, 2006.

ENRIGHT, S. J.; UNNITHAN, V. B. Effect of inspiratory muscle training intensities on pulmonary function and work capacity in people who are healthy: a randomized controlled trial. **Phys Ther**, v. 91, n. 6, p. 894-905, 2011.

FARIAS, N.; BUCHALLA, C M A. Classificação internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde da Organização Mundial de Saúde. Conceitos, Usos e Perspectivas. **Rev Bras Epidemiol**, v. 8, p.187-193, 2005.

FILIPPIN, L.; WAGNER, M. Fisioterapia baseada em evidência: uma nova perspectiva. **Braz J Phys Ther**, v. 12, p. 432-433, 2008.

FIX, A. J.; DAUGHTON, D. M. **Human Activity Profile**. Psychological Assessment Resources Inc.: 1-25 p. 1988.

GARBER, C. E. *et al.* ACSM – American College of Sports Medicine: position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Med Sci Sports Exer**, v. 43, n.7, p. 1334-1359, 2011.

GADOTTI, I.; VIEIRA, E.; MAGEE, D. Importance and clarification of measurement properties in rehabilitation. **Braz J Phys Ther**, v. 10, p. 137-146, 2006.

GOLDSTEIN, R. *et al.* Applicability of a threshold loading device for inspiratory muscle testing and training in patients with COPD. **Chest**, v. 96, n. 3, p. 564-571, 1989.

GOSSELINK, R.; WAGENAAR, R. C.; DECRAMER, M. Reliability of a commercially available threshold loading device in healthy subjects and in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax**, v. 51, n. 6, p. 601-605, 1996.

GREEN, D. J. *et al.* A comparison of the shuttle and 6 minute walking tests with measured peak oxygen consumption in patients with heart failure. **J Sci Med Sport**, v. 4, n. 3, p. 292-300, 2001.

GREEN, M. *et al.* Tests of Respiratory Muscle Strength. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 166, p. 528-547, 2002.

HAMM, L. F. *et al.* Cardiac rehabilitation and cardiovascular disability: role in assessment and improving functional capacity: a position statement from the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. **J Cardiopulm Rehabil Prev**, v. 33, n. 1, p. 1-11, 2013.

HARRISON, S. L. *et al.* Age-specific normal values for the incremental shuttle walk test in a healthy British population. **J Cardiopulm Rehabil Prev**, v. 33, n. 5, p. 309-313, 2013.

HART, N. *et al.* A novel clinical test of respiratory muscle endurance. **Eur Respir J**, v. 19, n. 2, p. 232-239, 2002.

HILL, K. *et al.* Comparison of incremental and constant load tests of inspiratory muscle endurance in COPD. **Eur Respir J**, v. 30, n. 3, p. 479-486, 2007.

HOLLAND, A. E. *et al.* An official European Respiratory Society/ American Thoracic Society Technical Standard: field walking tests in chronic respiratory disease. **Eur Respir J**, v. 44, n. 6, p. 1428-1446, 2014.

HOOGEVEEN, A. R.; KEIZER, H. A. The VO_2 overshoot at the onset Constant-load exercise in elite cyclists: an undescribed phenomenon. **JEPonline**, v. 6, p. 34-41, 2003.

IONESCU, A. A. *et al.* Inspiratory muscle function and body composition in cystic fibrosis. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 158, n. 4, p. 1271-1276, 1998.

JANAUDIS-FERREIRA, T. *et al.* Measurement of activities of daily living in patients with COPD - A systematic review. **Chest**, v. 145, n. 2, p. 253-271, 2014.

JETTE, A. M.; HALEY, S. M. Contemporary measurement techniques for rehabilitation outcomes assessment. **J Rehabil Med**, v. 37, n. 6, p. 339-345, 2005.

JÜRGENSEN, S. P. *et al.* The incremental shuttle walk test in older Brazilian adults. **Respiration**, v. 81, n. 3, p. 223-228, 2011.

KARLOH, M. *et al.* Physiological responses to the Glittre-ADL test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **J Rehabil Med**, v. 46, n. 1, p. 88-94, 2014.

LANGER, D. *et al.* Measurement validity of an electronic inspiratory loading device during a loaded breathing task in patients with COPD. **Respir Med**, v. 107, n. 4, p. 633-635, 2013.

LAOUTARIS, I. D. *et al.* Effects of inspiratory muscle training on autonomic activity, endothelial vasodilator function, and N-terminal pro-brain natriuretic peptide levels in chronic heart failure. **J Cardiopulm Rehabil Prev**, v. 28, n. 2, p. 99-106, 2008.

_____. Immune response to inspiratory muscle training in patients with chronic heart failure **Eur J Cardiovasc Prev Rehabil**, v. 14, n. 5, p. 679-685, 2007.

_____. Inspiratory muscle training using an incremental endurance test alleviates dyspnea and improves functional status in patients with chronic heart failure. **Eur J Cardiovasc Prev Rehabil**, v. 11, n. 6, p. 489-496, 2004.

LATORRE, M. R. D. O.; CARDOSO, M. R. A. Análise de séries temporais em epidemiologia: uma introdução sobre os aspectos metodológicos. **Rev Bras Epidemiol**, v. 4, p. 145-152, 2001.

LAUER, M. *et al.* Exercise testing in asymptomatic adults: a statement for professionals from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology, Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention. **Circulation**, v. 112, n. 5, p. 771-776, 2005.

LEWIS, M. E. *et al.* Incremental shuttle walk test in the assessment of patients for heart transplantation. **Heart**, v. 86, n. 2, p. 183-187, 2001.

LÖTTERS, F. *et al.* Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. **Eur Respir J**, v. 20, n. 3, p. 570-576, 2002.

MACFARLANE, D. J.; WONG, P. Validity, reliability and stability of the portable Cortex Metamax 3B gas analysis system. **Eur J Appl Physiol**, v. 112, n. 7, p. 2539-2547, 2012.

MACKLEM, P. T. The diaphragm in health and disease. **J Lab Clin Med**; v. 99, n. 5, p. 601-610.

MARQUES, A. P.; PECCIN, M. S. Pesquisa em fisioterapia: a prática baseada em evidências e modelos de estudos. **Fisioter Pesq**, v. 11, n. 1, p. 43-48, 2005.

MICKLEBOROUGH, T. D. *et al.* Inspiratory flow resistive loading improves respiratory muscle function and endurance capacity in recreational runners. **Scand J Med Sci Sports**, v. 20, n. 3, p. 458-468, 2010.

MICKLEBOROUGH, T. D. *et al.* Pulmonary adaptations to swim and inspiratory muscle training. **Eur J Appl Physiol**, v. 103, n. 6, p. 635-646, 2008.

MONTEIRO, D. P. *et al.* Shuttle walking test como instrumento de avaliação da capacidade funcional: uma revisão da literatura. **Revista Ciência & Saúde**, 7: p.92-97, 2014.

MONTEMEZZO, D. *et al.* Influence of inspiratory muscle weakness on inspiratory muscle training responses in chronic heart failure patients: a systematic review and meta-analysis. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 95, n. 7, p. 1398-1407, 2014.

_____. Influence of 4 interfaces in the assessment of maximal respiratory pressures. **Respir Care**, v. 57, n. 3, p. 392-398, 2012

NEDER, J.A. *et al.* Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. **Braz J Med Biol Res**, v. 32, n. 6, p. 719-727, 1999.

NEVES, C. D. *et al.* Cardiorespiratory Responses and Prediction of Peak Oxygen Uptake during the Shuttle Walking Test in Healthy Sedentary Adult Men. **PLoS One**, 2015 doi: 10.1371/journal.pone.0117563 [*in press*].

OLIVER, N. *et al.* Ventilatory and Metabolic Response in the Incremental Shuttle and 6-Min Walking Tests Measured by Telemetry in Obese Patients Prior to Bariatric Surgery. **Obes Surg**, 2015 [*in press*].

PARREIRA, V. F. *et al.* Pressões respiratórias máximas: valores encontrados e preditos em indivíduos saudáveis. **Braz J Phys Ther**, v. 11, p. 361-368, 2007.

_____. Measurement properties of the incremental shuttle walk test. a systematic review. **Chest**, v. 145, n. 6, p. 1357-1369, 2014.

PATEL, S. A. *et al.* Activity monitoring and energy expenditure in COPD patients: a validation study. **COPD**, v. 4, n. 2, p. 107-112, 2007.

PEREIRA D. A. G.; MONTEMEZZO. D. Teste Incremental de Marcha Controlada (Shuttle Walk Test). In: BRITTO R. R; BRANT T. C. S; PARREIRA, V. F. **Recursos Manuais e Instrumentais em Fisioterapia Respiratória**. 2.ed. São Paulo: Manole, 2014, p.99-108.

PEREIRA, C. A.; SATO, T.; RODRIGUES, S. C. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. **J Bras Pneumol**, v. 33, n. 4, p. 397-406, 2007.

PEREIRA, C. A. C. Espirometria. **J Pneumol**, v. 28, p. S1-S22, 2002.

PESSOA, I. M. B. S. *et al.* Reprodutibilidade teste-reteste e validade concorrente de manovacuômetro digital. **Fisioter Pesq**, v. 21, n. 3, p. 236-242, 2014.

_____. Predictive equations for respiratory muscle strength according to international and Brazilian guidelines. **Braz J Phys Ther**, v. 18, n. 5, p. 410-418, 2014

POLLA B. *et al.* Respiratory muscle fibres: specialisation and plasticity. **Thorax**, v. 59, n. 9, p. 808-817, 2004.

PORTNEY L. G, WATKINS M. P. Validity of measurements. In: Portney LG, Watkins M.P. **Foundations of clinical research applications to practice**. 3.ed. New Jersey: Pearson/Prentice Hall, p. 97-118, 2009.

_____. Comparing two means: the t-test. In: Portney LG, Watkins M.P. **Foundations of clinical research applications to practice**. 3.ed. New Jersey: Pearson/Prentice Hall, p. 433-450, 2009.

