

**UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO**

**CAPACIDADE FÍSICA, FUNÇÃO MUSCULAR E ATIVIDADE DE VIDA  
DIÁRIA EM PACIENTES COM BRONQUIECTASIA**

**ANDERSON ALVES DE CAMARGO**

**São Paulo, SP**

**2012**

**ANDERSON ALVES DE CAMARGO**

**CAPACIDADE FÍSICA, FUNÇÃO MUSCULAR E ATIVIDADE DE VIDA  
DIÁRIA EM PACIENTES COM BRONQUIECTASIA**

Dissertação apresentada à  
Universidade Nove de Julho, para  
obtenção do título de Mestre em  
Ciências da Reabilitação.

Orientador: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Simone Dal Corso  
Co-orientador: Prof Dr Rafael Stelmach

**São Paulo, SP**

**2012**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Camargo, Anderson Alves de.

Capacidade física, função muscular e atividade de vida diária em pacientes com bronquiectasia. / Anderson Alves de Camargo  
2012.

123 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE,  
São Paulo, 2012.

Orientador (a): Profa. Dra. Simone Dal Corso.

1. Bronquiectasia. 2. Capacidade de exercício. 3. Qualidade de vida.  
I. Corso, Simone Dal. II. Titulo

CDU 615.8

São Paulo, 14 de dezembro de 2012.

**TERMO DE APROVAÇÃO**

Aluno(a): ANDERSON ALVES CAMARGO

Título da Dissertação: "Capacidade física, função muscular e atividade de vida diária em pacientes com bronquiectasia"

Presidente: PROFA. DRA. SIMONE DAL CORSO Simone dal corso

Membro: PROF. DR. LUIZ EDUARDO NERY 

Membro: PROF. DR. DIRCEU COSTA 

## **DEDICATÓRIA**

A razão de todas as coisas: Deus

## AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço ao Criador, que manteve seus infinitos braços me acolhendo, num amplo abraço, todas as vezes que ameacei cair na descrença. O cansaço foi extenuante, quase me venceu, mas na última hora, Deus me sustentou e aqui estou quase na reta de chegada.

A minha família, em especial a você mamãe, pela dedicação incansável e a companhia há todas as horas. Amo demais!

Obrigado a Professora Doutora Simone, pelo tri conselho, paciência e competência. Por me mostrar que ser mestre vai além da dedicação ou estudo. Sou grato por ter depositado tua confiança em mim.

A Professora Lanza pela contribuição científica, apoio e paciência ao longo desses meses

A minha amiga Cris, mesmo que trilhado caminhos diferentes não deixou de me ajudar e a você Edi pelo apoio.

Agradeço aos colegas e principalmente aos amigos: Alexia, Amanda, Débora, Drielly, Cíntia, Eduardo Miranda, Eduardo Zagato, Edna, Jaksoel, Jessyca, Jenifer Babagar, Ju, Larissa, Lígia, Lílian, Marcelo, Rayssa e Tatiane, por todos os dias (inclusive final de semana) de contribuição, auxílio e os momentos de alegrias e aqueles de tristeza vividos.

A Universidade Nove de Julho e aos seus funcionários por ter disponibilizado estrutura para a realização deste projeto.

Aos Professores Doutores Celso Carvalho, Rafael Stelmach, Alberto Cuckier e Regina Maria Carvalho Pinto por ter aberto as portas do ambulatório, além de ter nos dado a oportunidade e confiança para o desenvolvimento deste projeto.

Aos Médicos Rodrigo Abensur Athanazio e Samia Zahi Rached pela contribuição ímpar e acompanhamento dos pacientes.

A fisioterapeuta Cibele Cristine Berto Marques da Silva pelo auxílio e condução do projeto ao comitê de ética CAPPesq.

Ao pessoal do ambulatório, especialmente Alexandre, Kátia, Cláudiana, Danielle, Eliana e Patrícia, por toda contribuição para o bom andamento deste trabalho.

As secretarias da Pós-Graduação Lígia Fernanda Barbosa e Juliana Eugenia Ribeiro e a assistente de pesquisa Camila Camarão Esteves por todo o auxílio prestado até o momento.

Ao Laboratório de avaliação funcional respiratória (LAFRESP) em especial aos professores Dirceu Costa e Luciana Maria Malosá Sampaio por ter disponibilizado o equipamento para a bioimpedância.

A CAPES pelo apoio financeiro concedido durante a realização desta pesquisa.

Por fim, faltam palavras para demonstrar a minha eterna gratidão, a todos os pacientes, que de uma forma ou de outra, nos permitiu adentrar nos seus universos particulares, nas suas dores, nas suas recuperações e também perdas.

## RESUMO

**Introdução:** Há escassez de estudos avaliando a capacidade de exercício em adultos com bronquiectasia (BCQ) e os efeitos extrapulmonares desta doença crônica e debilitante. **Objetivos:** Artigo 1 - Analisar a reproducibilidade de dois testes do degrau incremental: teste do degrau de Chester (TDC) e teste do degrau incremental modificado (TDIM); artigo 2 - investigar a reproducibilidade e validade do *shuttle walking* teste incremental (SWTI) e comparar a dessaturação induzida pelo o SWTI com a do teste de exercício cardiopulmonar máximo (TECP) e artigo 3: avaliar os efeitos extrapulmonares da BCQ na capacidade de exercício, força muscular periférica, atividade física na vida diária (AFVD) e qualidade de vida relacionada à saúde. **Método:** No primeiro estudo, 17 pacientes realizaram dois TDC, TDIM e testes da caminhada de seis minutos (TC6). No segundo estudo, 60 pacientes realizaram dois SWTI no mesmo dia, o TECP e o número de passos (NP) foi obtido de um pedômetro. No artigo 3, 80 pacientes realizaram a bioimpedância, o SWTI, TECP, contração voluntária máxima (CVM) dos músculos bíceps braquial (BB) e quadríceps femoral (QF), responderam aos questionários de qualidade de vida (SF-36 e Saint George's Respiratory Questionnaire – SGRQ) e à escala de dispneia (Medical Research Council – MRC) e o pedômetro registrou o NP. **Resultados:** Artigo 1 - O número de degraus (ND) foi reproduzível para TDC ( $124 \pm 65$  e  $125 \pm 67$ ) e TDIM ( $158 \pm 83$  e  $156 \pm 76$ ). Não houve diferença entre ambos testes nas variáveis no pico do exercício. O TDC teve duração significantemente inferior ao TDIM ( $6,1 \pm 2,2$  min e  $8,8 \pm 2,8$  min) e menor ND ( $128 \pm 64$  e  $166 \pm 78$ ). Artigo 2 – A mediana da distância foi de 430 m (333 – 525 m) no ISWT-1 e 440 m (340-535 m) para o ISWT-2, com excelente coeficiente de correlação intraclasse [0.995 (0.990 - 0.997)]. O SWTI induziu a maior dessaturação do que o TECP ( $P < 0,0001$ ) com 23% dos pacientes apresentando dessaturação apenas durante o SWTI ( $P = 0,021$ ). Artigo 3 - Os pacientes apresentaram redução significante da capacidade aeróbica ( $VO_2$ :  $81 \pm 15\%$  e  $63 \pm 13\%$  do previsto), da capacidade funcional (distância SWTI:  $73 \pm 15\%$  e  $52 \pm 13\%$  do previsto) e da CVM QF ( $26 \pm 11$  Kg e  $22 \pm 10$  Kg). Menores valores de NP/dia foram observados nos pacientes em relação aos controles ( $9.526 \pm 5.843$  e  $12.009 \pm 6.031$ ,  $P = 0,052$ ). Baixos escores foram observados

nos QQV nos bronquiectásicos. **Conclusão:** Os testes clínicos de campo, degrau e SWTI, são reproduutíveis em pacientes com BCQ. O ISWT é mais sensível em detectar dessaturação nesta população. Os pacientes com BCQ apresentam redução da capacidade aeróbia, força muscular de QF, da atividade física na vida diária, além de comprometimento da qualidade de vida relacionada à saúde.

**Palavras-chave:** bronquiectasia, capacidade de exercício, desaturação, atividade física, qualidade de vida

## ABSTRACT

**Introduction:** Studies evaluating exercise capacity and pulmonary effects of bronchiectasis (BCQ) in adult patients are scarce. **Objectives:** Article 1- Analyze the reproducibility of two incremental step tests: Chester step test (CST) and modified incremental step test (MIST); article 2 - Investigate the reproducibility and validity of the incremental shuttle walking test (ISWT) and compare the exercise-induced desaturation between the ISWT and cardiopulmonary exercise test (CPET) and article 3: evaluate the extrapulmonary features of BCQ on exercise capacity, peripheral muscle strength, physical activity in daily life (PADL) and health-related quality of life.

**Method:** In the first study, 17 patients performed two CST, MIST and six-minute walk test (6MWT). In the second study, patients underwent two ISWT (same day), CPET and the number of steps (NS) was obtained from a pedometer. In article 3, 80 patients underwent the bioimpedance, ISWT, CPET, maximum voluntary contraction (MVC) of the biceps brachii (BB) and quadriceps femoris (QF), answered to the quality of life questionnaires of (SF-36 and Saint George Respiratory Questionnaire (SGRQ) and to the dyspnoea scale (Medical Research Council - MRC) and a pedometer recorded the NS. **Results:** Article 1 – the number of steps was reproducible for the CST ( $124 \pm 65$  and  $125 \pm 67$ ) and MIST ( $158 \pm 83$  and  $156 \pm 76$ ). There was no difference in the variables between both tests at the peak exercise. The CST had significantly lower duration in comparison to MIST ( $6.1 \pm 2.2$  min and  $8.8 \pm 2.8$  min) and lower number of steps ( $128 \pm 64$  and  $166 \pm 78$ ). Article 2 – the median distance in the ISWT-1 was 430 m (333-525 m) and 440 m (340-535 m) in the ISWT-2, with excellent intraclass correlation coefficient [ $0.995$  ( $0.990$ - $0.997$ )]. The ISWT induced higher desaturation than the CPET ( $P < 0.0001$ ) with 23% of the patients showing desaturation only during the ISWT ( $P = 0.021$ ). Article 3 - The patients showed reduced aerobic capacity ( $VO_2$ :  $81 \pm 15$  and  $63 \pm 13$  % of predict), functional capacity (ISWT distance:  $73 \pm 15$  and  $52 \pm 13$  % of predict) and MVC QF ( $26 \pm 11$  kg and  $22 \pm 10$  kg). Lower values of NS/day were observed in patients compared to controls ( $9,526 \pm 5,843$  and  $12,009 \pm 6,031$ ;  $P = 0.052$ ) and for quality of life as well. **Conclusion:** The field tests, step tests and ISWT, are reproducible in patients with BCQ. The ISWT is more sensitive in

detecting desaturation in this population. Patients with BCQ present reduced aerobic capacity, muscle strength of the QF, physical activity in daily life, and impairment of health-related quality of life.

**Key words:** bronchiectasis, capacity exercise, desaturation, physical activity, quality of life

## SUMÁRIO

<b>DEDICATÓRIA.....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>5</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>9</b>
<b>SUMÁRIO.....</b>	<b>11</b>
<b>LISTA DE TABELAS E QUADROS.....</b>	<b>13</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>14</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS.....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO 1 – CONTEXTUALIZAÇÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO 2 – OBJETIVOS.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 – Objetivo Geral.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2 – Objetivo Específico.....</b>	<b>21</b>
<b>CAPÍTULO 3 – MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1 – Artigo 1 – Reprodutibilidade de testes do degrau em pacientes bronquiectásicos.....</b>	<b>22</b>
<b>3.2 – Artigo 2 – Incremental <i>shuttle walking</i> test in patients with bronchiectasis: a reproducible and a valid test.....</b>	<b>26</b>
<b>3.3 – Artigo 3 – Capacidade física, função muscular e atividade de vida diária em pacientes com bronquiectasia.....</b>	<b>32</b>
<b>CAPÍTULO 4 – RESULTADOS.....</b>	<b>40</b>
<b>4.1 – Artigo 1 (Conclusão) .....</b>	<b>40</b>

<b>4.1.1 – Artigo 1 - Reprodutibilidade de testes do degrau em pacientes bronquiectásicos.....</b>	<b>41</b>
<b>4.2 – Artigo 2 (Conclusão).....</b>	<b>58</b>
<b>4.2.1 – Artigo 2 - Incremental <i>shuttle walking</i> test in patients with bronchiectasis: a reproducible and a valid test.....</b>	<b>59</b>
<b>4.3 – Artigo 3 (Conclusão).....</b>	<b>80</b>
<b>4.3.1 – Artigo 3 - Capacidade física, função muscular periférica e atividade física na vida diária em pacientes com bronquiectasia.....</b>	<b>81</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>109</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>111</b>
<b>COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DE ARTIGO.....</b>	<b>117</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>118</b>
<b>Anexo 1. Aprovação do Comitê de Ética – Santa Casa.....</b>	<b>118</b>
<b>Anexo 2. Termo de Consentimento para Participação em Pesquisa Clínica.</b>	<b>119</b>
<b>Anexo 3. Aprovação do Comitê de Ética – UNINOVE.....</b>	<b>122</b>
<b>Anexo 4. Aprovação do Comitê de Ética CAPPesq – USP.....</b>	<b>123</b>

## LISTA DE TABELA E QUADROS

<b>Quadro 1(Artigo 1).</b> Representação esquemática do protocolo.....	22
<b>Quadro 2(Artigo 3).</b> Representação esquemática do protocolo.....	33
<b>Tabela 1 (Artigo 1).</b> Características da amostra.....	55
<b>Tabela 2 (Artigo 1).</b> Variáveis no pico do exercício dos TDC e TDIM.....	56
<b>Tabela 1. (Artigo 2).</b> Characteristics of the subjects.....	67
<b>Tabela 2. (Artigo 2).</b> Data at the peak of the two incremental <i>shuttle walking</i> test.....	69
<b>Quadro 1(Artigo 3).</b> Representação esquemática do protocolo.....	86
<b>Tabela 1. (Artigo 3).</b> Características demográficas, antropométricas, de função pulmonar e dispneia no grupo BCQ e controle.....	93
<b>Tabela 2. (Artigo 3).</b> Força muscular esquelética e capacidade de exercício em pacientes com bronquiectasia (BCQ) e grupo controle.....	95
<b>Tabela 3. (Artigo 3).</b> Qualidade de vida em pacientes com BCQ e controle....	96
<b>Tabela 4. (Artigo 3).</b> Correlações entre as variáveis de capacidade física, função muscular periférica, dispneia e atividade física na vida diária em pacientes com BCQ.....	98

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ilustração da realização dos testes do degrau (TDC e TDIM).....	24
<b>Figura 2.</b> Ilustração da realização da espirometria.....	28
<b>Figura 3.</b> Ilustração do teste ergoespirométrico em cicloergômetro.....	29
<b>Figura 4.</b> Ilustração do <i>shuttle walking</i> teste incremental.....	30
<b>Figura 5.</b> Ilustração do Pedômetro Yamax, modelo PX610.....	31
<b>Figura 6. (Artigo 3).</b> Ilustração do posicionamento durante a avaliação da CIVM de QF.....	35
<b>Figura 7.</b> Ilustração do posicionamento da avaliação da CVM de BB.....	36
<b>Figura 1. (Artigo 1).</b> Correlação entre o número total de degrau no teste do degrau de Chester (TDC) e no teste do degrau incremental modificado (TDIM) com a idade, com teste da caminha de seis minutos (TC6) e com VEF <sub>1</sub> .....	57
<b>Figura 1. (Artigo 2).</b> A Bland & Altman plot of the between-test difference in the distance walked in patients with BCQ. The solid horizontal line represents the mean bias. The dashed horizontal lines represent the lower and upper limits of agreement.....	70
<b>Figura 2. (Artigo 2).</b> Correlation between distance at ISWT and workload (A), peak VO <sub>2</sub> (B), and number of steps (C).....	71

## LISTA DE ABREVIATURAS

BCQ: Bronquiectasia

DPOC: Doença pulmonar obstrutiva crônica

CVF: Capacidade vital forçada

VEF<sub>1</sub>: Volume expiratório forçado no primeiro segundo

DP: Desvio padrão

Borg-D: Escala de percepção de esforço para dispneia

Borg-MMII: Escala de percepção de esforço para membros inferiores

FC: Frequência cardíaca

bpm: Batimento por minuto

IMC: Índice de massa corpórea

Kg: Quilograma (s)

L: Litro (s)

m: Metro (s)

m<sup>2</sup>: Metro ao quadrado

cm: Centímetro (s)

min: Minuto (s)

mL: Mililitro (s)

NTD: Número total de degraus

Prev: Previsto

SWTI: *Shuttle walking* teste incremental

rpm: Respiração por minuto

SpO<sub>2</sub> , %: Saturação periférica de oxigênio expressa em porcentagem

TD: Teste do degrau

TC6: Teste de caminhada de seis minutos

TDC: Teste do degrau de Chester

TDC-1: Primeiro teste do degrau de Chester

TDC-2: Segundo teste do degrau de Chester

TDIM: Teste do degrau incremental modificado

TDIM-1: Primeiro teste do degrau incremental modificado

TDIM-2: Segundo teste do degrau incremental modificado

TECP: Teste de exercício cardiopulmonar

TC6: Teste da caminhada de seis minutos

MRC: Medical Research Council

SF-36: Study 36-item Short-Form Healthy Survey

SGRQ: Saint George's Respiratory Questionnaire

CIVM: Contração isométrica voluntária máxima

CIS: Contração isométrica submáxima

## CAPÍTULO 1 – CONTEXTUALIZAÇÃO

A bronquiectasia (BCQ) é caracterizada por dilatação irreversível dos brônquios, acompanhada por alterações inflamatórias em seu lúmen, as quais determinam infecções pulmonares recorrentes (LAMBRECHT et al, 2011). Os episódios repetitivos de infecção levam à colonização crônica do sistema respiratório, contribuindo para a redução da função pulmonar e manutenção da síndrome inflamatória crônica (TUCANU et al, 2011). Os sintomas predominantes desta doença são a tosse, expectoração, dispneia e fadiga (CHANG et al, 2008), que contribuem para a redução da capacidade de exercício (NEWALL et al, 2005).

A intolerância ao exercício é um achado comum em pacientes com doenças pulmonares crônicas. A avaliação da capacidade de exercício tem sido rotineira nesses pacientes para quantificar o comprometimento funcional e as respostas às intervenções. O teste de exercício cardiopulmonar, realizado em esteira ergométrica ou cicloergômetro, associado à medida dos gases expirados, é considerado padrão-ouro para avaliação da tolerância ao exercício (PALANGE et al, 2007; NEDER et al, 2002). Em pacientes adultos com BCQ, apenas um estudo avaliou a capacidade aeróbia, representada pelo consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), que correspondeu a 86% do previsto, em apenas 32 pacientes (NEWALL et al, 2005). Em outro estudo, a capacidade de exercício foi avaliada pela carga pico atingida no teste cardiopulmonar máximo, sendo  $77\pm17\%$  do previsto (KOULOURIS et al, 2003). Contudo, a ausência de um grupo controle mantém a dúvida se há, de fato, redução da capacidade de exercício nesses pacientes.

É possível que a escassez de estudos que avaliam o  $VO_2$  e outros parâmetros derivados da análise dos gases expirados seja pelo alto custo deste método e a necessidade de profissionais altamente qualificados para realizar e interpretar esse tipo de avaliação. Neste contexto, os testes clínicos de campo têm se destacado para a avaliação da capacidade funcional, uma vez que são representativos das atividades de vida diária (SOLWAY et al, 2001), são de baixo custo e dispensam altas tecnologias. Os testes comumente

utilizados são o teste de caminhada de seis minutos (TC6), o *shuttle walking* teste incremental (SWTI) e o teste do degrau (TD) (GOSSELINK et al, 2004).

O TC6 é um instrumento amplamente utilizado para avaliação do *status* funcional, além de ser um preditor de morbi-mortalidade para doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (COTE et al, 2007; PINTO-PLATA et al, 2004). Equações para predição de valores de referência já estão estabelecidas na literatura (ENRIGHT et al, 1998; TROOSTERS et al, 1999) e auxiliam na quantificação da capacidade funcional (CF) em pneumopatas crônicos. A sua grande desvantagem reside em ser um teste limitado por tempo e pelo ritmo da caminhada ser determinado pelo paciente. Uma alternativa é o SWTI que se sobressai ao TC6 por ser limitado por sintomas e por não sofrer influências da motivação do paciente, pois o ritmo da caminhada é imposto por estímulos sonoros em um padrão incremental (SINGH et al, 1992).

Contudo, os testes que envolvem a caminhada, necessitam de um corredor de, no mínimo, 10 metros, inviabilizando sua aplicabilidade em âmbitos ambulatorial, hospitalar e domiciliar. Nesse aspecto, o TD parece ser mais atrativo, devido a sua praticidade, necessitar de pequeno espaço físico e ser de baixo custo. O teste do degrau de Chester (TDC) destaca-se por ter um perfil incremental, semelhante ao utilizado em testes de capacidade máxima. Este teste foi idealizado por Sykes et al (1995, p 183) para avaliação da capacidade aeróbia, sendo originalmente utilizado em bombeiros. Entretanto, há estudos que estimaram a capacidade aeróbia em pacientes com doença pulmonar (LAU et al, 2005a) (LAU et al, 2005b). Recentemente, um estudo demonstrou que o TDC é um protocolo extenuante para ser utilizado em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), possivelmente pelos incrementos substanciais e abruptos ao longo do teste (cinco degraus por minuto a cada dois minutos) (DE CAMARGO et al, 2011). Então, uma adaptação foi sugerida por Dal Corso et al (2009, p A2364), que consistiu em começar o teste em um ritmo mais lento (10 degraus/minuto) com incrementos mais suaves (um degrau a cada 30 segundos). As respostas metabólicas, ventilatórias e cardiovasculares foram similares entre o teste do degrau incremental modificado (TDIM) e o teste cardiopulmonar máximo em pacientes com DPOC (DAL CORSO et al, 2009). É possível que o TDC seja bem tolerado pelos pacientes com BCQ, pois são mais jovens em comparação aos pacientes

com DPOC, com menor comprometimento da função pulmonar. Entretanto, até o momento, não encontramos estudos que tenham utilizado o TD em pacientes com BCQ e nem comparando as respostas no pico do exercício entre o TDC e o TDIM nesta população.

Em relação aos testes de caminhada, causou-nos surpresa a inexistência de estudos avaliando a reprodutibilidade e validade do SWTI em pacientes com BCQ, embora já tenha sido utilizado como parâmetro funcional para ser correlacionado com o estado de saúde (O'LEARY et al, 2002; WILSON et al 1997) e para avaliar resposta após intervenções (NEWALL et al 2005; LEE et al 2010) nesta população. Outro aspecto relevante de ser estudado é se o SWTI é mais sensível do que o cicloergômetro para detectar a dessaturação induzida pelo exercício, como previamente demonstrado com o TC6 em DPOC (POULAIN et al 2003; TURNER et al 2004; COCKCROFT et al 1985; PALANGE et al 2000).