_____. Correlation. In: Portney LG, Watkins M.P. **Foundations of clinical research applications to practice**. 3.ed. New Jersey: Pearson/Prentice Hall, p. 523-538, 2009.

_____. Regression. In: Portney LG, Watkins M.P. **Foundations of clinical research applications to practice**. 3.ed. New Jersey: Pearson/Prentice Hall, p. 539-567, 2009.

_____. Power and sample size. In: Portney LG, Watkins M.P. **Foundations of clinical research applications to practice**. 3.ed. New Jersey: Pearson/Prentice Hall, p. 830-859, 2009.

PROBST, V. S. *et al.* Reference values for the incremental shuttle walking test. **Respir Med**, v. 106, n. 2, p. 243-248, 2012.

PULZ, C. *et al.* Incremental shuttle and six-minute walking tests in the assessment of functional capacity in chronic heart failure. **Can J Cardiol**, v.24, n. ., p.131-135, 2008.

REIS, C. M. Equação de referência para o teste de AVD Glittre.2014. 60f. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) - Centro de Ciências da Saúde e do Esporte, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

ROIG, M. *et al.* Falls in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a call for further research. **Respir Med**, v. 103, n. 9, p. 1257-69, 2009.

ROWLEY, K. L. *et al.* Respiratory muscle plasticity. **Respir Physiol Neurobiol**; v. 147, p. 235-251, 2005.

SAMPAIO, R. F. *et al.* Aplicação da classificação internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde (CIF) na prática clínica do fisioterapeuta. **Rev Bras Fisioter**, v.9, n. 2, p.129-136, 2005.

SEIXAS, D. M. *et al.* Dessaturação em indivíduos saudáveis submetidos ao incremental shuttle walk test. **J Bras Pneumol**, v. 39, n. 4, p. 440-446, 2013.

SINGH, S. J. *et al.* Development of a shuttle walking test of disability in patients with chronic airways obstruction. **Thorax**, v. 47, n. 12, p. 1019-1024, 1992.

_____. An official systematic review of the European Respiratory Society/American Thoracic Society: measurement properties of field walking tests in chronic respiratory disease. **Eur Respir J**, v.44, 2014. p.1447-1478, 2014.

_____. Minimum clinically important improvement for the incremental shuttle walking test. **Thorax**, v. 63, n.9:775-777, 2008.

SKUMLIEN, S. *et al.* A field test of functional status as performance of activities of daily living in COPD patients. **Respir Med**, v. 100, n. 2, p. 316-323, 2006.

_____. Endurance or resistance training in primary care after in-patient rehabilitation for COPD? **Respir Med**, v. 102, n. 3, p. 422-429, 2008.

Sociedade Brasileira de Cardiologia/Sociedade Brasileira de Hipertensão/Sociedade Brasileira de Nefrologia. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. **Arq Bras Cardiol**, v. 95, supl.1, p. S1-S51, 2010.

SOUZA, A. C.; MAGALHÃES, L. E. C.; TEIXEIRA-SALMELA, L. F. Cross-cultural adaptation and analysis of the psychometric properties in the Brazilian version of the Human Activity Profile. **Cad Saude Publica**, v. 22, n. 12, p. 2623-2636, 2006.

SOUZA, R. B. Pressões respiratórias estáticas máximas. **J Pneumol**, v. 28, n. 3, p. S155-S165, 2002.

SPAGNUOLO, D. L. *et al.* Walking for the assessment of balance in healthy subjects older than 40 years. **Gerontology**, v. 56, n. 5, p. 467-473, 2010.

STEIER, J. *et al.* The value of multiple tests of respiratory muscle strength. **Thorax**, v. 62, n. 11, p. 975-980, 2007

STUCKI, G. *et al.* Developing Swiss paraplegic research: building a research institution from the comprehensive perspective. **Disabil Rehabil**, v. 30, n. 14, p. 1063-1078, 2008.

STURDY, G.A. *et al.* The effect of learning on ventilatory responses to inspiratory threshold loading in COPD. **Respir Med**, v. 98, n. 1, p. 1-8, 2004

TSOPANOGLOU, S.P. *et al.* Functional capacity during exercise in very-low-birth-weight premature children. **Pediatr Pulmonol**, v. 49, n. 1, p. 91-98, 2013.

TUFANIN, A. *et al.* Cardiac, ventilatory, and metabolic adjustments in chronic obstructive pulmonary disease patients during the performance of Glittre activities of daily living test. **Chron Respir Dis**, v. 11, n. 4, p. 247-255, 2014.

VALADARES, Y. D. *et al.* Aplicabilidade de testes de atividades de vida diária em indivíduos com insuficiência cardíaca. **Rev Bras Med Esporte**, v. 17, p. 310-314, 2011.

VELLOSO, M. *et al.* Evaluation of effects of shoulder girdle training on strength and performance of activities of daily living in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Int J Chron Obstruct Pulmon Dis**, v. 8, p. 187-192, 2013.

_____. Metabolic and ventilatory parameters of four activities of daily living accomplished with arms in COPD patients. **Chest**, v. 123, n. 4, p. 1047-1053, 2003.

World Health Organization. Organization. WHO. **Global database on body mass index (BMI)**, 2014.

ANEXOS

ANEXO A – Aprovação do COEP - UFMG

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP**

Projeto: CAAE - 21864913.7.0000.5149

**Interessado(a): Profa. Raquel Rodrigues Britto
Departamento de Fisioterapia
EEFFTO- UFMG**

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 08 de novembro de 2013, o projeto de pesquisa intitulado "**Estudo sobre a relação entre os testes endurance muscular inspiratória e o desempenho funcional**" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Maria Teresa Marques Amaral", is written over a horizontal line.

**Profa. Maria Teresa Marques Amaral
Coordenadora do COEP-UFMG**

ANEXO B – Questionário Perfil de Atividade Humana

Perfil de Atividade Humana

Identificação: _____

Avaliador: _____ **Data:** _____

Atividades comuns que as pessoas realizam em suas vidas diárias. Para cada questão, responda “**ainda faço a atividade**” se você consegue realizar tal atividade sozinho quando precisa ou quando tem oportunidade. Indique “**parei de fazer**” a atividade se você conseguia realizá-la no passado, mas, provavelmente, não consegue realizá-la hoje, mesmo se tivesse oportunidade. Finalmente, responda “**nunca fiz**” se você, por qualquer motivo, nunca realizou tal atividade.

Instruções:

1. **Principal dúvida:** Decidir se ainda fazem ou se deixaram de fazer uma dada atividade. **Instrução:** A melhor forma de decidir é perguntar a você mesmo se poderia fazer essa atividade hoje, caso houvesse oportunidade.
2. O indivíduo deve responder se é capaz de cumprir o item, se for necessário, e não simplesmente se costuma realizar ou não tal atividade no seu dia-a-dia. Não confundir ter **capacidade** com ter **oportunidade, costume** ou **prazer** em realizá-las.
3. ITEM 5: Quaisquer atividades que possam ser realizadas em uma mesa, desde cortar legumes a atividades de marcenaria, estão envolvidas neste item.
4. ITEM 12: Reforçar que é jogo com caráter de lazer e não se refere a jogos de azar.
5. ITEM 67: Exercícios calistênicos: Repetitivos, seqüenciais, formativos e militarizantes, que objetivam ganho de força, velocidade, ritmo e agilidade (polichinelo, flexão de braço, abdominal). Dança aeróbia: Exercício submáximo, rítmico, repetitivo, em grandes grupos musculares: forró, pagode, salsa, axé.

ATIVIDADES	Ainda faço	Parei de fazer	Nunca fiz
1. Levantar e sentar em cadeiras ou cama (sem ajuda)			
2. Ouvir rádio			
3. Ler livros, revistas ou jornais			
4. Escrever cartas ou bilhetes			
5. Trabalhar numa mesa ou escrivaninha (qualquer atividade)			
6. Ficar de pé por mais que um minuto			
7. Ficar de pé por mais que cinco minutos			
8. Vestir e tirar roupa sem ajuda			
9. Tirar roupas de gavetas ou armários			
10. Entrar e sair do carro sem ajuda			
11. Jantar num restaurante			
12. Jogar baralho ou qualquer jogo de mesa (lazer)			
13. Tomar banho de banheira sem ajuda			
14. Calçar sapatos e meias sem parar para descansar			
15. Ir ao cinema, teatro ou a eventos religiosos ou esportivos			
16. Caminhar 27 metros (um minuto)			
17. Caminhar 27 metros sem parar (um minuto)			

	Ainda taço	Parei de tazer	Nunca tiz
18. Vestir e tirar a roupa sem parar para descansar			
19. Utilizar transporte público ou dirigir por 1 hora e meia (158 quilômetros ou menos)			
20. Utilizar transporte público ou dirigir por \pm 2 horas (160 quilômetros ou mais)			
21. Cozinhar suas próprias refeições			
22. Lavar ou secar vasilhas			
23. Guardar mantimentos em armários			
24. Passar ou dobrar roupas			
25. Tirar poeira, lustrar móveis ou polir o carro			
26. Tomar banho de chuveiro			
27. Subir seis degraus			
28. Subir seis degraus sem parar			
29. Subir nove degraus			
30. Subir 12 degraus			
31. Caminhar metade de um quarteirão no plano			
32. Caminhar metade de um quarteirão no plano sem parar			
33. Arrumar a cama (sem trocar os lençóis)			
34. Limpar janelas			
35. Ajoelhar ou agachar para fazer trabalhos leves			
36. Carregar uma sacola leve de mantimentos			
37. Subir nove degraus sem parar			
38. Subir 12 degraus sem parar			
39. Caminhar metade de um quarteirão numa ladeira			
40. Caminhar metade de um quarteirão numa ladeira, sem parar			
41. Fazer compras sozinho			
42. Lavar roupas sem ajuda (pode ser com máquina)			
43. Caminhar um quarteirão no plano			
44. Caminhar dois quarteirões no plano			
45. Caminhar um quarteirão no plano, sem parar			
46. Caminhar dois quarteirões no plano, sem parar			
47. Esfregar o chão, paredes ou lavar carros			
48. Arrumar a cama trocando lençóis			
49. Varrer o chão			
50. Varrer o chão por cinco minutos, sem parar			
51. Carregar uma mala pesada ou jogar uma partida de boliche			
52. Aspirar o pó de carpetes			
53. Aspirar o pó de carpetes por cinco minutos, sem parar			
54. Pintar o interior ou o exterior da casa			
55. Caminhar seis quarteirões no plano			
56. Caminhar seis quarteirões no plano, sem parar			
57. Colocar o lixo para fora			
58. Carregar uma sacola pesada de mantimentos			
59. Subir 24 degraus			
60. Subir 36 degraus			
61. Subir 24 degraus, sem parar			
62. Subir 36 degraus, sem parar			
63. Caminhar 1,6 quilômetro (\pm 20 minutos)			