Como acontece nas doenças respiratórias crônicas, a BCQ leva à piora progressiva da função pulmonar e dos sintomas, especialmente da dispneia e fadiga. A escala *Medical Research Council* (MRC) é um dos instrumentos que avalia o grau de limitação nas atividades de vida diária devido à sensação de dispneia, sendo que quanto maior a pontuação pior será a sensação de dispneia. Estudos prévios demonstraram forte correlação negativa entre os escores da escala MRC e a carga máxima de trabalho ( $r = -0,88$ ) e com a limitação ao fluxo aéreo ( $r = -0,85$ ) (KOULOURIS, et al 2003). Até o momento, nenhum estudo avaliou se a dispneia, avaliada pelo MRC, é preditora da capacidade de exercício em pacientes com DPOC. Em relação à fadiga, é possível que o aumento de mediadores pró-inflamatórios e oxidativos (WILSON, et al 1998; HORVATH, et al 1998; MARTÍNEZ-GARCÍA, et al 2008), previamente demonstrados em pacientes com BCQ, afetem negativamente a função muscular periférica, determinando redução da força e endurance muscular. Para evitar a dispneia e fadiga, não podemos descartar que os pacientes com BCQ adotem um estilo de vida sedentário, que poderia resultar em redução da atividade física na vida diária (AFVD) e, consequentemente, da capacidade aeróbia. Embora seja plausível esta constatação, não há estudos que avaliaram objetivamente a AFVD em pacientes com BCQ e sua contribuição na tolerância ao exercício.

Durante a realização de nosso estudo, uma recente publicação (OZALP, et al, 2012) demonstrou como manifestações extra-pulmonares da BCQ a redução da força muscular, da capacidade de exercício e do estado de saúde. No entanto, três aspectos devem ser considerados: a *endurance* muscular foi avaliada pelo número de agachamentos, o que pode ser influenciado por outros fatores que não apenas musculares; a capacidade de exercício foi avaliada pelo teste da caminhada de seis minutos e, embora os pacientes tenham percorrido uma distância menor que a do grupo controle, eles andaram cerca de 90% da distância prevista, o que não pode ser considerado redução da capacidade funcional (GOSSELINK et al, 2004) e, por fim, o estado de saúde foi avaliado pelo questionário que quantifica o impacto da tosse na qualidade de vida do paciente, sendo que este não é o único sintoma presente em pacientes com BCQ que pode afetar a qualidade de vida relacionada à saúde. O reduzido tamanho amostral, representado por 20 indivíduos (10 homens) no estudo de Ozalp et al (2012, p 1) pode ter subestimado as manifestações extra-pulmonares da BCQ.

Considerando-se a escassez de estudos avaliando a capacidade funcional por meio de testes clínicos de campo, a inexistência de estudos de reproduzibilidade e validade do SWTI nesta população específica e um único estudo avaliando os efeitos extra-pulmonares da BCQ, três artigos foram realizados com objetivos voltados a preencher tais lacunas existentes na literatura científica.

## CAPÍTULO 2 – OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo geral

Avaliar a capacidade de exercício, função muscular periférica, atividade física na vida diária e qualidade de vida em pacientes com BCQ.

### 2.2. Objetivos específicos

Analisar a reproduzibilidade do teste de degrau de Chester (TDC) e teste do degrau incremental modificado (TDIM) em pacientes com BCQ.

Avaliar a reproduzibilidade e validade do *shuttle walking* teste incremental (SWTI) em pacientes com BCQ.

Comparar a dessaturação em pacientes com BCQ induzida entre o SWTI e o cicloergômetro.

Correlacionar a distância do SWTI com a função pulmonar, dispneia e qualidade de vida em pacientes com BCQ.

Comparar a capacidade de exercício, função muscular periférica, atividade física na vida diária e qualidade de vida entre pacientes com BCQ e indivíduos saudáveis.

Avaliar os determinantes da capacidade de exercício nesses pacientes.

## CAPÍTULO 3 – MATERIAL E MÉTODOS

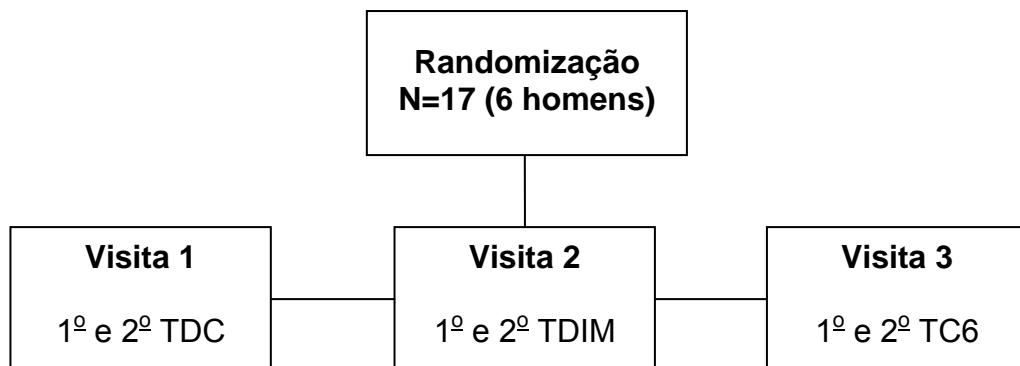
### 3.1 – Artigo 1

#### Reprodutibilidade de testes do degrau em pacientes bronquiectásicos

##### Delineamento do estudo e protocolo

Trata-se de um estudo transversal, com amostra de conveniência recrutada do Ambulatório de Fisioterapia da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. O projeto foi aprovado pelo comitê de ética e pesquisa da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo (Protocolo 367/10) (Anexo 1). Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento livre e Esclarecido antes de iniciar as avaliações.

O protocolo constou de três visitas, separadas, no mínimo, por 24 horas. Em cada visita, foram realizados, de forma randomizada, dois TDC, dois TDIM e dois TC6 (Quadro 1). Entre cada teste foi dado um repouso de 30 minutos.



Quadro 1 – Representação do protocolo.

Legenda: TDC: teste do degrau de Chester; TDIM: teste do degrau incremental modificado; TC6: teste da caminhada de seis minutos.

##### Critérios de inclusão

Foram incluídos pacientes com diagnóstico clínico e tomográfico de BCQ, estáveis clinicamente nas quatro semanas prévias à entrada no estudo (ausência de mudança na medicação, de piora da dispneia e de aumento de secreção) e normoxêmicos no repouso.

## Critérios de exclusão

Foram excluídos os pacientes tabagistas, com co-morbidades associadas (asma, doença pulmonar obstrutiva crônica, fibrose cística e tuberculose) e incapacidade de compreender a execução do teste.

## Teste do degrau de Chester

O TDC foi realizado em um degrau com altura de 20cm. O ritmo do teste foi cadenciado por estímulos sonoros previamente gravados em um CD, obedecendo à seguinte sequência: 15 degraus/minuto (estágio 1), 20 degraus/min (estágio 2), 25 degraus/min (estágio 3), 30 degraus/min (estágio 4) e 35 degraus/min (estágio 5) (SYKES, 1995). Cada estágio teve a duração de dois minutos, totalizando 10 minutos de teste. A frequência cardíaca (FC) e a saturação de pulso de oxigênio ( $SpO_2$ ) foram mensuradas no repouso e a cada minuto durante o teste. A FC e a  $SpO_2$  foram monitorados pelo frequencímetro da marca Polar® e oxímetro de pulso (9500, Nonin, Plymouth, Minnesota), respectivamente. A percepção de esforço para dispneia (Borg D) e fadiga em membros inferiores (Borg MMII) foi registrada antes e imediatamente ao final do teste pela escala de Borg modificada (BORG, 1982) e a pressão arterial também foi medida nesses momentos. O teste foi interrompido pelo avaliador devido a sintomas de dispneia e/ou fadiga intensa ou pelo avaliador, caso o paciente não conseguisse manter o ritmo exigido em cada estágio, e/ou  $SpO_2 < 88\%$ . A variável desfecho foi o número total de degraus (NTD). A ilustração de um paciente realizando o teste do degrau pode ser visualizado na Figura 1.



Figura 1 – Realização dos testes do degrau (TDC e TDIM).

### **Teste do degrau incremental modificado**

O TDIM foi realizado na mesma plataforma descrita no TDC, porém iniciou com ritmo de 10 degraus/minuto e incrementos de um degrau a cada 30 segundos, conforme descrição prévia (DAL CORSO et al, 2009). Os mesmos parâmetros e critérios de interrupção descritos no TDC foram realizados no TDIM.

O teste com maior número de degraus tanto para o TDC e TDIM foi selecionado para fins de correlações com as demais variáveis e de comparação entre os testes.

### **Teste da caminhada de seis minutos**

Os pacientes realizaram dois TC6, de acordo com as recomendações da *American Thoracic Society* (ATS, 2002). A variável desfecho foi a distância percorrida, sendo selecionado o teste com maior valor. A distância foi expressa em valor absoluto e em porcentagem do previsto (IWAMA et al, 2009).

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

A aderência dos dados à curva de normalidade foi verificada pelo teste Shapiro-Wilk. Os dados paramétricos foram expressos em média e desvio padrão (DP) e os não paramétricos em mediana e intervalo interquartílico. A similaridade das variáveis de repouso inter e intra-teste foi avaliada pelo teste *t* de Student pareado. Para testar a reproduzibilidade intra-teste (TDC x TDC e TDIM x TDIM) das variáveis no pico do exercício e número total de degraus, foi utilizado o teste *t* de Student pareado, o coeficiente de correlação intraclass (CCI) com seu respectivo intervalo de confiança de 95% (IC 95%) e a análise de Bland-Altman. Para comparações inter teste (melhor TDC e melhor TDIM) em relação à FC, SpO<sub>2</sub>, Borg D e Borg MMII no pico do exercício, bem como para tempo de teste, e número total de degraus foi utilizado o teste *t* de Student pareado. A correlação entre o número total de degraus do melhor TDC e TDIM com a idade, função pulmonar, FCpico e distância no TC6 foi analisada pelo coeficiente de correlação de Pearson. Foi considerada significância estatística quando *p* < 0,05. Para as análises foi utilizado o software SPSS for Windows versão 13.0 (SPSS, Chicago, IL).

### **3.2 – Artigo 2**

#### **Incremental shuttle walk test: a reproducible and a valid test for patients with bronchiectasis**

##### **Delineamento do estudo**

Trata-se de um estudo transversal, no qual os pacientes foram recrutados do Ambulatório de Doenças Obstrutivas do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP). O estudo foi aprovado pelos Comitês de Ética em Pesquisa da Universidade Nove de Julho (0921/11) e Universidade de São Paulo (451538). Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes de iniciar as avaliações.

##### **Critérios de inclusão**

Foram incluídos pacientes com diagnóstico clínico e tomográfico de bronquiectasia não por fibrose cística e estáveis clinicamente nas quatro últimas semanas antes do estudo (sem mudanças nos sintomas de tosse e dispneia e ausência de modificação na terapêutica medicamentosa), com idade  $\geq 18$  anos).

##### **Critérios de exclusão**

Foram excluídos pacientes com outras doenças pulmonares (asma, doença pulmonar obstrutiva crônica, fibrose cística) e cardíacas, com história de tabagismo  $\geq 10$  anos/maço e incapacidade de realização dos testes por limitação músculo-esquelética.

##### **Protocolo**

Todos os pacientes realizaram a avaliação da composição corporal. Em seguida, realizaram a espirometria e a classificação da dispneia foi mensurada de acordo com a escala *Medical Research Council* (MRC) (BESTALL et al, 1999).

Os pacientes responderam ao *Saint George Respiratory Questionnaire* (SGRQ) (WILSON et al, 1997). Posteriormente, foi realizada a avaliação da capacidade de exercício cardiopulmonar em cicloergômetro. Em outro dia (48h após), os pacientes realizaram o SWTI e foi entregue o pedômetro com uma ficha para registro de suas variáveis.

## Avaliação

### Composição corporal

A altura foi determinada em centímetros em um estadiômetro com os pés descalços. O peso corporal foi avaliado em quilogramas (kg) com o indivíduo descalço e com roupas leves. O índice de massa corpórea (IMC) foi calculado por meio da fórmula: peso/altura<sup>2</sup> (kg/m<sup>2</sup>). A massa livre de gordura foi calculada pela balança de bioimpedância (Tanita BC-554, Tanita Corporation of America, Inc, Arlington Heights, IL) de acordo com as especificações do fabricante.

### Espirometria

A espirometria foi realizada no equipamento CPX Ultima (MedGraphics Corporation®, St. Paul, MN, USA) com um pneumotacógrafo previamente calibrado (Figura 2). Os procedimentos técnicos, os critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade adotados foram os recomendados pela *American Thoracic Society/European Respiratory Society* (MILLER et al, 2005). Todos os pacientes realizaram as manobras após broncodilatador (salbutamol 400 µcg via inalatória). As seguintes variáveis foram registradas: capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>) e relação VEF<sub>1</sub>/CVF. Os valores obtidos foram expressos em valores absolutos e em porcentagem do previsto para a população brasileira (PEREIRA et al, 1992).

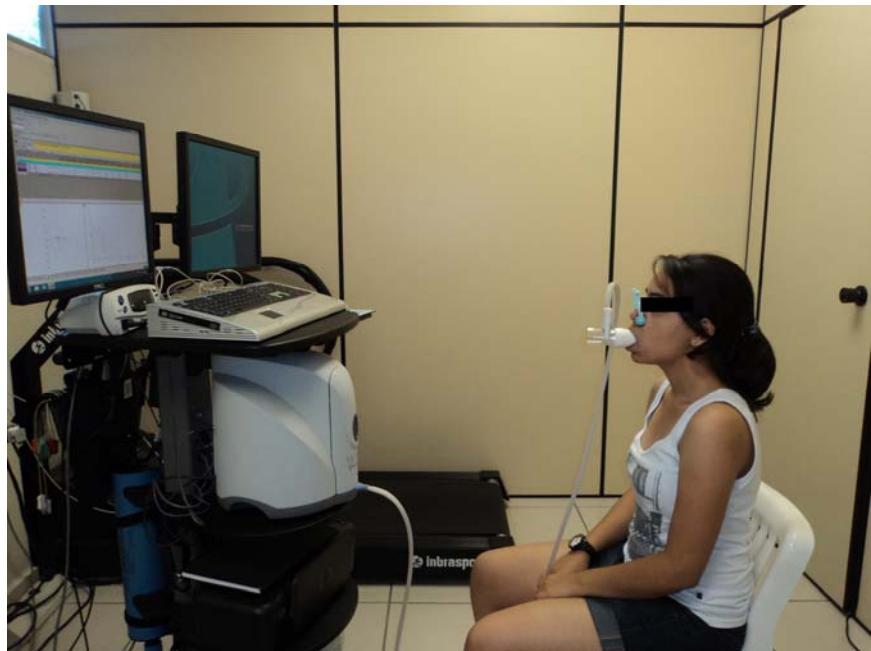


Figura 2 – Realização da espirometria.

### Teste de exercício cardiopulmonar

O teste de exercício cardiopulmonar (TECP) foi realizado em um cicloergômetro de frenagem eletromagnética (Corival®, *LODE B.V. Medical Technology Groningen – Netherlands*) conectado a um sistema composto por módulo de análise de gases avaliando respiração por respiração (Medical Graphics Corporation-MGC, St. Paul, MO, USA) (Figura 3).

O protocolo constou de um período inicial de dois minutos para aquecimento (sem carga) seguindo de um protocolo em rampa. Os incrementos de carga (1 a 20 watts/min) foram definidos levando-se em consideração o nível de atividade física e a familiaridade com o cicloergômetro, e foi ajustado de tal forma que o teste foi limitado por sintomas num tempo ideal entre 8 e 12 minutos. Durante o teste, o avaliado era estimulado a manter a rotação de 60 por minuto. As variáveis obtidas foram: consumo de oxigênio ( $VO_2$ , L/min) e produção de dióxido de carbono ( $VCO_2$ , L/min), ventilação minuto (VE, L/min), volume corrente (VC, L), frequência respiratória (f, rpm) e equivalentes ventilatórios para  $O_2$  e  $CO_2$  (VE/ $VO_2$ , VE/ $VCO_2$ , respectivamente) e as pressões parciais de  $O_2$  e  $CO_2$  (PET $O_2$  e PET $CO_2$ , mmHg). O traçado eletrocardiográfico e FC foram registrados continuamente, o pulso de oxigênio foi calculado pela razão ( $VO_2/FC$ ). A SpO<sub>2</sub> foi mensurada pelo oxímetro de pulso (OhmedaBiox 3740, USA) e a diferença entre a SpO<sub>2</sub> do exercício e

repouso  $\geq 4$  foi considerado como dessaturação (HADELI et al, 2001). A pressão arterial foi registrada no repouso e a cada dois minutos durante o exercício. Os escores de percepção de dispneia e fadiga de membros inferiores utilizando-se a escala de Borg modificada foram mensurados antes e imediatamente após a cessação do exercício (WILSON, JONES, 1989).

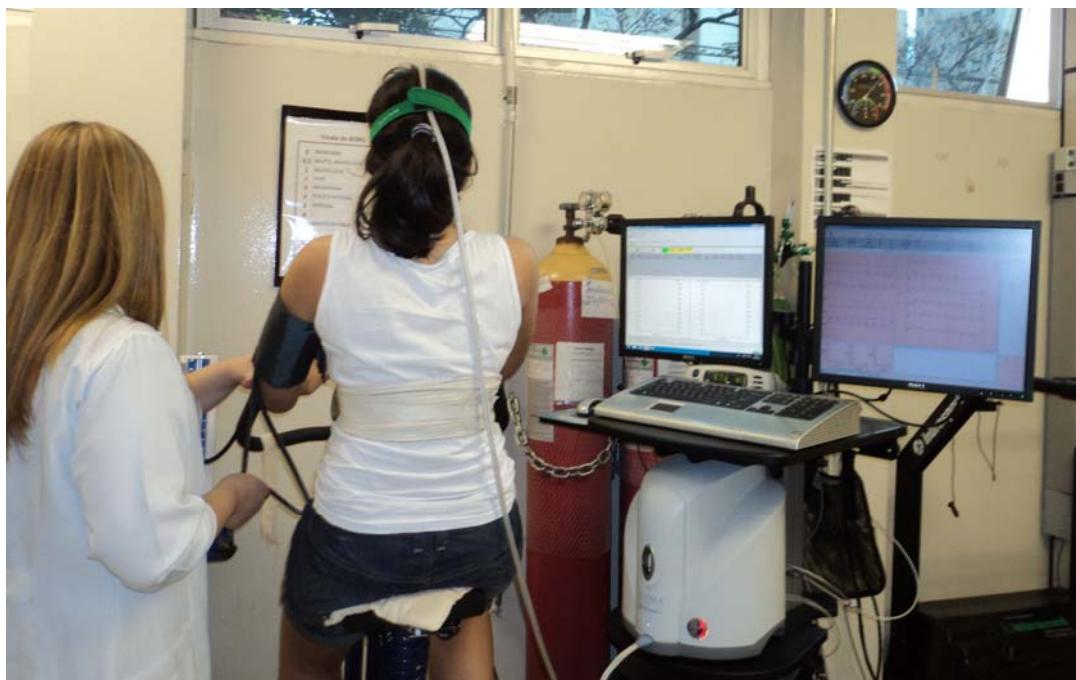


Figura 3 – Realização do teste ergoespirométrico em cicloergômetro

#### ***Shuttle walking teste incremental***

O SWTI foi realizado em um corredor de 10m. Foram realizados dois testes com um intervalo de 30 minutos entre eles. A velocidade da caminhada foi imposta por estímulo sonoro, iniciando a velocidade 1,8 km/h, que aumenta 0,17m/s a cada minuto, atingindo uma velocidade máxima de 8,53 km/h (SINGH et al, 1992). O teste foi interrompido pelo avaliador quando o paciente foi incapaz de completar um shuttle no momento do estímulo sonoro pela segunda vez, ou pelo paciente devido à dispneia e/ou fadiga intolerável. A frequência cardíaca (FC), saturação de pulso de oxigênio ( $\text{SpO}_2$ ), medida pelo oxímetro (9500, Nonin, Plymouth, Minnesota), a pressão arterial e a percepção de dispneia e fadiga em membros inferiores (escala modificada de Borg) (WILSON, JONES, 1989) foram mensuradas antes e imediatamente após o término do teste. A distância percorrida foi expressa em valores absolutos e em

porcentagem do previsto (PROBST et al, 2012). A distância do melhor teste foi utilizada para correlacionar com a carga do teste ergoespirométrico e com o número de passos do pedômetro (Figura 4).

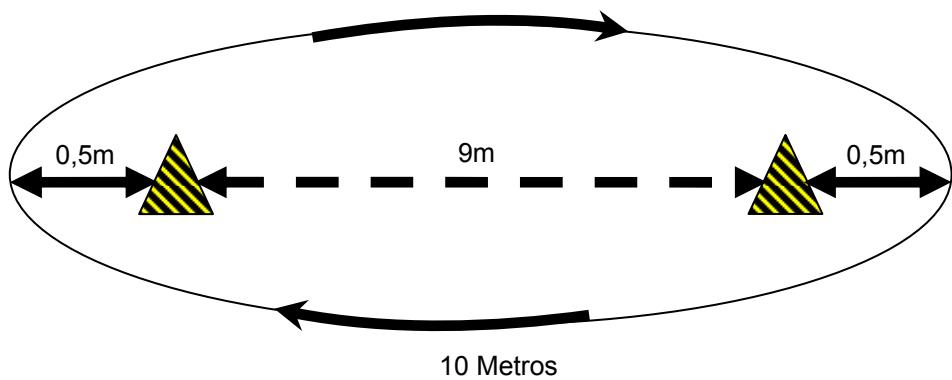


Figura 4 – Circuito do *shuttle walking* teste incremental

#### Avaliação da atividade física de vida diária

A atividade física na vida diária (AFVD) foi avaliada pelo pedômetro (Yamax Power Walker, model PW-610, Tokyo, Japan). Os pacientes receberam o pedômetro e foram instruídos a utilizar o dispositivo no bolso por três dias consecutivos durante a semana e, posteriormente, devolver o mesmo. Para o cálculo do comprimento médio do passo, os pacientes andaram 10 passos em seu próprio ritmo; a distância percorrida foi registrada e dividida por dez. Os pacientes foram instruídos a não alterar suas atividades nos dias que usaram o dispositivo. O dispositivo mede o número total de passos (NTP) e, no modo *Power Walking*, quantifica as caminhadas rápidas, ou seja, acima de 110 passos por minuto, o que equivale a um exercício aeróbio de intensidade moderada a vigorosa. Os pacientes foram instruídos a fixar o aparelho no período da manhã e usá-lo durante todo o dia, removendo-o apenas para banho e ao dormir. No final do dia, os pacientes foram orientados a registrar os dados de atividade física moderada-intensa (Figura 5).