	Ainda faço	Parei de fazer	Nunca fiz
64. Caminhar 1,6 quilômetro (± 20 minutos), sem parar			
65. Correr 100 metros ou jogar peteca, <i>voley, baseball</i>			
66. Dançar socialmente			
67. Fazer exercícios calistênicos ou dança aeróbia por cinco minutos, sem parar			
68. Cortar grama com cortadeira elétrica			
69. Caminhar 3,2 quilômetros (± 40 minutos)			
70. Caminhar 3,2 quilômetros sem parar (± 40 minutos)			
71. Subir 50 degraus (2 andares e meio)			
72. Usar ou cavar com a pá			
73. Usar ou cavar com a pá por 5 minutos, sem parar			
74. Subir 50 degraus (2 andares e meio), sem parar			
75. Caminhar 4,8 quilômetros (± 1 hora) ou jogar 18 buracos de golfe			
76. Caminhar 4,8 quilômetros (± 1 hora), sem parar			
77. Nadar 25 metros			
78. Nadar 25 metros, sem parar			
79. Pedalar 1,6 quilômetro de bicicleta (2 quarteirões)			
80. Pedalar 3,2 quilômetros de bicicleta (4 quarteirões)			
81. Pedalar 1,6 quilômetro, sem parar (2 quarteirões)			
82. Pedalar 3,2 quilômetros, sem parar (4 quarteirões)			
83. Correr 400 metros (meio quarteirão)			
84. Correr 800 metros (um quarteirão)			
85. Jogar tênis/frescobol ou peteca			
86. Jogar uma partida de basquete ou de futebol			
87. Correr 400 metros, sem parar (meio quarteirão)			
88. Correr 800 metros, sem parar (um quarteirão)			
89. Correr 1,6 quilômetro (2 quarteirões)			
90. Correr 3,2 quilômetros (4 quarteirões)			
91. Correr 4,8 quilômetros (6 quarteirões)			
92. Correr 1,6 quilômetro em 12 minutos ou menos			
93. Correr 3,2 quilômetros em 20 minutos ou menos			
94. Correr 4,8 quilômetros em 30 minutos ou menos			

EMA (Escore Máximo de Atividade): Numeração da atividade com a mais alta demanda de O_2 que o indivíduo ainda faz, não sendo necessário cálculo matemático.

EAA (Escore Ajustado de Atividade): [EMA – nº de itens que o indivíduo parou de fazer anteriores ao último que ele ainda faz].

EAA: [EMA - Nº "parou de fazer"] = [_____ - _____] = _____

► Classificação: _____

Classificação	EAA
Debitado (inativo)	< 53
Moderadamente ativo	53 – 74
Ativo	> 74

APÊNDICES

APÊNDICE A – Revisão Sistemática e Metanálise



Archives of Physical Medicine and Rehabilitation

journal homepage: www.archives-pmr.org

Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 2014;95:1398-407



REVIEW ARTICLE (META-ANALYSIS)

Influence of Inspiratory Muscle Weakness on Inspiratory Muscle Training Responses in Chronic Heart Failure Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis



Dayane Montemezzo, PT,^a Guilherme Augusto Fregonezi, PT, PhD,^b
Danielle Aparecida Pereira, PT, PhD,^c Raquel Rodrigues Britto, PT, PhD,^c
W. Darlene Reid, PT, PhD^d

From the ^aRehabilitation Sciences Graduation Program, Laboratory of Assessment and Research in Cardiorespiratory Performance, Department of Physical Therapy, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brazil; ^bLaboratory of Physical Therapy PneumoCardioVascular, Department of Physical Therapy, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brazil; ^cLaboratory of Assessment and Research in Cardiorespiratory Performance, Department of Physical Therapy, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, RN, Brazil; and ^dMuscle Biophysics Laboratory, Department of Physical Therapy, University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada.

Abstract

Objective: To determine whether the impact of inspiratory muscle weakness on inspiratory muscle training (IMT) affects inspiratory function and exercise capacity in chronic heart failure (CHF) patients.

Data Sources: Electronic searches were performed using the Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature, Cochrane Central Register of Controlled Trials, Cochrane Systematic Review, Embase, MEDLINE, and Physiotherapy Evidence Database (PEDro) databases up to August 2013.

Study Selection: Articles were included if participants had CHF and were >18 years old; the design was a randomized controlled trial; intervention was IMT; measurements were of inspiratory muscle function or exercise capacity; and the articles were published in English, Portuguese, or Spanish. Of the 1455 articles identified in the database searches, 9 studies met the inclusion criteria.

Data Extraction: Two independent reviewers selected and extracted information from articles and assessed the quality of the studies using the PEDro scale. The 2 reviewers discussed disagreements until consensus was achieved.

Data Synthesis: Meta-analyses compared IMT with controls/sham for maximal inspiratory pressure, sustained maximal inspiratory pressure, 6-minute walk distance, peak oxygen consumption, and minute ventilation after IMT. Subgroup analyses compared those with and without muscle weakness. CHF with inspiratory muscle weakness showed greater gains in the 6-minute walk distance and peak oxygen consumption compared with those with normative maximal inspiratory pressure. The mean quality analysis score was 7.1, and scores ranged from 6 to 10.

Conclusions: The results emphasize the importance of evaluating the inspiratory muscles to identify patients with CHF and inspiratory muscle weakness; subgroup that showed better results after IMT.

Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 2014;95:1398-407

© 2014 by the American Congress of Rehabilitation Medicine

Patients with chronic heart failure (CHF) often present generalized muscle atrophy, including that of the respiratory muscles,^{1,2} that can manifest as reduced strength and endurance.^{1,3,4} When

present, weakness of the respiratory muscles limits ventilation during exercise in patients with CHF and can contribute to marked fatigue and dyspnea at low exercise intensities.^{1,5} Maximal inspiratory pressure (MIP), the most common measure of inspiratory muscle strength,⁶ is related to the severity of CHF and ventilatory limitation during exercise in these patients.⁷ It is also an independent prognostic indicator of CHF.⁷

Inspiratory muscle training (IMT) is an effective intervention that attenuates inspiratory muscle weakness⁵ and has been

Supported by the Emerging Leaders in the Americas Program from the Canadian Bureau for International Education on behalf of the Foreign Affairs and International Trade Canada; Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (grant no. CDS 55/11); Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior; and Pró Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais.

No commercial party having a direct financial interest in the results of the research supporting this article has conferred or will confer a benefit on the authors or on any organization with which the authors are associated.

0003-9993/14/\$36 - see front matter © 2014 by the American Congress of Rehabilitation Medicine
<http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2014.02.022>

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Título do Estudo: “Estudo sobre a relação entre os testes de endurance muscular inspiratória e o desempenho funcional”

Prezado(a) Sr(a), obrigada pelo seu interesse em participar deste estudo.

Objetivo e Justificativa

Este estudo tem o objetivo de validar um teste de resistência dos músculos da respiração e a associação com a sua capacidade de exercício.

Os testes de resistência dos músculos da respiração são importantes para manter a função respiratória mais próxima do normal e também para contribuir no diagnóstico de fraqueza desses músculos que são muito importantes nas nossas atividades do dia a dia, muito significativa para os doentes.

Sendo assim, acredita-se que os resultados desse estudo poderão contribuir para que os pesquisadores e profissionais da reabilitação compreendam melhor as avaliações dos músculos respiratórios, tanto para indivíduos saudáveis quanto para aqueles com algum problema respiratório, possibilitando uma avaliação mais adequada das pessoas e também a escolha dos melhores métodos de avaliação dos tratamentos fisioterápicos.

Procedimentos

Caso o(a) Sr(a) aceite participar deste estudo, deverá comparecer pelo menos três vezes ao Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare) situado no primeiro andar, sala 1004, da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFTO) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) localizado no Campus Universitário Pampulha (entrada pela Av. Catalão), ou no Instituto Jenny de Andrade Faria de Atenção à Saúde do Idoso e da Mulher, localizado no complexo do Hospital das Clínicas da UFMG a Alameda Álvaro Celso, 117- Térreo, no bairro Santa Efigênia em Belo Horizonte.

Será dada ajuda de custo para o transporte (vale transporte), não sendo necessário que você arque com gasto extra em seu orçamento financeiro. As avaliações serão marcadas com antecedência sendo definidos data e horário, na véspera será feito contato telefônico para confirmar a presença.

Os procedimentos serão divididos em três dias diferentes com intervalo de, no máximo, quinze dias entre eles.

No **primeiro dia** será realizada uma entrevista onde o(a) Sr(a) responderá sobre sua idade; história de saúde, e será medido a sua altura e o seu peso para possibilitar realizar o cálculo de Índice de Massa Corporal (IMC). Após esta fase o(a)

Sr(a) responderá a um questionário. Em seguida, será solicitado ao o(a) Sr(a) que faça respirações rápidas para a medida de volumes e capacidades dos pulmões. Por fim, serão realizados os testes da função dos músculos respiratórios que envolvem as medidas de força e resistência. O(a) Sr(a) será solicitado a fazer respirações utilizando um equipamento próprio no qual será conectado um bocal.