Figura 5 – Pedômetro Yamax, modelo PX610.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

O teste Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a aderência da distribuição dos dados à curva de normalidade. Os dados apresentaram distribuição não-paramétrica e foram expressos em mediana (intervalo interquatílico 25%-75%). Para a comparação das características basais e da distância percorrida entre homens e mulheres foi utilizado o teste de Mann-Whitney. O coeficiente de correlação intra classe (CCI) foi utilizado para verificar a reprodutibilidade do SWTI. A concordância entre os dois SWTI foi feita pela análise de Bland-Altman. Para as correlações entre a distância caminhada, as variáveis do TECP (VO<sub>2</sub> pico e carga no pico), e a atividade física da vida diária (número de passos) foi utilizada a correlação de Spearman. O qui-quadrado (teste exato Fisher) foi utilizado para avaliar a associação da dessaturação entre os testes (melhor teste SWTI e TECP). A probabilidade de erro tipo I foi de 5% ( $P < 0,05$ ). Para as análises foi utilizado o software SPSS for Windows versão 13.0 (SPSS, Chicago, IL).

### **3.3 – Artigo 3**

#### **Capacidade física, função muscular e atividade de vida diária em pacientes com bronquiectasia**

##### **Delineamento do estudo**

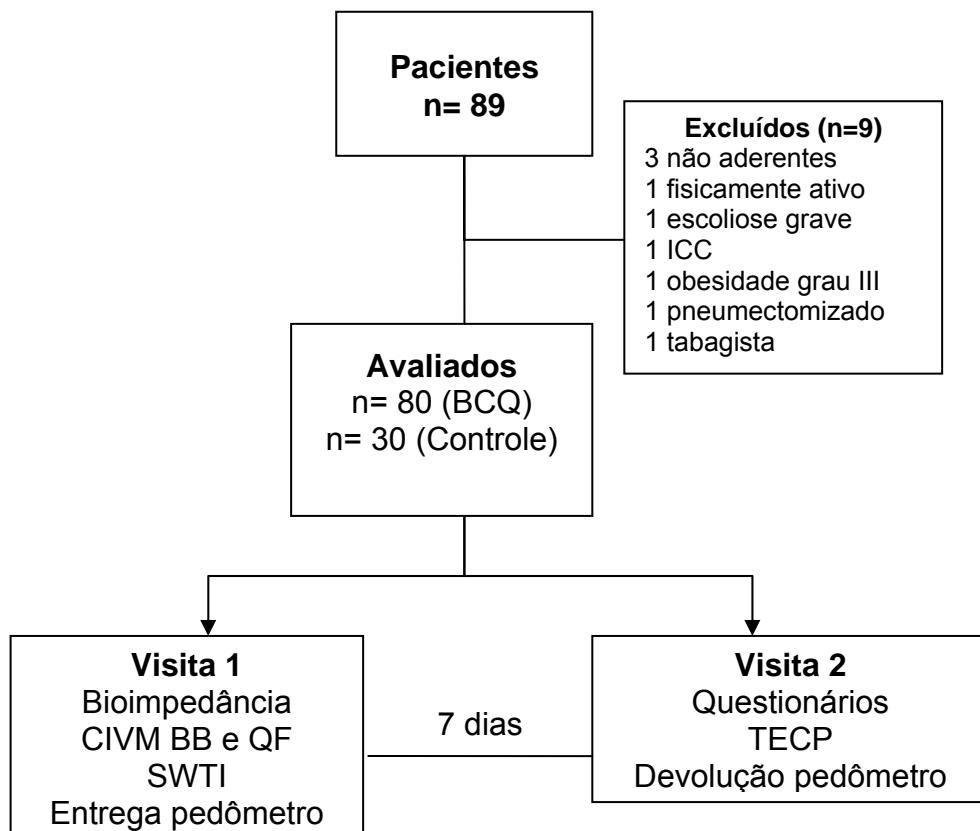
Trata-se de um estudo de delineamento transversal e controlado. O protocolo foi aprovado pelos comitês de ética em pesquisa da Universidade Nove de Julho (0921/11) e Universidade de São Paulo (451538). Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes de iniciar as avaliações.

##### **Amostra**

Os pacientes foram recrutados do Ambulatório de Doenças Obstrutivas do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP) com diagnóstico clínico (PASTEUR et al, 2010) e tomográfico (ATHANAZIO et al, 2010) de BCQ, com idade  $\geq 18$  anos, estáveis clinicamente (sem mudanças nos sintomas de tosse e dispneia e ausência de modificação na terapêutica medicamentosa) (CHANG, BILTON, 2008) nas quatro semanas prévias ao estudo. O grupo controle foi pareado por gênero e idade e foi constituído a partir de uma amostra de conveniência, recrutados entre os estudantes e funcionários da Universidade Nove de Julho e seus familiares. Foram excluídos de ambos os grupos, indivíduos tabagistas ou com história tabágica  $\geq 10$  anos-maço ou incapazes de realizar as avaliações por limitações músculo-esqueléticas. Adicionalmente, no grupo bronquiectásico, pacientes com outras doenças pulmonares crônicas como fibrose cística, doença pulmonar obstrutiva crônica e asma foram excluídos.

##### **Protocolo**

O estudo foi realizado no Laboratório de Fisiologia da Universidade Nove de Julho – UNINOVE. O Quadro 2 contém os detalhes da composição da amostra e o fluxograma do protocolo.



Quadro 2: Representação esquemática do protocolo

Legenda: BCQ: bronquiectásico, CIVM: contração isométrica voluntária máxima, BB: bíceps braquial; QF: quadríceps femoral; SWTI: *shuttle walking* teste incremental; TECP: teste de exercício cardiopulmonar.

## Avaliações

### Espirometria

A espirometria foi realizada no equipamento CPX Ultima (MedGraphics Corporation®, St. Paul, MN, USA) com um pneumotacógrafo previamente calibrado. Os procedimentos técnicos, os critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade adotados foram os recomendados pelo Consenso Brasileiro de Espirometria (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA, 2002). Todos os pacientes realizaram as manobras após broncodilatador (salbutamol 400 µcg via inalatória). As seguintes variáveis foram registradas: capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ) e relação  $VEF_1/CVF$ . Os valores obtidos foram

expressos em valores absolutos e em porcentagem do previsto para a população brasileira (PEREIRA, 1996). A ventilação voluntária máxima (VVM) foi estimada multiplicando-se o VEF<sub>1</sub> por 40 (CAMPBELL, 1982).

### **Bioimpedância**

A bioimpedância foi realizada pela balança digital Tanita (modelo BC-554, Tanita Corporation of America, Inc, Arlington Heights, IL). Os indivíduos foram orientados a manter jejum e a não realizar atividade física até nove horas antes do exame, a não fazer uso de bebida alcoólica por 48 horas e a esvaziar a bexiga 30 minutos antes do procedimento. O avaliado foi mantido em posição ortostática, retirou os calçados e meias, sendo realizada a higienização da região plantar dos pés com álcool 70% e instruída a correta colocação dos pés na plataforma da balança. A variável desfecho foi o índice de massa magra (IMM) obtido pela divisão da massa magra, em kg, pelo quadrado da altura (kg/m<sup>2</sup>). A depleção nutricional foi considerada quando IMM ≤ 15 kg/m<sup>2</sup> para as mulheres e ≤ 16 kg/m<sup>2</sup> para os homens (VERMEEREN et al, 2006).

### **Avaliação da função muscular periférica**

#### **Contração isométrica voluntária máxima e submáxima do quadríceps femoral**

A contração isométrica voluntária máxima (CIVM) do músculo quadríceps femoral foi obtida com os indivíduos sentados numa cadeira extensora (Carsi®, São Paulo, Brasil) com os joelhos posicionados em 60° de flexão (Figura 6). Um cabo inelástico, conectado a uma célula de carga (EMG System modelo EMG800C, São José dos Campos, Brasil) adaptada a uma tornozeleira, foi posicionada perpendicularmente ao membro inferior avaliado. Esta célula captou a tensão desenvolvida durante a CIVM da extensão do joelho e com interface a um computador registrou a força (Kgf) desenvolvida durante as CIVM. Foi solicitado que o indivíduo realizasse a máxima extensão do joelho durante cinco segundos. Foram realizadas três repetições com intervalo de um minuto de repouso entre elas. Quando a diferença de força das três contrações excedeu 5%, outra medida de CIVM foi solicitada (VERMEEREN et al, 2006). O maior valor dessas três contrações foi considerado como a CIVM.

Após um período de cinco minutos de repouso, foi solicitado que o paciente realizasse, na mesma posição articular descrita na manobra de CIVM, a contração isométrica submáxima (CIS), com uma carga correspondente a 80% da CIVM até o limite de tolerância ( $T_{lim}$ ). Os pacientes foram estimulados verbalmente para manter a contração durante o teste e foi utilizado um *feedback* visual na tela do computador, para que o paciente mantivesse a força constante durante o teste. O término do teste ocorreu quando houve queda de 20% na força produzida (VERMEEREN et al, 2006). Antes e ao final do teste de CIS foram avaliadas a dispneia e fadiga de MMII pela escala de Borg modificado (BORG, 1982).

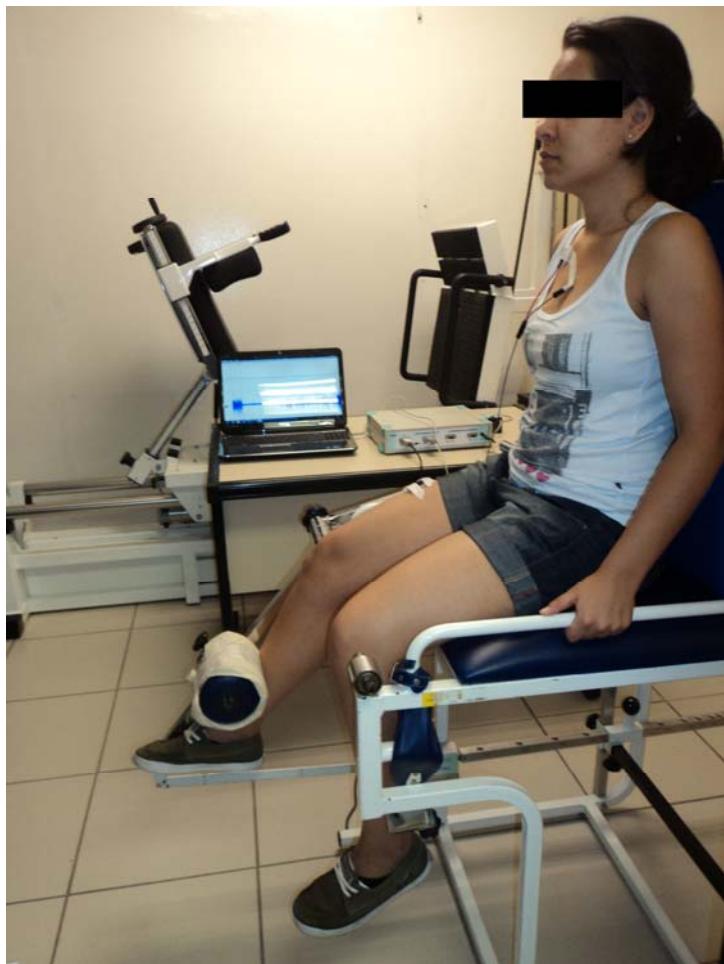


Figura 6 – Posicionamento durante a avaliação da CIVM do QF.

**Contração isométrica voluntária máxima e submáxima do bíceps braquial**

A CIVM do músculo bíceps braquial foi obtido com o indivíduo em pé, braço aduzido ao tronco, punho supinado e cotovelo em flexão de 90 graus (Figura 7) mantidos durante cinco segundos (MATHUR, ENG, MACINTYRE, 2005) por três vezes com intervalo de um minuto de repouso entre as tentativas. Quando a diferença de força das três contrações excedeu cinco por cento, outra medida de CIVM foi solicitada. O maior valor dessas três contrações foi considerado como a CIVM. A contração isométrica submáxima do bíceps braquial seguiu os mesmos procedimentos descritos para o quadríceps femoral.

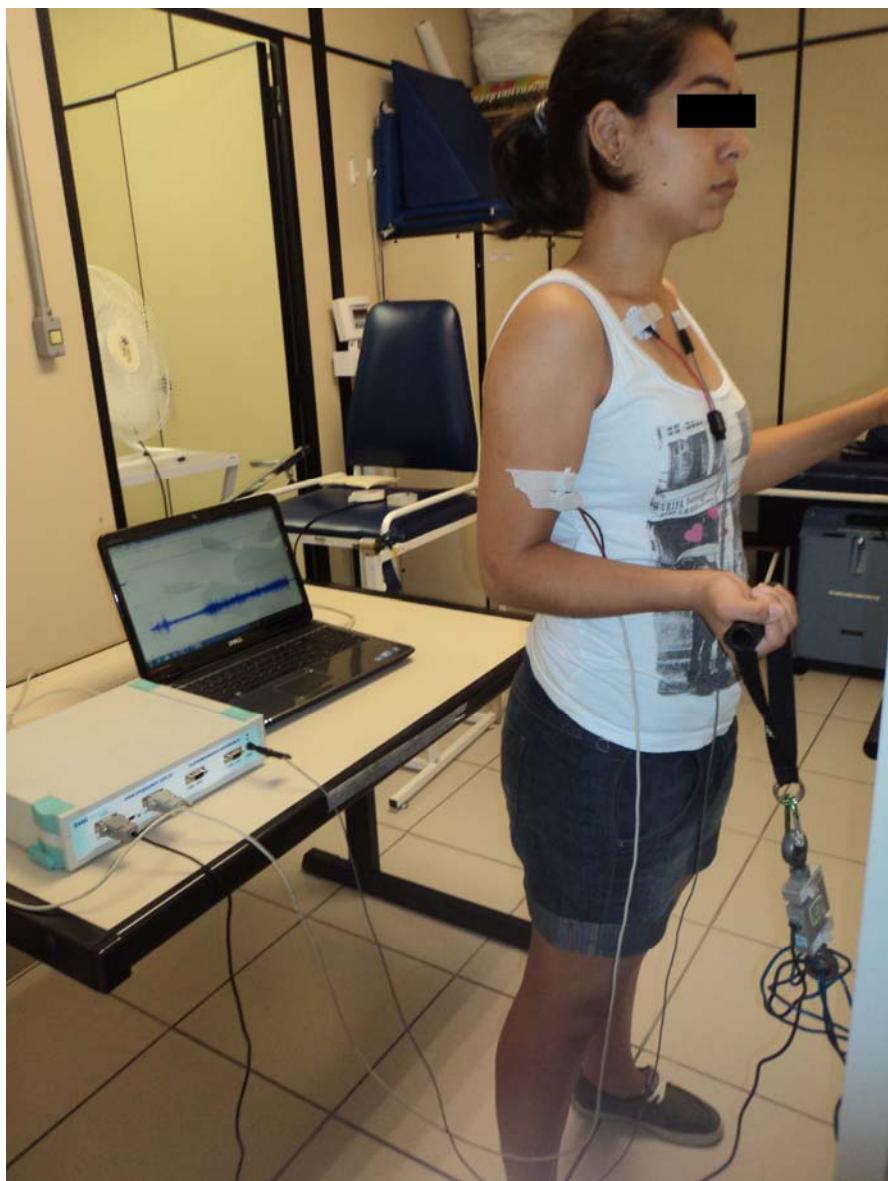


Figura 7 – Ilustração do posicionamento da avaliação da CIVM do BB.

### **Shuttle walking teste incremental**

O *shuttle walking* teste incremental (SWTI) foi realizado em um corredor, no qual a distância de 10m foi demarcada por dois cones inseridos a 0,5m antes de cada extremidade. O paciente caminhou de acordo com o ritmo imposto por estímulos sonoros previamente gravados em um CD. Em breves palavras, o teste é composto por 12 níveis com duração de um minuto cada, sendo que o primeiro nível impõe uma caminhada com velocidade de 1,8 Km/h, que aumenta 0,17m/s a cada minuto, atingindo uma velocidade máxima de 8,53 Km/h. O ritmo da caminhada foi imposto por estímulos sonoros e ao som de *bip* único o paciente mantinha a velocidade da caminhada e ao som do *bip* triplo o paciente sabia que deveria andar mais rápido (SINGH et al, 1992). O teste foi interrompido pelo avaliador quando o paciente foi incapaz de completar um shuttle no momento do estímulo sonoro pela segunda vez ou pelo paciente devido à dispneia e/ou fadiga intoleráveis. Foram realizados dois testes no mesmo dia, com repouso de 30 minutos entre eles, sendo registrada a maior distância para fins de análise. A distância foi expressa em valores absolutos e em porcentagem do previsto (PROBST et al, 2012).

### **Avaliação do nível de atividade física**

A atividade física na vida diária (AFVD) foi avaliada por um pedômetro (Yamax PowerWalker, modelo PW-610, Tóquio, Japão). Os pacientes receberam o pedômetro e foram instruídos a usá-lo no bolso da roupa durante cinco dias consecutivos na semana. Entretanto, foi descartado o primeiro e último dia permanecendo três dias consecutivos para análise. Para calcular o comprimento médio do passo, os pacientes andaram dez passos em seu próprio ritmo; a distância percorrida foi registrada e dividida por dez. Os pacientes foram instruídos a não alterar suas atividades nos dias que usaram o dispositivo. O dispositivo mede o número total de passos (NTP) e, no modo *Power Walking*, quantifica as caminhadas rápidas, ou seja, acima de 110 passos por minuto, o que equivale a um exercício aeróbio de intensidade moderada a vigorosa. Os pacientes foram instruídos a fixar o aparelho no período da manhã e usá-lo durante todo o dia, removendo-o apenas para banho e ao dormir. No final de cada dia, os pacientes foram orientados a registrar em uma ficha os dados correspondentes ao número de passos acima

de 110 passos/min, pois este parâmetro não é automaticamente armazenado na memória deste dispositivo. As variáveis utilizadas para análise foram: média aritmética do número de passos por dia e do número de passos superior a 110/min. O número de passos inferior a 7.500 foi considerado como inatividade física (TUDOR-LOCKE, BASSETT, 2004).

### **Questionários de dispneia e qualidade de vida em saúde**

Para avaliação da dispneia foi utilizada a escala *Medical Research Council* (MRC) (BESTALL et al, 1999). Para avaliação da qualidade de vida relacionada à saúde foi aplicado, no grupo controle e no grupo bronquiectásico, o questionário genérico SF-36 (The Medical Outcomes Study 36-item Short-Form Healthy Survey) (CICONELLI et al, 1999) enquanto o questionário específico *Saint George's Respiratory Questionnaire* (SGRQ) foi utilizado apenas nos pacientes (WILSON et al, 1997; SOUZA, JARDIM, JONES, 2000).

### **Teste de exercício cardiopulmonar**

O teste de exercício cardiopulmonar (TECP) foi realizado em um cicloergômetro de frenagem eletromagnética (Corival®, *LODE B.V. Medical Technology Groningen – Netherlands*) conectado a um sistema composto por módulo de análise de gases avaliando respiração por respiração (Medical Graphics Corporation-MGC, St. Paul, MO, USA).

O protocolo constou de um período inicial de dois minutos para aquecimento (sem carga) seguindo de um protocolo em rampa. Os incrementos de carga (1 a 20 watts/min) foram definidos levando-se em consideração o nível de atividade física e a familiaridade com o cicloergômetro, e foi ajustado de tal forma que o teste foi limitado por sintomas num tempo ideal entre 8 e 12 minutos (BUCHFUHRER et al, 1983). Durante o teste, o avaliado era estimulado a manter a rotação de 60 por minuto. As variáveis obtidas foram: consumo de oxigênio ( $VO_2$ , L/min) e produção de dióxido de carbono ( $VCO_2$ , L/min), ventilação minuto (VE, L/min), volume corrente (VC, L), frequência respiratória (f, rpm) e equivalentes ventilatórios para  $O_2$  e  $CO_2$  (VE/ $VO_2$ , VE/ $VCO_2$ , respectivamente) e as pressões parciais de  $O_2$  e  $CO_2$  (PET $O_2$  e PET $CO_2$ , mmHg). O traçado eletrocardiográfico, e a FC foram registrados continuamente, o pulso de oxigênio foi calculado pela razão

( $\text{VO}_2/\text{FC}$ ). A  $\text{SpO}_2$  foi mensurada pelo oxímetro de pulso (Ohmeda Biox 3740, USA) e a diferença entre a  $\text{SpO}_2$  do exercício e repouso  $\geq 4$  foi considerado como dessaturação (HADELI et al, 2001). A pressão arterial foi registrada no repouso e a cada dois minutos durante o exercício. Os escores de percepção de dispneia e fadiga de membros inferiores utilizando-se a escala de Borg modificada foram mensurados antes e imediatamente após a cessação do exercício (WILSON, JONES, 1989). A limitação ventilatória foi considerada quando a relação  $\text{VE}/\text{VVM}$  foi  $\geq 0,8$  para os homens e 0,75 para as mulheres (NEDER, NERY, 2002).

### Análise Estatística

O cálculo amostral foi realizado, considerando-se a carga máxima atingida no teste incremental em cicloergômetro como desfecho principal. A magnitude de diferença assumida entre o grupo de bronquiectásicos e o grupo controle é de 45 watts, considerando um desvio padrão de 52 watts (STEVENS et al, 2009), com risco alfa de 5% e beta de 80%, o tamanho amostral resultou em 21 pacientes e controles. Foi aumentada a amostra para seu tamanho atual (80 pacientes com BCQ) para englobar um amplo espectro de gravidade da doença e porque o presente estudo envolve análises de correlação. A normalidade dos dados foi testada pelo teste Shapiro-Wilk. Os dados de função pulmonar, capacidade de exercício, função muscular e atividade física na vida diária aderiram à curva de normalidade e foram expressos em média e desvio padrão. Os dados dos questionários (SF-36 e SGRQ), da escala de Borg (dispneia e fadiga) e de dispneia MRC não aderiram à curva de normalidade e foram expressos em mediana e intervalo interquartílico. As comparações das variáveis paramétricas entre o grupo de BCQ e grupo controle foram analisadas pelo teste  $t$  de Student para amostras independentes, assim como as comparações entre gêneros dentro do grupo de bronquiectásicos. Para as variáveis não paramétricas foi utilizado o teste de Mann-Whitney. A força de associação entre as variáveis de capacidade de exercício, função muscular, atividade física na vida diária e dispneia foram analisadas pela correlação de Pearson. Um  $p < 0,05$  foi considerado significante. Para as análises foi utilizado o software SPSS for Windows versão 13.0 (SPSS, Chicago, IL).