No **segundo e terceiro dias** serão realizados quatro testes diferentes, sendo dois em cada dia, um para avaliar a resistência dos músculos da respiração e outro para avaliar a sua capacidade de exercício. Para os testes de resistência dos músculos da respiração o Sr(a) permanecerá sentado e será solicitado para respirar durante o tempo que tolerar usando um aparelho com um peso específico conectado a um bocal. Para os testes de exercício o Sr(a) deverá caminhar em um corredor demarcado utilizando uma máscara e um aparelho como se fosse uma mochila.

Riscos e desconfortos

Durante todos os procedimentos o(a) Sr(a) usará um aparelho no dedo indicador, chamado oxímetro, que registrará a frequência de batimentos do coração (frequência cardíaca) e a quantidade de oxigênio no sangue (saturação periférica de oxigênio). Antes de iniciar, nos intervalos entre os testes, e ao final serão medidas sua frequência para respirar (frequência respiratória) e sua pressão arterial. Desta forma, estes quatro parâmetros serão monitorados informando qualquer anormalidade destas funções. Assim, qualquer desconforto ou risco será controlado e/ou minimizado e o estudo poderá ser interrompido a qualquer momento. Além disto, não serão utilizados materiais perfuro-cortantes como seringas ou agulhas ou outros materiais que causem desconforto.

Benefícios esperados

Os resultados encontrados neste estudo poderão ser utilizados para melhorar a avaliação da função respiratória tanto de indivíduos saudáveis como daqueles com doenças respiratórias. Além disso, acredita-se que contribuirá para estabelecer um teste de resistência dos músculos da respiração mais adequado para as pessoas que sofrem de algum problema cardiorrespiratório.

Garantia de esclarecimento

Em qualquer momento do estudo, o(a) Sr(a) tem o direito de receber informações acerca da pesquisa e dos testes que serão realizados. Estão disponíveis neste documento os telefones de contato dos responsáveis pelo estudo. Os pesquisadores podem decidir sobre a sua saída do estudo por razões científicas, sobre as quais você será devidamente informado.

Garantia de sigilo

Os dados obtidos durante o estudo são confidenciais e não serão usados para outros fins. Apenas o(a) Sr(a) terá o direito de conhecer os seus resultados dos testes.

Direito de recusa

Como voluntário o(a) Sr(a) poderá recusar a participação ou retirar o seu consentimento em qualquer fase do estudo, sem qualquer penalização ou prejuízo.

Ressarcimento e indenização

O(a) Sr(a) não terá qualquer tipo de despesa para participar deste estudo e não receberá remuneração por sua participação na pesquisa.

Você receberá uma cópia deste Termo de Consentimento e se quiser, antes de assiná-lo, poderá consultar alguém de sua confiança.

Diante destas informações, se for de sua vontade participar deste estudo, favor preencher o consentimento abaixo:

CONSENTIMENTO: Declaro que li e entendi as informações contidas acima e que todas as dúvidas foram esclarecidas.

Eu, _____
voluntariamente, aceito participar desta pesquisa. Portanto, concordo com tudo que foi exposto acima e dou o meu consentimento.

Belo Horizonte, _____ de _____ de _____.

Assinatura do voluntário: _____

Testemunha

Testemunha

Telefones e endereços para contato:

- Dayane Montemezzo – _____

Telefone: _____

- Professora Raquel Rodrigues Britto

Telefone: _____

- Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (COEP)

Endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627

Unidade Administrativa II 2º andar/Sala 2005 - Campus Pampulha

Belo Horizonte, MG -**Telefone:** (31) 3409 4592

APÊNDICE C – Protocolo de Avaliação

Avaliação clínica

Identificação _____

Data: _____

I. Dados de Identificação

Nome: _____

Endereço eletrônico: _____

Telefone: _____

II. Características antropométricas

1. Data de Nascimento: ____/____/19____

2. Idade: ____anos ____meses

3. Sexo: ____M ____F

5. Estatura: ____m 6. Peso: ____Kg

7. IMC: ____kg/m² Classificação: _____

III. Histórico das condições de saúde

Observações	
Medicamentos em uso	
Doenças associadas	
Tabagismo	
Etilismo	
Atividade física	
História familiar	
Febre/gripe/resfriado	

IV. Dados vitais

Dados vitais	
PA (mmHg)	
FC (bpm)	
FR (irpm)	
SpO ₂ (%)	

V. Função pulmonar

▶ Avaliador _____

	Valores medidos	Valores previstos*	% previsto*	LIN
CVF (L)				
VEF ₁ (L)				
VEF ₁ /CVF				
PFE (L/s)				
FEF _{25-75%} (L/s)				

Pereira, CAC *et al.* J Bras Pneumol. v. 33, n. 4, p. 397-406, 2007

VI. Testes de capacidade funcional

Aleatorizar: 1º. _____ 2º. _____

Glittre ADL Test

FCmax: _____ 85%FCmax: _____

Dados vitais	Antes	Após	Recuperação (5')
PA (mmHg)			
FC (bpm)			
FR (irpm)			
SpO ₂ (%)			
PSE DISPNEIA/MMII/MMSS			

Tempo total de teste: _____ min _____ seg

Número de voltas: _____

Incremental Shuttle Walking Test

FCmax: _____ 85%FCmax: _____

Dados vitais	Antes	Após	Recuperação (5')
PA (mmHg)			
FC (bpm)			
FR (irpm)			
SpO ₂ (%)			
PSE DISPNEIA/MMII			

Tempo total de teste: _____ min _____ seg

Distância percorrida: _____ m

Velocidade: _____ m/seg

Estágio/Nº percurso de interrupção: _____

VII. Nível de Atividade Física ► Auto aplicado

Perfil de Atividade Humana (PAH):

EMA: _____

EAA: _____

VIII. Função dos músculos respiratórios

FCmax: _____ 85%FCmax: _____

Pressão inspiratória máxima (P_Imax):#

P _I max	
Pressão média máxima (cmH ₂ O)	
Pico de pressão (cmH ₂ O)	
Pressão platô (cmH ₂ O)	
Tempo ao pico (s)	
Área sob a curva (cmH ₂ O.s)	
Tempo de manobra (s)	
MRR norm (%/10ms)	
MRR _{méd} (dP/10ms)	

Aleatorizar: 1º. _____ 2º. _____

Pressão inspiratória máxima sustentada (S_PI_{max}):#

S _P I _{max}	
Pressão média máxima (cmH ₂ O)	
Pico de pressão (cmH ₂ O)	
Pressão platô (cmH ₂ O)	
Tempo ao pico (s)	
Área sob a curva (cmH ₂ O.s)	
Tempo de manobra (s)	
MRR norm (%/10ms)	
MRR _{méd} (dP/10ms)	

Teste de endurance inspiratória de carga constante

P_Imax: _____ cmH₂O

Carga: _____ cmH₂O ► _____ %P_Imax

	Rep (1')	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	Recup (1')
PA		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
FC												
FR												
SpO ₂												

Tempo início do teste: _____ Tempo final do teste: _____

Tempo total de teste: _____ min _____ seg

PSE: _____

Relatos: _____

Resultados – Power breathe K3	
Nº de ciclos resp (irpm)	
Load (cmH ₂ O)	
Pressão (cmH ₂ O)	
Power (watts)	
Work (joules)	

APÊNDICE D – Questionário de percepção sobre os testes de função muscular inspiratória

1. Em relação às explicações e aos comandos verbais para a realização dos testes, você achou:

De fácil entendimento.

Um pouco confuso.

De difícil entendimento.

2. Qual o principal motivo que o levou a interromper o teste de resistência dos músculos inspiratórios?

Observe, ao final do questionário, a figura com o aparelho utilizado para este teste.

Não consegui abrir a válvula corretamente.

Acúmulo de saliva na boca.

Dor ou desconforto.

Dificuldade para respirar.

Outro (especifique)

3. Qual a sua sensação, em relação ao cansaço, durante a realização do teste de sustentação da força dos músculos inspiratórios?

Observe, ao final do questionário, a figura com este teste.

Cansaço forte.

Cansaço moderado.

Cansaço fraco.

Nenhum cansaço.

4. Qual a sua sensação, em relação ao cansaço, durante a realização do teste de resistência dos músculos inspiratórios?

Observe, ao final do questionário, a figura com este teste.

Cansaço forte.

Cansaço moderado.

Cansaço fraco.

Nenhum cansaço.

5. Sobre o aparelho utilizado para o teste de sustentação da força dos músculos

inspiratórios, você julga que é:

Observe, ao final do questionário, a figura com o aparelho utilizado neste teste.

Confortáveis.

Desconfortáveis.

Outro (especifique)

6. Sobre o aparelho utilizado para o teste de resistência dos músculos inspiratórios, você julga que é:

Observe, ao final do questionário, a figura com o aparelho utilizado neste teste.

Confortáveis.

Desconfortáveis.

Outro (especifique)

7. Caso fosse indicado, você realizaria algum tipo de tratamento fisioterapêutico a longo prazo, onde fosse necessário utilizar os mesmos aparelhos utilizados em nossa coleta?

Sim, apenas por se tratar de uma indicação.

Sim, não tenho nenhuma restrição em voltar a utilizar os mesmos aparelhos.

Não, não usaria novamente os mesmos aparelhos.

8. Use este espaço caso você queira fazer algum comentário sobre os testes.

FIGURAS COM OS TESTES UTILIZADOS E SEUS RESPECTIVOS APARELHOS.

**APARELHO USADO NO
TESTE DE SUSTENTAÇÃO
DA FORÇA DOS MÚSCULOS
INSPIRATÓRIOS.**



**APARELHO USADO NO
TESTE DE RESISTÊNCIA DOS
MÚSCULOS INSPIRATÓRIOS.**



Concluido

Com o apoio de SurveyMonkey
Crie o seu próprio questionário online grátis agora!