## **CAPÍTULO 4 – RESULTADOS**

### **4.1 – Artigo 1**

#### **Reprodutibilidade de testes do degrau em pacientes bronquiectásicos**

Submetido na Revista Brasileira de Fisioterapia (Qualis A2) – Em primeira revisão.

Com este estudo, concluiu-se que o teste do degrau de Chester e o teste do degrau incremental modificado (TDIM) são reproduzíveis em indivíduos com diagnóstico de bronquiectasia, e que o TDIM é mais bem tolerado por esses pacientes. Quanto melhor a função pulmonar e maior a distância percorrida no teste da caminhada de seis minutos, maior o desempenho nos testes do degrau e, consequentemente, mais alta freqüência cardíaca é atingida no pico dos testes do degrau.

**Artigo 1****Título:**

**Reprodutibilidade de testes do degrau em pacientes bronquiectásicos**

**Título abreviado:**

Teste do degrau e bronquiectasia

**Autores:**

ANDERSON ALVES DE CAMARGO<sup>1</sup>, FERNANDA DE CORDOBA LANZA<sup>1</sup>,  
THAIZ TUPINAMBÁ<sup>2</sup>, SIMONE DAL CORSO<sup>1</sup>

**Afiliação**

- 1- Programa de Pós-Graduação de Mestrado em Ciências da Reabilitação – Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brasil.
- 3- Ambulatório de Fisioterapia da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Brasil.

Autor para correspondência: Simone Dal Corso

Av. Francisco Matarazzo, 612 – 1º andar

Bairro Água Branca, São Paulo, Brasil

CEP 05001-100

Tel: 55 11 3665-9748

Fax: 55 11 3665-9325

## RESUMO

**Contextualização:** O teste do degrau vem sendo utilizado para avaliação da capacidade de exercício em doenças respiratórias crônicas, mas seu uso ainda não foi descrito em bronquiectasia (BCQ). **Objetivo:** Analisar a reproducibilidade do teste de degrau de Chester (TDC) e teste do degrau incremental modificado (TDIM) e correlacioná-los com a função pulmonar, frequência cardíaca (FC) e distância no teste da caminhada de seis minutos (DTC6). **Método:** Em dias separados, 17 pacientes realizaram, randomicamente, dois TDC, dois TDIM e dois TC6. O número de degraus (ND), FC e percepção do esforço foram registrados antes e imediatamente ao final dos testes. **Resultados:** O ND foi reproduzível para TDC ( $124 \pm 136$  e  $125 \pm 67$ ) e TDIM ( $158 \pm 83$  e  $156 \pm 76$ ). Não houve diferença entre o TDC e TDIM na FC ( $138 \pm 25$  bpm e  $136 \pm 27$  bpm), SpO<sub>2</sub> ( $91 \pm 5$  % e  $91 \pm 3$  %) e percepção do esforço [dispneia: 4 (3-5) e 4 (2-4,5)] e fadiga 4 (2-6) e 4 (3-5)]. O TDC teve duração显著mente inferior ao TDIM ( $6,1 \pm 2,2$  min e  $8,8 \pm 2,8$  min) e menor ND ( $128 \pm 64$  e  $166 \pm 78$ ). Houve correlação do ND com o VEF<sub>1</sub>, a DTC6 e a FC em ambos os testes. **Conclusões:** TDC e TDIM são reproduzíveis em bronquiectásicos. O TDIM é mais tolerado por esses pacientes. Quanto melhor a função pulmonar e DTC6, maior o ND e, consequentemente, maior a FC atingida no pico dos testes.

**Palavras-chave:** bronquiectasia, teste de esforço, teste de degrau, teste da caminhada de seis minutos

## ABSTRACT

Background: Step tests have been used for assessment of exercise capacity in chronic respiratory diseases, but their use has not yet been described in bronchiectasis (BCT). Objective: Analyzing the reproducibility of the Chester step test (CST) and modified incremental step test (MIST) and correlate them with lung function, heart rate (HR) and distance in six-minute walk test (D6MWT). Method: On separate days, 17 patients underwent, randomly, two CST, two MIST and two 6MWT. The number of steps (NS), HR and perception of effort were recorded before and immediately at the end of the tests. Results: NS was reproducible for both CST ( $1241 \pm 36$  and  $125 \pm 67$ ) and MIST ( $158 \pm 83$  and  $156 \pm 76$ ). There was no difference between the CST and MIST in HR ( $138 \pm 25$  bpm and  $136 \pm 27$  bpm),  $\text{SpO}_2$  ( $91 \pm 5$  % and  $91 \pm 3$  %) and perception of effort [dyspnea: 4 (3-5) and 4 (2-4.5) and fatigue 4 (2-6) and 4 (3-5)]. CST had significantly lower duration than MIST ( $6.1 \pm 2.2$  min and  $8.8 \pm 2.8$  min) and lower NS ( $128 \pm 64$  and  $166 \pm 78$ ). There was a correlation between NS with  $\text{FEV}_1$ , D6MWT and HR in both tests. Conclusions: The CST and MIST are reproducible in patients with BCT. The MIST is more tolerated by these patients. The better the lung function and D6MWT, the greater the NS and, consequently, the higher the HR at the peak of the tests.

**Key word:** Bronchiectasis, exercise testing, step test, 6-min walking test.

## INTRODUÇÃO

A bronquiectasia (BCQ) é uma doença pulmonar crônica caracterizada pela dilatação anormal e irreversível dos brônquios que resulta em tosse produtiva crônica e infecções recorrentes<sup>1</sup>. A distorção anatômica das vias aéreas de condução leva à redução da função pulmonar, mais comumente diagnosticada pela limitação ao fluxo aéreo<sup>2</sup>. A dispneia e fadiga são os sintomas predominantes em pacientes bronquiectásicos, contribuindo para a redução da tolerância ao exercício<sup>3,4</sup>.

Os testes clínicos de avaliação da capacidade física, tais como teste da caminhada de seis minutos (TC6), *shuttle walking* teste incremental (SWTI) e teste do degrau (TD)<sup>5,6</sup>, têm ampla utilização na prática clínica por sua fácil execução, seu baixo custo e sua representatividade das atividades de vida diária<sup>7</sup>. Embora o TC6 e o ST já tenham seus valores de referência e diferença clinicamente importante estabelecidos<sup>8,9</sup>, o TD tem sido frequentemente utilizado em doenças respiratórias crônicas<sup>10</sup>. Sua vantagem em relação aos testes de caminhada é a portabilidade, facilitando seu uso em qualquer ambiente. Assim como nos testes de caminhada, o ritmo do TD pode ser cadenciado pelo paciente ou imposto por estímulos do paciente durante a execução do teste e por favorecer uma análise em isocarga (mesmo número de degraus/minuto) quando da reavaliação do indivíduo após intervenções. Neste contexto, o teste do degrau de Chester (TDC), desenvolvido para estimar a capacidade aeróbia de indivíduos saudáveis<sup>11-13</sup>, também tem seu uso descrito em pacientes com doença pulmonar<sup>14-16</sup>. Entretanto, nesses pacientes, o TDC parece ser um protocolo extenuante, pois na recuperação de síndrome respiratória aguda grave menos da metade dos pacientes foi capaz de completar o teste<sup>14</sup> enquanto na doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) apenas 22% dos pacientes completaram até o terceiro de cinco estágios do TDC<sup>16</sup>. Desta forma, nosso grupo desenvolveu uma adaptação do TDC reduzindo o ritmo inicial para 10 degraus/minuto e os incrementos ao longo do teste para um degrau a cada 30 segundos<sup>17</sup>. Comparado ao TDC, o teste do degrau incremental modificado (TDIM) resultou em maior tolerância ao

exercício, assemelhando-se à duração do TC6 e ST em pacientes com DPOC<sup>18</sup>.

O uso de testes do degrau nunca foi descrito em pacientes com BCQ, cuja principal consequência funcional é a diminuição da capacidade de exercício. O objetivo deste estudo foi analisar a reprodutibilidade do TDC e TDIM em pacientes com bronquiectasia e, secundariamente, correlacionar a performance de ambos os testes com a função pulmonar, o estresse cardíaco e a capacidade funcional.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Este estudo tem delineamento transversal, com amostra não probabilística recrutada do Ambulatório de Fisioterapia. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição sob número 367/10 e todos os voluntários assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido antes de iniciarem as avaliações.

Foram incluídos pacientes com diagnóstico clínico e radiológico de BCQ, estáveis clinicamente (ausência de mudança na medicação, dispneia e secreção nas quatro semanas prévias à entrada no estudo) e normoxêmicos no repouso. Foram excluídos os pacientes tabagistas, com outras doenças respiratórias associadas (asma, DPOC, fibrose cística e tuberculose) e incapacidade de compreender a execução do teste.

### **Protocolo**

Em dias separados (24 horas de intervalo), foram realizados dois TDC e dois TDIM, com repouso de trinta minutos entre os testes realizados no mesmo dia. A ordem dos testes foi randomizada por meio de sorteio de envelopes selados e opacos que continham um cartão indicando TDC ou TDIM. O cartão sorteado correspondia ao teste a ser realizado na primeira visita, sendo que na visita subsequente seria realizado o teste restante. Em um dia adicional, os pacientes realizaram o TC6.

## Avaliações

### Teste do degrau de Chester

O TDC foi realizado em um degrau com uma altura de 20cm. O ritmo do teste foi cadenciado por estímulos sonoros previamente gravados em um CD, seguindo a seguinte sequência: 15 degraus/minuto (estágio 1), 20 degraus/min (estágio 2), 25 degraus/min (estágio 3), 30 degraus/min (estágio 4) e 35 degraus/min (estágio 5)<sup>11</sup>. Cada estágio teve a duração de dois minutos, totalizando 10 minutos de teste. Antes de iniciar o TDC, e a cada minuto durante o teste, foram registradas a frequência cardíaca (FC) e a saturação de pulso de oxigênio ( $SpO_2$ ) pelo oxímetro de pulso (9500, Nonin, Plymouth, Minnesota). A frequência cardíaca foi expressa em valor absoluto e em porcentagem da máxima prevista pela equação: 220 – idade. A percepção de esforço para dispneia (Borg D) e fadiga em membros inferiores (Borg MMII) foi registrada antes e imediatamente ao final do TDC pela escala de Borg modificada<sup>19</sup> e a pressão arterial também foi aferida nesses momentos. O teste foi interrompido pelo paciente (por sintomas de dispneia e/ou fadiga) ou pelo fisioterapeuta, caso o paciente não conseguisse manter o ritmo exigido em cada estágio, e/ou  $SpO_2 < 88\%$  em ar ambiente. A variável desfecho foi o número total de degraus (NTD).

### Teste do degrau incremental modificado

O TDIM foi realizado na mesma plataforma descrita no TDC, porém iniciou com ritmo de 10 degraus/minuto e incrementos de um degrau a cada 30 segundos, conforme descrição prévia<sup>17</sup>. Os mesmos parâmetros e critérios de interrupção descritos no TDC foram realizados no TDIM.

O teste com maior número de degraus tanto para o TDC e TDIM foi selecionado para fins de correlações com as demais variáveis e de comparação entre os testes.