APÊNDICE – S1: Material Suplementar *on line*

Método

Calibração do analisador de gases portátil

A calibração envolveu, respectivamente, as seguintes etapas: (i). Pressão barométrica conforme leitura atual do barômetro no local do teste; (ii). Análise dos gases do ar ambiente e de uma concentração conhecida de gás padrão (12% de O₂, 5% de CO₂, balanço de N₂); (iii). Volume, por meio de uma seringa de três litros (*Hans Rudolph®*, Inc. Missouri, USA) acoplada à turbina digital.

Avaliação da capacidade funcional

Teste de AVD *Glittre* (T*Glittre*)

O T*Glittre* foi realizado em corredor plano de 10 metros, conforme descrito por Skumlien *et al.*(1)] (Fig.1). O corredor foi delimitado por uma cadeira e uma estante, com uma escada no meio do percurso. Durante o teste os participantes carregaram uma mochila com peso total de 2,5 kg para mulheres e 5 kg para homens, destes 0,6 kg eram relativos ao equipamento. Os participantes eram orientados a levantar-se da cadeira e caminhar em direção a uma escada com dois degraus (17 cm x 27 cm) para subir e dois para descer, e seguir em direção a estante cuja prateleira superior continha três pesos (1 kg cada). Os três pesos eram movidos, um a um, da prateleira superior (cintura escapular) para a prateleira inferior (cintura pélvica) e, em seguida, para o chão e, deste para prateleira inferior, e depois para a prateleira superior. Finalmente, era realizado o percurso de volta em direção a cadeira. A volta era considerada completa no momento que o participante sentava-se na cadeira. O teste era finalizado quando os participantes completavam cinco voltas, sendo o tempo de

execução do teste registrado. Nenhum estímulo verbal foi oferecido durante o teste.

No caso de algum desconforto, foi permitido ao participante interromper o teste.

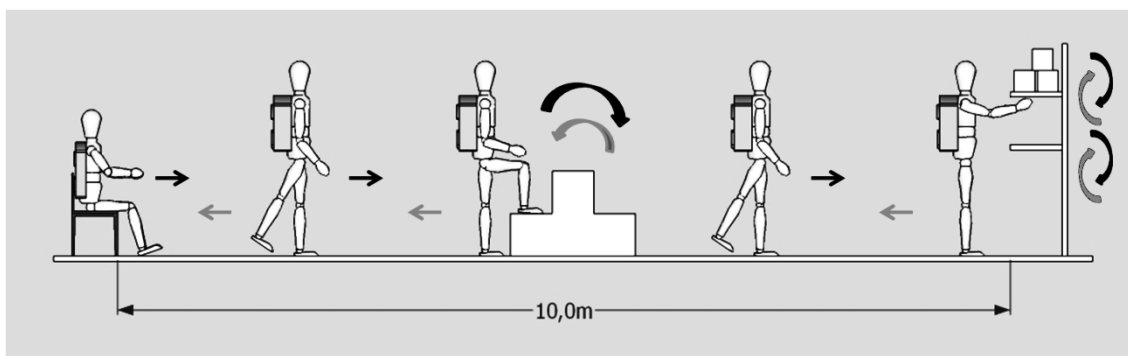


Fig.1. Representação esquemática de uma volta do teste de AVD *Glittre*.

As setas pretas indicam a ida e as setas cinzas o retorno de cada volta.

Fonte: acervo do LabCare

Incremental Shuttle Walk test (ISWT)

O ISWT compreende 12 estágios com duração de um minuto cada, o qual se inicia com velocidade mais lenta (0,5 metros/segundo (m/s)) e, a partir do segundo estágio, ocorre um incremento de velocidade de 0,17 m/s. A velocidade de caminhada aumenta progressivamente conforme determinação dos sinais sonoros (2, 3] . Para realização do ISWT o participante foi orientado a percorrer em passo estável um percurso fixo de 10 metros, delimitado por dois cones, distantes nove metros entre si (Fig.2). No caso do participante atingir o cone antes do tempo previsto para determinado estágio, este era orientado a realizar marcha estacionária e aguardar o próximo sinal sonoro para dirigir-se ao cone oposto. O ISWT era interrompido quando o participante não atingia, por duas vezes consecutivas, o cone do lado oposto (2, 4]. Ao finalizar o teste, o participante realizava recuperação ativa por aproximadamente um minuto.

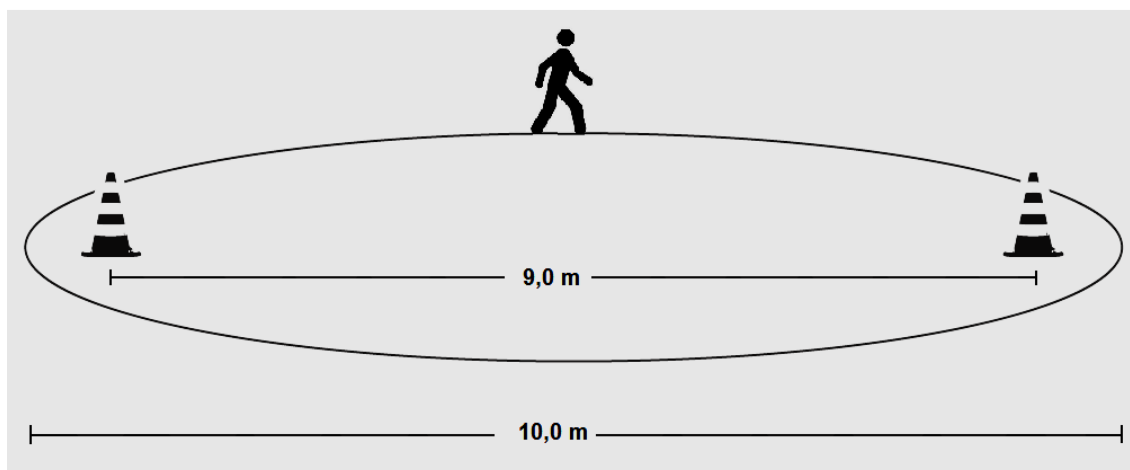


Fig.2. Representação esquemática de uma volta do *Incremental Shuttle Walk test*

Fonte: acervo da autora

Processamento dos dados dos testes funcionais:

O processamento dos dados relativos ao VO_2 do TGlittre consistiu no emprego de ferramentas matemáticas de modelagem e análises baseadas em sistemas dinâmicos não lineares. Para isso foram realizadas as seguintes etapas: (i) modelagem matemática de um algoritmo de sexta ordem (5)] representativo do comportamento do VO_2 adquirido durante o TGlittre; (ii) submissão a um comitê de *experts* para análise visual do modelo; (iii) análise de séries temporais (6)] a fim de descrever o comportamento do VO_2 ao longo do teste, baseada na remoção de ruídos por meio de um filtro de média móvel centrada de 15 respirações; (iv) identificação do estado estável do VO_2 caracterizado pelo tempo, em segundos, no qual VO_2 manteve-se estável com variação média de 5%.

O processamento dos dados relativos ao VO_2 pico do ISWT foi relativo aos 10 segundos com maior média de VO_2 , obtidos durante os 30 últimos segundos do teste (7)].

Os programas *Microsoft Office Excel (Excel®, Redmond-WA, USA)*, versão 10.0, *MATrix LABORatory (MATLAB®, Natick-MA, USA)*, versão 13.0 e *Statistical*

Package for Social Science (SPSS®, Chicago-IL, USA), versão 15.0 foram utilizados para processar as análises.

Referências

- [1] Skumlien S, Hagelund T, Bjortuft O; Ryg MS. A field test of functional status as performance of activities of daily living in COPD patients. *Respir Med* 2006;100:316-23.
- [2] Singh SJ, Morgan MD, Scott S, Walters D, Hardman AE. Development of a shuttle walking test of disability in patients with chronic airways obstruction. *Thorax* 1992;47:1019-24.
- [3] Holland AE, Spruit MA, Troosters T, Puhan MA, Pepin V, Saeyd D, et al. An official European Respiratory Society/ American Thoracic Society Technical Standard: field walking tests in chronic respiratory disease. *Eur Respir J* 2014;44:1428-46.
- [4] Cunha-Filho IT, Pereira DA, Carvalho AM, Campedeli L, Soares M, Sousa FJ. The reliability of walking tests in people with claudication. *Am J Phys Med Rehabil* 2007;86:574-82.
- [5] Hoogeveen, AR; Keizer, HA. The VO_2 overshoot at the onset of constant-load exercise in elite cyclists: an undescribed phenomenon. *JEPonline* 2003;6:34-41.
- [6] Latorre MRDO; Cardoso, MRA. Análise de séries temporais em epidemiologia: uma introdução sobre os aspectos metodológicos. *Rev Bras Epidemiol* 2001;4:145-52.
- [7] Arena R; Guazzi M; Myers J; Ann Peberdy M. Prognostic characteristics of cardiopulmonary exercise testing in heart failure: comparing American and European models. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2005;12:562-7.

APÊNDICE F – Mini Currículo

Dados pessoais

Nome: Dayane Montemezzo

RG: 9044266477 - SSP/RS

CPF: 777.682.640-53

Link para Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0292703537711744>

Formação acadêmica:

2011 - atual Doutorado em Ciências da Reabilitação* – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Universidade Federal de Minas Gerais UFMG, Belo Horizonte, Brasil

Título: Relação entre testes de endurance muscular inspiratória e capacidade funcional

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Raquel Rodrigues Britto

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Danielle Aparecida Gomes Pereira

Bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

*Realização de período de doutorado "sanduíche" desenvolvido de fevereiro a junho de 2012: *Muscle Biophysics Laboratory - Department of Physical Therapy, Faculty of Medicine, University of British Columbia, Vancouver Canadá* sob orientação da Profa W. Darlene Reid.

2008 - 2010 Mestrado em Ciências da Reabilitação* – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Universidade Federal de Minas Gerais UFMG, Belo Horizonte, Brasil

Título: Influência de quatro interfaces na mensuração das Pressões Respiratórias Máximas

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Verônica Franco Parreira

Co-orientador: Prof. Dr. Carlo Julio Tierra- Criollo

Bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

*Realização de período de mestrado "sanduíche" no país Projeto de Cooperação Interinstitucional entre Programas de Pós-graduação (PROCAD-CAPES), desenvolvido no Programa de Pós-graduação em Fisioterapia do Departamento de Fisioterapia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade do Rio Grande do Norte, no período de 03 de novembro a 02 de dezembro de 2009, com carga horária semanal de 40 horas/aula, sob tutela do Prof. Dr. Guilherme A. de Freitas Fregonezi.

2004 - 2005 Especialização em Fisioterapia em Pediatria e Neonatologia – Faculdade Evangélica do Paraná, FEPAR, Curitiba, Brasil

1999 - 2001 Especialização em Fisioterapia Cardiorrespiratória – Universidade Tuiuti do Paraná, UTP, Curitiba, Brasil

1994 - 1999 Graduação em Fisioterapia – Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, Brasil

Atuação profissional:

1999 - 2001: Fisioterapeuta Clínica Corpus, Concórdia-SC, Brasil

2000 - 2001: Professor da Univesidade do Contestado, UnC, Concórdia-SC, Brasil

2001 - 2007: Professor da Univesidade do Sul de Santa Catarina, UNISUL, Tubarão-SC, Brasil

2010 - 2010: Professor colaborador do Departamento de Fisoiterapia da Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC, Florianópolis-SC, Brasil

2013 - 2014: Professor substituto do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte-MG, Brasil

Produção bibliográfica no período do doutoramento:**Artigos completos publicados em periódicos:**

1. PESSOA, IMBS, HOURI NETO, M., **MONTEMEZZO, D.**, SILVA, L. A. M., ANDRADE, A. D., PARREIRA, V. F. Equações de predição para força muscular respiratória segundo diretrizes internacionais e brasileiras. Brazilian Journal of Physical Therapy. v.18, p. 410-418, 2014.

2. **MONTEMEZZO, D.**, PEREIRA, DAG, FREGONEZI, GA, BRITTO, R. R., REID, WD. Influence of inspiratory muscle weakness on inspiratory muscle training responses in chronic heart failure patients: A systematic review and meta-analysis. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. v.95, p.1398 - 1407, 2014.

3. MONTEIRO, D. P., BRITTO, R. R., CARVALHO, M.L.V., **MONTEMEZZO, D.**, PARREIRA, V. F., PEREIRA, DAG. Shuttle walking test como instrumento de avaliação da capacidade funcional: Uma revisão da literatura. Ciência & Saúde. v.7, p.92 - 97, 2014.

4. LAGE, M. C., COELHO, G. R., Samora, G.R.A., **MONTEMEZZO, D.**, VELOSO, M., PEREIRA, DAG. Glittre ADL-test: a proposal for functional evaluation in heart failure. Journal of Respiratory and Cardiovascular Physical Therapy. v.2, p.30 - 31, 2013.

5. **MONTEMEZZO, D.**, VIEIRA, D., TIERRA-CRIOLLO, C. J., BRITTO, R. R., VELOSO, M., PARREIRA, V. F. Influence of four interfaces in the assessment of maximal respiratoy pressures. Respiratory Care. v.57. p.392 - 398, 2012.

6. PEREIRA, DAG, **MONTEMEZZO, D.**, COSTA, D., SILVA, F., BRAGA, M., BRITTO, R. R. Physiotherapy in individuals with peripheral arterial occlusive disease - a retrospective study. Journal of Respiratory and Cardiovascular. v.1, p.16 - 22, 2012.

7. **MONTEMEZZO, D.**, LAGES, A. C., TIERRA-CRIOLLO, C. J., VELOSO, M.,

BRITTO, R. R., PARREIRA, V. F. Relationship between maximum mean pressure and peak pressure obtained by digital manometer during maximal respiratory pressure. *Journal of Respiratory and Cardiovascular Physical Therapy*. v.1, p.09 - 15, 2012.

Artigos submetidos em periódicos:

1. **MONTEMEZZO, D.**, PEREIRA, D. A. G, FERNANDES, A. A., PARREIRA, V. P., VELLOSO, M., BRITTO. R. R. The Glittre ADL Test: inter-rater and test-retest reliabilities. *Revista Fisioterapia e Pesquisa*.

Artigos aceitos para publicação:

1. PESSOA, I.M.B.S., COELHO, C.M., MENDES, L.P.S., **MONTEMEZZO, D.**, PEREIRA, D.A.G., PARREIRA, V.F.. Comparison of three protocols for measuring the maximal respiratory pressures. *Fisioterapia em Movimento*.

Capítulos de livros publicados:

1. VASCONCELLOS, J. A. C., BRITTO, R. R., LOPES, R. B., **MONTEMEZZO, D.** Medida das Pressões Respiratórias Máximas e Endurance In: *Recursos Manuais e Instrumentais em Fisioterapia Respiratória*. 2a ed. Baueri, São Paulo: Monole, 2014, v.1, p. 13-28.

2. PEREIRA, DAG, **MONTEMEZZO, D.** Teste incremental de marcha controlada (*Shuttle Walk Test*) In: *Recursos Manuais e Instrumentais em Fisioterapia Respiratória*. 2a ed. Baueri, São Paulo: Monole, 2014, v.1, p. 99-108.

3. BRITTO, R. R., VASCONCELLOS, J. A. C., LOPES, R. B., **MONTEMEZZO, D.** Treinamento específico da musculatura respiratória In: *Recursos Manuais e Instrumentais em Fisioterapia Respiratória*. 2a ed. Baueri, São Paulo: Monole, 2014, v.1, p. 295-309.

4. VELOSO, M., VIEIRA, D., MARTINS, J. A., **MONTEMEZZO, D.** Instrumentos de avaliação respiratória In: *Tratado de Fisioterapia Hospitalar - assistência integral ao paciente*. 1a ed. São Paulo: Atheneu, 2012, v.1, p. 57-61.

Trabalhos publicados em anais de eventos (completo):

1. AGUIAR, K. A., AZEVEDO, I. G., EVANGELISTA, M. A., **MONTEMEZZO, D.**, LIMA, V. P., MIRANDA, A. P. G., Pereira, D.A.G., BRITTO, R. R., VELOSO, M., PARREIRA, V. F., ANDRADE, A. D., ALIVERTI, A., Fregonezi, GA. Valores de RMS em diferentes manobras de força muscular respiratória: novas perspectivas In: III Congresso Brasileiro de Eletromiografia e Cinesiologia, 2014, João Pessoa-PB. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**. João Pessoa-PB: Universidade Federal da Paraíba, 2014. v.Suplem. p.106 – 109.

2. **MONTEMEZZO, D.**, PEREIRA, DAG, BRITTO, R. R., GOMES, S.

FisioCardioVirtual aplicando os conceitos da Fisioterapia nas Disfunções Cardiovasculares In: V Seminário Internacional de Educação a Distância, 2013, Belo Horizonte. **V Seminário de Educação a Distância: meios, atores e processos.** Belo Horizonte: UFMG, 2013. p.1310 – 1315.

Trabalhos publicados em anais de eventos (resumo):

1. CARVALHO, M.L.V., **MONTEMEZZO, D.**, SAMORA, G.R.A., PARREIRA, V. F., PEREIRA, D.A.G., BRITTO, R. R., MALTA, F. Atividade física diária em idosos com e sem infarto do miocárdio: Estudo Observacional Transversa In: XVII Simpósio Internacional de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva, 2014, Salvador. **Assobrafir Ciência-XVII Simpósio de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva.** Londrina-PR: Universidade Estadual de Londrina, 2014. v.5. p.272.

2. OLIVEIRA, T., **MONTEMEZZO, D.**, LOPES, G. M., ROCHA, F. R., SATANA, T. A. S. Avaliação da dor antes e após aplicação de três técnicas da Fisioterapia respiratória em neonatos internados In: XVII Simpósio Internacional de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva, 2014, Salvador. **Assobrafir Ciência-XVII Simpósio de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva.** Londrina-PR: Universidade Estadual de Londrina, 2014. v.5. p.107.

3. LIMA, S. C., RODRIGUES, R. S., SAMORA, G.R.A., **MONTEMEZZO, D.**, PEREIRA, D.A.G., SILVA JUNIOR, J. A., PARREIRA, V. F., BRITTO, R. R. Capacidade funcional avaliada pelo teste de caminhada de seis minutos em indivíduos com insuficiência cardíaca com e sem ineficiência ventilatória In: XVII Simpósio Internacional de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva, 2014, Salvador. **Assobrafir Ciência-XVII Simpósio de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva.** Londrina-PR: Universidade Estadual de Londrina, 2014. v.5. p.303.

4. **MONTEMEZZO, D.**, PEREIRA, D.A.G., SAMORA, G.R.A., FERNANDES, A. A., OLIVEIRA, N. F., PARREIRA, V. F., VELOSO, M., BRITTO, R. R. Confiabilidade intra e interexaminador do Glittre teste em indivíduos saudáveis In: XVII Simpósio Internacional de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva, 2014, Salvador. **Assobrafir Ciência-XVII Simpósio de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva.** Londrina-PR: Universidade Estadual de Londrina, 2014. v.5. p.282.

5. OLIVEIRA, N. F., LIMA, S. C., **MONTEMEZZO, D.**, ALBUQUERQUE, L., SILVA JUNIOR, J. A., PEREIRA, D.A.G., BRITTO, R. R. Conhecimento sobre doença arterial coronariana dos usuários atendidos pelo Programa de Reabilitação Cardíaca do HC-UFMG: Um estudo pilo In: XVII Simpósio Internacional de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva, 2014, Salvador. **Assobrafir Ciência-XVII Simpósio de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva.** Londrina-PR: Universidade Estadual de Londrina, 2014. v.5. p.270.

6. **MONTEMEZZO, D.**, PEREIRA, D.A.G., PESSOA, IMBS, SILVEIRA, B. M. F., PEREIRA, H. L. A., LEMOS, M. M. D., BRITTO, R. R., PARREIRA, V. F. Correlação entre as equações preditivas para pressão inspiratória máxima para população brasileira In: XVII Simpósio Internacional de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva, 2014, Salvador. **Assobrafir Ciência-XVII Simpósio de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva**. Londrina-PR: Universidade Estadual de Londrina, 2014. v.5. p.201.
7. BRITTO, R. R., PEREIRA, DAG, **MONTEMEZZO, D.**, VIEIRA, J., ZUBA, P., AMANCIO, G., SOARES, I., SOUZA, D., CORDEIRO, P. Gain and maintenance of functional capacity in patients with peripheral arterial disease in a rehabilitation program: a pilot study In: Canadian Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation - Annual Meeting and Symposium, 2014, Vancouver. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention**. Willans & Wilkins, 2014. v.34. p.361.
8. AZEVEDO, I. G., AGUIAR, K. A., EVANGELISTA, M. A., **MONTEMEZZO, D.**, LIMA, V. P., PEREIRA, DAG, ANDRADE, A. D., PARREIRA, V. F., VELOSO, M., BRITTO, R. R., ALIVERTI, A., FREGONEZI, GA. Maximal root mean square (RMS) of surface electromyography (sEMG) signal in different respiratory muscles In: 24th European Respiratory Society International Congress, 2014, Munich-Germany. **Abstracts/24th International Congress**. European Respiratory Society, 2014. v.44. p.55.
9. BRITTO, R. R., RODRIGUES, R. S., SAMORA, G.R.A., **MONTEMEZZO, D.**, PEREIRA, DAG, ALENCAR, M.C.N., PARREIRA, V. F. Relationship between ventilatory efficiency and functional capacity evaluated by the six minute walking test in chronic failure patients In: World Congresses of Cardiology, 2014, Melbourne. **Global heart**. Elsevier, 2014. v.9. p.e-73.
10. RODRIGUES, R. S., SAMORA, G.R.A., VIEIRA, O. A., FERREIRA, A. C., **MONTEMEZZO, D.**, ALENCAR, M.C.N., PEREIRA, D.A.G., PARREIRA, V. F., BRITTO, R. R. Avaliação objetiva e estimada da capacidade funcional de indivíduos com insuficiência cardíaca In: XXIII Congresso da Sociedade Mineira de Cardiologia, 2013, Belo Horizonte. **Resumo das Comunicações - XXIII Congresso da Sociedade Mineira de Cardiologia**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2013. v.101. p.3.
11. CARVALHO, M.L.V., SAMORA, G.R.A., SILVA, L. A. M., MONTEIRO, D. P., **MONTEMEZZO, D.**, PARREIRA, V. F., PEREIRA, D.A.G., BRITTO, R. R. Comparação da quantidade de atividade física diária em idosos com e sem infarto do miocárdio In: XXIII Congresso da Sociedade Mineira de Cardiologia, 2013, Belo Horizonte. **Resumo das Comunicações - XXIII Congresso da Sociedade Mineira de Cardiologia**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2013. v.101. p.3.
12. **MONTEMEZZO, D.**, PEREIRA, D.A.G., SAMORA, G.R.A., FREGONEZI, GA, BRITTO, R. R., REID, WD. Efeito da fraqueza muscular inspiratória e do tipo de treinamento muscular inspiratório em indivíduos com insuficiência cardíaca crônica: meta-análise de ensaios clínicos aleatorizados In: XXIII Congresso da Sociedade

Mineira de Cardiologia, 2013, Belo Horizonte. **Resumo das Comunicações - XXIII Congresso da Sociedade Mineira de Cardiologia**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2013. v.101. p.24.

13. TAGLIAFERRI, T. L., ALMEIDA, F. D., VIEIRA, O. A., **MONTEMEZZO, D.**, FERREIRA, A. C., CARVALHO, M.L.V., PEREIRA, D.A.G., SAMORA, G.R.A., BRITTO, R. R. O consumo máximo de oxigênio em indivíduos com insuficiência cardíaca crônica pode ser estimado a partir do teste de caminhada de seis minutos? In: XXIII Congresso da Sociedade Mineira de Cardiologia, 2013, Belo Horizonte. **Resumo das Comunicações - XXIII Congresso da Sociedade Mineira de Cardiologia**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2013. v.101. p.23.

14. RODRIGUES, R. S., SAMORA, G.R.A., VIEIRA, O. A., FERREIRA, A. C., **MONTEMEZZO, D.**, ALENCAR, M.C.N., PEREIRA, D.A.G., PARREIRA, V. F., BRITTO, R. R. Relação da eficiência ventilatória com a capacidade funcional de indivíduos com insuficiência cardíaca In: XXIII Congresso da Sociedade Mineira de Cardiologia, 2013, Belo Horizonte. **Resumo das Comunicações - XXIII Congresso da Sociedade Mineira de Cardiologia**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2013. v.101. p.1.

15. PESSOA, IMBS, **MONTEMEZZO, D.**, COELHO, CM, MENDES, L., TIERRA-CRIOLLO, C. J., PARREIRA, V. F. Comparação entre as recomendações nacional e internacional para os critérios de reprodutibilidade das Pressões Respiratórias Máximas In: XVI Simpósio Internacional de Fisioterapia Respiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva, 2012, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Fisioterapia (Impresso)**. São Paulo: Abrapq Ft, 2012. v.16. p.395.

16. COSTA, D., PEREIRA, DAG, **MONTEMEZZO, D.**, SILVA, F., MENDES, L., BRAGA, M., BRITTO, R. R., FERNANDES, A. A. Tratamento fisioterápico em indivíduos com doença arterial periférica - um estudo retrospectivo In: XVI Simpósio Internacional de Fisioterapia Respiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva, 2012, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Fisioterapia (Impresso)**. São Paulo: Abrapq Ft, 2012. v.16. p.118.

17. VIEIRA, O. A., SAMORA, G.R.A., **MONTEMEZZO, D.**, FERREIRA, A. C., CARVALHO, M.L.V., PARREIRA, V. F., PEREIRA, D.A.G., BRITTO, R. R. Associação entre os questionários Veterans Specific Activity Questionnaire (VSAQ) e o Perfil de Atividade Humana (PAH) em indivíduos com e sem doença cardíaca - Um estudo piloto In: XVIII Congresso Nacional do Departamento de Ergometria, Exercício, Cardiologia Nuclear e Reabilitação Cardiovascular, 2011, Salvador, BA. **Resumo das Comunicações do XVIII Congresso Nacional do Departamento de Ergometria, Exercício, Cardiologia Nuclear e Reabilitação Cardiovascular**. Rio de Janeiro, RJ: Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2011. v.97. p.44.

18. **MONTEMEZZO, D.**, BARBOSA, M. H., TIERRA-CRIOLLO, C. J., FERNANDES, A. A., SOUZA-CRUZ, A. A., FERNANDES, G. M., LAGE, F. A., SIQUEIRA, N., MENDES, L., PARREIRA, V. F. Diferentes tubos e bocais podem influenciar nos valores das Pressões Respiratórias Máximas? In: XIX Congresso Brasileiro de Fisioterapia, 2011, Florianópolis-SC. **Anais do XIX Congresso Brasileiro de Fisioterapia**, 2011. p.423.

19. SAMORA, G.R.A., RODRIGUES, R. S., FERREIRA, A. C., ALENCAR, M.C.N., CARVALHO, M.L.V., VIEIRA, O. A., **MONTEMEZZO, D.**, FAVERO, M, PARREIRA, V. F., PEREIRA, D.A.G. Percepção do nível de atividade física auto relatada em indivíduos com insuficiência cardíaca e em saudáveis In: XVIII Congresso Nacional do Departamento de Ergometria, Exercício, Cardiologia Nuclear e Reabilitação Cardiovascular, 2011, Salvador, BA. **Resumo das Comunicações do XVIII Congresso Nacional do Departamento de Ergometria, Exercício, Cardiologia Nuclear e Reabilitação Cardiovascular.** Rio de Janeiro, RJ: Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2011. v.97. p.50.

20. **MONTEMEZZO, D.**, BARBOSA, M. H., FERNANDES, A. A., TIERRA-CRIOLLO, C. J., SOUZA-CRUZ, A. A., FERNANDES, G. M., LAGE, F. A., LAGES, A. C., MENDES, L., PARREIRA, V. F. Relação entre os valores de Pressão Média Máxima e Pico de Pressão obtidos por manovacuometria digital durante as Pressões Respiratórias Máximas In: XIX Congresso Brasileiro de Fisioterapia, 2011, Florianópolis-SC. **Anais do XIX Congresso Brasileiro de Fisioterapia**, 2011. p.51.

21. PEREIRA, D.A.G., **MONTEMEZZO, D.**, COSTA, D., SILVA, F., BRAGA, M., FERNANDES, A. A., MENDES, L., BRITTO, R. R. Tratamento Fisioterápico em pacientes com Doença Arterial Obstrutiva Periférica - Um estudo retrospectivo In: XIX Congresso Brasileiro de Fisioterapia, 2011, Florianópolis-SC. **Anais do XIX Congresso Brasileiro de Fisioterapia**, 2011. p.709.

22. VIEIRA, O. A., SAMORA, G.R.A., **MONTEMEZZO, D.**, FERREIRA, A. C., CARVALHO, M.L.V., ALENCAR, M.C.N., PARREIRA, V. F., PEREIRA, D.A.G., BRITTO, R. R. Validade do Veterans Specific Questionnaire (VSAQ) para indivíduos com e sem doença cardíaca - Um estudo piloto In: XVIII Congresso Nacional do Departamento de Ergometria, Exercício, Cardiologia Nuclear e Reabilitação Cardiovascular, 2011, Salvador, BA. **Resumo das Comunicações do XVIII Congresso Nacional do Departamento de Ergometria, Exercício, Cardiologia Nuclear e Reabilitação Cardiovascular.** Rio de Janeiro, RJ: Sociedade Brasileira de Cardiologia, 2011. v.97. p.9.

Apresentação de trabalho e palestra:

1. CARVALHO, M.L.V., **MONTEMEZZO, D.**, SAMORA, G.R.A., PARREIRA, V. F., PEREIRA, D.A.G., BRITTO, R. R., MALTA, F. **Atividade física diária em idosos com e sem infarto do miocárdio: Estudo Observacional Transversa**, 2014. (Simpósio, Apresentação de Trabalho)

2. OLIVEIRA, T., **MONTEMEZZO, D.**, LOPES, G. M., ROCHA, F. R., SATANA, T. A. S. **Avaliação da dor antes e após aplicação de três técnicas da Fisioterapia respiratória em neonatos internados**, 2014. (Simpósio, Apresentação de Trabalho)

3. LIMA, S. C., RODRIGUES, R. S., SAMORA, G.R.A., **MONTEMEZZO, D.**, PEREIRA, D.A.G., SILVA JUNIOR, J. A., PARREIRA, V. F., BRITTO, R. R. **Capacidade funcional avaliada pelo teste de caminhada de seis minutos em indivíduos com insuficiência cardíaca com e sem insuficiência ventilatória,**

2014. (Simpósio, Apresentação de Trabalho)

4. **MONTEMEZZO, D.**, PEREIRA, D.A.G., SAMORA, G.R.A., FERNANDES, A. A., OLIVEIRA, N. F., PARREIRA, V. F., VELOSO, M., BRITTO, R. R. **Confiabilidade intra e interexaminador do Glittre teste em indivíduos saudáveis**, 2014. (Simpósio, Apresentação de Trabalho)

5. OLIVEIRA, N. F., LIMA, S. C., **MONTEMEZZO, D.**, ALBUQUERQUE, L., SILVA JUNIOR, J. A., Pereira, D.A.G., BRITTO, R. R. **Conhecimento sobre doença arterial coronariana dos usuários atendidos pelo Programa de Reabilitação Cardíaca do HC-UFMG: Um estudo pilo**, 2014. (Simpósio, Apresentação de Trabalho)

6. **MONTEMEZZO, D.**, PEREIRA, D.A.G., PESSOA, IMBS, SILVEIRA, B. M. F., PEREIRA, H. L. A., LEMOS, M. M. D., BRITTO, R. R., PARREIRA, V. F. **Correlação entre as equações preditivas para pressão inspiratória máxima para população brasileira**, 2014. (Simpósio, Apresentação de Trabalho)

7. RODRIGUES, R. S., SAMORA, G.R.A., VIEIRA, O. A., FERREIRA, A. C., **MONTEMEZZO, D.**, ALENCAR, M.C.N., PEREIRA, D.A.G., PARREIRA, V. F., BRITTO, R. R. **Avaliação objetiva e estimada da capacidade funcional de indivíduos com insuficiência cardíaca**, 2013. (Congresso, Apresentação de Trabalho)

8. CARVALHO, M.L.V., SAMORA, G.R.A., SILVA, L. A. M., MONTEIRO, D. P., **MONTEMEZZO, D.**, PARREIRA, V. F., PEREIRA, D.A.G., BRITTO, R. R. **Comparação da quantidade de atividade física diária em idosos com e sem infarto do miocárdio**, 2013. (Congresso, Apresentação de Trabalho)

9. **MONTEMEZZO, D.**, PEREIRA, D.A.G., SAMORA, G.R.A., FREGONEZI, GA, BRITTO, R. R., REID, WD. **Efeito da fraqueza muscular inspiratória e do tipo de treinamento muscular inspiratório em indivíduos com insuficiência cardíaca crônica: meta-análise de ensaios clínicos aleatorizados**, 2013. (Congresso, Apresentação de Trabalho)

10. **MONTEMEZZO, D.**, PEREIRA, DAG, BRITTO, R. R., GOMES, S. **FisioCardioVirtual aplicando os conceitos da Fisioterapia nas Disfunções Cardiovasculares**, 2013. (Seminário, Apresentação de Trabalho)

11. TAGLIAFERRI, T. L., ALMEIDA, F. D., VIEIRA, O. A., **MONTEMEZZO, D.**, FERREIRA, A. C., CARVALHO, M.L.V., PEREIRA, D.A.G., SAMORA, G.R.A., BRITTO, R. R. **O consumo máximo de oxigênio em indivíduos com insuficiência cardíaca crônica pode ser estimado a partir do teste de caminhada de seis minutos?**, 2013. (Congresso, Apresentação de Trabalho)

12. RODRIGUES, R. S., SAMORA, G.R.A., VIEIRA, O. A., FERREIRA, A. C., **MONTEMEZZO, D.**, ALENCAR, M.C.N., PEREIRA, D.A.G., PARREIRA, V. F., BRITTO, R. R. **Relação da eficiência ventilatória com a capacidade funcional de indivíduos com insuficiência cardíaca**, 2013. (Congresso, Apresentação de Trabalho)

13. **MONTEMEZZO, D. Treinamento Muscular Respiratório em indivíduos com Insuficiência Cardíaca**, 2013. (Conferência ou palestra, Apresentação de Trabalho)
14. PESSOA, IMBS, **MONTEMEZZO, D.**, COELHO, CM, MENDES, L., TIERRA-CRIOLLO, C. J., PARREIRA, V. F. **Comparação entre as recomendações nacional e internacional para os critérios de reprodutibilidade das Pressões Respiratórias Máximas**, 2012. (Simpósio, Apresentação de Trabalho)
15. **MONTEMEZZO, D.**, PEREIRA, DAG, FREGONEZI, GA, BRITTO, R. R., REID, WD. **Efeitos do tipo de treinamento muscular inspiratório em pacientes com insuficiência cardíaca: metanálise de ensaios clínicos aleatorizados**, 2012. (Congresso, Apresentação de Trabalho)
16. SAMORA, G.R.A., VIEIRA, O. A., ALENCAR, M.C.N., CARVALHO, M.L.V., **MONTEMEZZO, D.**, FERREIRA, A. C., RODRIGUES, R. S., PARREIRA, V. F., PEREIRA, D.A.G., BRITTO, R. R. **O questionário perfil de atividade humana é um instrumento válido para estimar a capacidade funcional de indivíduos com insuficiência cardíaca**, 2012. (Congresso, Apresentação de Trabalho)
17. **MONTEMEZZO, D. Treinamento da Musculatura Inspiratória em pacientes com Insuficiência Cardíaca**, 2012. (Conferência ou palestra, Apresentação de Trabalho)
18. VIEIRA, O. A., SAMORA, G.R.A., **MONTEMEZZO, D.**, FERREIRA, A. C., CARVALHO, M.L.V., PARREIRA, V. F., PEREIRA, D.A.G., BRITTO, R. R. **Associação entre os questionários Veterans Specific Activity Questionnaire (VSAQ) e o Perfil de Atividade Humana (PAH) em indivíduos com e sem doença cardíaca - Um estudo piloto**, 2011. (Congresso, Apresentação de Trabalho)
19. **MONTEMEZZO, D.**, BARBOSA, M. H., TIERRA-CRIOLLO, C. J., FERNANDES, A. A., SOUZA-CRUZ, A. A., FERNANDES, G. M., LAGE, F. A., SIQUEIRA, N., MENDES, L., PARREIRA, V. F. **Diferentes tubos e bocais podem influenciar nos valores das Pressões Respiratórias Máximas?**, 2011. (Congresso, Apresentação de Trabalho)
20. SAMORA, G.R.A., RODRIGUES, R. S., ALENCAR, M.C.N., VIEIRA, O. A., CARVALHO, M.L.V., **MONTEMEZZO, D.**, FAVERO, M, PARREIRA, V. F., PEREIRA, D.A.G., BRITTO, R. R. **Percepção do nível de atividade física auto relatada em indivíduos com insuficiência cardíaca e em saudáveis**, 2011. (Congresso, Apresentação de Trabalho)
21. **MONTEMEZZO, D.**, BARBOSA, M. H., FERNANDES, A. A., TIERRA-CRIOLLO, C. J., CRUZ NETO, A. A. S., FERNANDES, G. M., LAGE, F. A., LAGES, A. C., MENDES, L., PARREIRA, V. F. **Relação entre os valores de Pressão Média Máxima e Pico de Pressão obtidos por manovacuometria digital durante as Pressões Respiratórias Máximas**, 2011. (Congresso, Apresentação de Trabalho)
22. PEREIRA, D.A.G., **MONTEMEZZO, D.**, COSTA, D., SILVA, F., BRAGA, M., FERNANDES, A. A., MENDES, L., BRITTO, R. R. **Tratamento Fisioterápico em**

pacientes com Doença Arterial Obstrutiva Periférica - Um estudo retrospectivo, 2011. (Congresso, Apresentação de Trabalho)

23. VIEIRA, O. A., SAMORA, G.R.A., **MONTEMEZZO, D.**, FERREIRA, A. C., CARVALHO, M.L.V., ALENCAR, M.C.N., PARREIRA, V. F., PEREIRA, D.A.G., BRITTO, R. R. **Validade do Veterans Specific Questionnaire (VSAQ) para indivíduos com e sem doença cardíaca - Um estudo piloto**, 2011. (Congresso, Apresentação de Trabalho)

Demais produções técnicas:

1. **MONTEMEZZO, D.**, Pereira, D.A.G., BRITTO, R. R. **FisioCardioVirtual**, 2014. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional)

Inovação, Patentes e registros:

Programa de computador

1. **Software para processamento dos dados do Manovacuômetro Digital**, 2008, Brasil. Instituição de Registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Número do Registro: BR5120130004535 (<http://pesquisa.inpi.gov.br/PatNiver>)
Instituição Financiadora: Universidade Federal de Minas Gerais.
Finalidade: Processamento de dados.