### Teste da caminhada de seis minutos (TC6)

Os pacientes realizaram dois TC6 de acordo com as recomendações da *American Thoracic Society*<sup>20</sup>. A variável desfecho foi a distância percorrida, sendo selecionado o teste com maior valor. A distância foi expressa em valor absoluto e em porcentagem do previsto<sup>21</sup>.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade dos dados foi confirmada pelo teste de Shapiro-Wilk. Os dados paramétricos foram expressos em média e desvio padrão (DP) e os não paramétricos em mediana e intervalo interquartílico. A similaridade das variáveis de repouso inter e intra testes foi avaliada pelo teste *t* de Student pareado. Para testar a reprodutibilidade intra teste (TDC x TDC e TDIM x TDIM) das variáveis no pico do exercício e número total de degraus, foi utilizado o teste *t* de Student pareado, o coeficiente de correlação intraclass (CCI) com seu respectivo intervalo de confiança de 95% (IC 95%) e a análise de Bland-Altman. Para comparações interteste (melhor TDC e melhor TDIM) em relação à FC, SpO<sub>2</sub>, Borg D e Borg MMII no pico do exercício bem como para tempo de teste e número total de degraus foi utilizado o teste *t* de Student pareado. A correlação entre o número total de degraus do melhor TDC e TDIM com a idade, função pulmonar, FCpico e distância no TC6 foi analisada pelo coeficiente de correlação de Pearson. Foi considerada significância estatística quando *p* < 0,05.

## RESULTADOS

Foram recrutados 22 pacientes com BCQ, sendo que cinco não aceitaram participar do estudo, permanecendo 17 pacientes (seis homens). Em relação à função pulmonar, oito pacientes apresentaram padrão obstrutivo leve, seis moderado e três grave. Na Tabela 1 estão descritas as características da população estudada.

### INserir TABELA 1

#### Reprodutibilidade do TDC e TDIM

Não houve diferença estatisticamente significante no repouso entre o TDC-1 e TDC-2 nas variáveis FC ( $83 \pm 12$  bpm vs  $84 \pm 13$  bpm), SpO<sub>2</sub> ( $97 \pm 2$  % vs  $98 \pm 2$  %), Borg D [2 (0,25-2,0) vs 2 (0-2)] e Borg MMII [0 (0-2) vs 1 (0-2)]. O mesmo foi observado entre o TDIM-1 e TDIM-2 (FC:  $78 \pm 13$  bpm vs  $82 \pm 13$  bpm), SpO<sub>2</sub> ( $96 \pm 2$  % vs  $96 \pm 2$  %), Borg D [2 (0,5-2) vs 0,5 (0-2)] e Borg MMII [2 (0-2) vs 1 (0-2,5)].

Dez testes foram interrompidos pelo examinador e sete pelo paciente no TDC, enquanto que no TDIM sete foram interrompidos pelo examinador e 10 pelo paciente. Os dados no pico dos dois TDC e TDIM, bem como suas performances (número total de degraus e tempo), estão demonstradas na Tabela 2, não havendo diferença significante em nenhuma das variáveis intratestes. A média das diferenças entre o TDC-1 e TDC-2 e entre o TDIM-1 e TDIM-2 foi bastante estreita para todas as variáveis (Tabela 2).

## **INSERIR TABELA 2**

### **Comparação de desempenho entre o TDC e TDIM**

A análise inter-teste, melhor TDC *versus* melhor TDIM, mostrou diferenças no tempo de teste ( $6,1 \pm 2,2$  min e  $8,8 \pm 2,8$  min;  $P < 0,001$ ) e NTD ( $128 \pm 64$  degraus e  $166 \pm 78$  degraus;  $P < 0,001$ ). Não foram observadas diferenças na FC no pico entre o TDC e TDIM ( $138 \pm 25$  bpm e  $136 \pm 27$  bpm,  $P = 0,41$ ), SpO<sub>2</sub> ( $91 \pm 5$  % e  $91 \pm 3$  %,  $P = 0,19$ ) e percepção do esforço para dispneia [4 (3-5) e 4 (2-4,5);  $P = 1,00$ ] e fadiga [4 (2-6) e 4 (3-5);  $P = 0,51$ ]. Quando os escores de dispneia e fadiga foram corrigidos para o tempo de cada teste, observamos maiores índices para o TDC [0,86 (0,35-1,09) e 0,62 (0,45-1,09)];  $P = 0,001$ ] em relação ao TDIM [0,43 (0,26-0,72) e 0,50 (0,29-0,72);  $P = 0,026$ ].

### **Correlação entre o desempenho no TDC e TDIM**

Ao comparar o TDC e TDIM apresentam similares coeficientes em relação à Idade, VEF<sub>1</sub> (L) e a distância percorrida no TC6 (Figura 1). Houve correlação entre o NTD a FC no pico do teste com similares coeficientes ao comparar o TDC ( $r = 0,74$ ,  $p = 0,001$ ) e TDIM ( $r = 0,85$ ;  $p < 0,001$ ).

## **INSERIR FIGURA 1**

## DISCUSSÃO

Este estudo demonstra que o TDC e TDIM são reproduzíveis em pacientes bronquiectásicos, o que pode ser observado pela similaridade na FC, SpO<sub>2</sub>, número total de degraus, percepção de dispneia e de cansaço nos membros inferiores no pico do exercício entre os testes realizados no mesmo dia. O número total de degraus tanto no TDC quanto no TDIM apresentaram boa correlação com o VEF<sub>1</sub>, com o teste da caminhada de seis minutos (TC6) e com a FC no pico do exercício. O TDIM foi mais tolerado pelos pacientes bronquiectásicos devido ao maior número de degraus e maior tempo de teste quando comparado ao TDC.

A reproduzibilidade de diferentes testes do degrau tem sido estudada em paciente com fibrose pulmonar idiopática<sup>22</sup>, DPOC<sup>16</sup>, fibrose cística<sup>23</sup> e asma<sup>24</sup>. Embora Swinburn e colaboradores<sup>25</sup> tenham observado grande variação entre quatro testes do degrau realizados em DPOC, a maior parte dos estudos descreve o oposto<sup>22,16,23,24</sup>. Em indivíduos com DPOC, o TDC mostrou-se altamente reproduzível, com coeficiente de correlação intraclass de 0,99 (intervalo de confiança de 95%: 0,97 – 0,99) para o número de degraus entre dois testes realizados no mesmo dia<sup>16</sup>. Ballfour e colaboradores<sup>24</sup> ao avaliar o teste do degrau de três minutos (15 cm de altura), cadenciado externamente (30 degraus/minuto), em dias distintos em um subgrupo de indivíduos com fibrose cística (n = 12), constataram que o teste é reproduzível pela avaliação da SpO<sub>2</sub>, frequência cardíaca, percepção da dispneia e do número de degraus, que foi o mesmo em 11 dos 12 indivíduos. Em crianças asmáticas, ao comparar dois testes do degrau de três minutos, executados em degrau único com altura de 30 cm e ritmo de 30 degraus/minuto, realizados em dias diferentes, Tancredi e colaboradores<sup>23</sup> não observaram diferença na FC máxima ( $191 \pm 4,6$  bpm e  $192 \pm 5,0$  bpm) e queda no VEF<sub>1</sub> ( $12,8 \pm 5,9\%$  e  $12,1 \pm 5,9\%$ ). Em concordância com esses autores, a reproduzibilidade de testes do degrau, TDC e TDIM, também foi confirmada nos pacientes bronquiectásicos no presente estudo. Como são testes com ritmo imposto externamente, o paciente acompanhará o estímulo sonoro até que a fadiga de membros inferiores e/ou a dispneia o limite, alcançando similar intensidade de exercício ao se repetir o teste, tornando-os reproduzíveis.

Que seja do nosso conhecimento, esse é o primeiro estudo a comparar dois tipos de incremento em teste do degrau em pacientes com BCQ. No presente estudo o tempo de execução do TDC foi cerca de 30% menor que o tempo do TDIM. A menor carga imposta no TDIM, representada pela menor frequência de degraus no início do teste e o menor incremento em cada estágio, permitiu ao paciente manter a atividade por mais tempo com valores semelhantes na FC, na sensação de dispneia e cansaço nos membros inferiores no pico do exercício quando comparado ao TDC. Já foi previamente descrito que o padrão de incremento de carga afeta a duração do exercício, ou seja, quanto maior os incrementos, menor o tempo de teste, porém os valores de FC, ventilação e escores de sintoma no pico do exercício são independentes do tipo de protocolo utilizado<sup>26,27</sup>. Mesmo apresentando tempos diferentes, as respostas cardiopulmonares no pico do exercício foram semelhantes no TDIM e TDC nos pacientes bronquiectásicos. O fato de ambos os testes serem limitados por sintomas ou incapacidade de acompanhar o ritmo, faz com que o paciente os interrompa em intensidades similares de exercício.

O tempo médio de teste nos bronquiectásicos foi de oito minutos para o TDIM e seis minutos para o TDC, apesar de esse teste ser limitado em 10 minutos. É recomendado que um teste de exercício incremental tenha duração entre 8 a 12 minutos<sup>28</sup>, portanto entendemos que o tempo de execução do TDIM seja satisfatório para avaliação funcional nos bronquiectásicos. Ao se comparar o desempenho no TDC de nossa amostra de pacientes bronquiectásicos com pacientes com DPOC<sup>16</sup>, observamos que nossos pacientes foram capazes de realizar maior tempo de teste. Esse resultado pode ser atribuído à diferença de idade, sendo que os nossos pacientes bronquiectásicos eram mais jovens do que os pacientes com DPOC ( $52 \pm 17$  anos vs  $70 \pm 9$  anos, respectivamente) e a diferenças na redução da função pulmonar ( $VEF_1$ :  $61 \pm 22\%$  do previsto vs  $46 \pm 15\%$  do previsto, respectivamente).

Houve moderada correlação do TDC e TDIM com o  $VEF_1$ , constatando que quanto pior a função pulmonar menor o desempenho em ambos os testes. A obstrução nas vias aéreas, expressa pela redução do  $VEF_1$ , implica diminuição da capacidade pulmonar limitando as atividades físicas. Além da

função pulmonar, a FC pico teve ótima correlação com o número de degraus atingidos no TDC e TDIM, como esperado, demonstrando a carga estar intimamente relacionada com o estresse cardíaco. A correlação negativa entre a idade e os testes do degrau aqui estudados é justificada pela redução da capacidade física observada naturalmente no envelhecimento. Por fim, o teste da caminhada de seis minutos apresentou ótima correlação com TDIM e TDC, sendo, portanto, estes testes representativos da capacidade funcional. Neste contexto, o teste do degrau pode ser uma alternativa para avaliação da capacidade funcional em pacientes com doença pulmonar crônica, mais especificamente quando há pouco espaço físico disponível para execução de testes de caminhada.

Esse estudo explicita uma alternativa de teste clínico de campo (TDC e TDIM) que, além de ser de baixo custo como o TC6 e ST, pode ser utilizado para avaliação da capacidade funcional pelo fisioterapeuta em locais como ambulatórios, clínicas e domicílio do paciente. Além disso, ao comparar dois tipos de incremento em teste do degrau nunca antes descritos em pacientes com BCQ, nossos resultados sugerem que o TDIM seria mais apropriado devido aos seus incrementos serem mais sutis, proporcionando ao paciente manter o teste por maior tempo, o que permite uma quantidade de dados suficientes para análise de um teste máximo<sup>28,29</sup>.

Embora tenhamos avaliado um número limitado de pacientes, o estreito intervalo de confiança e as reduzidas médias das diferenças observados nas variáveis analisadas, demonstra a ótima reproduzibilidade dos testes, respondendo ao objetivo central do presente estudo. A avaliação dos gases expirados durante os testes acrescentaria informações a cerca do consumo de oxigênio, produção de gás carbônico e ventilação no pico do exercício. Entretanto, o equipamento para obtenção dessas variáveis é de alto custo e na prática clínica, as variáveis aqui estudadas são as mais comumente utilizadas pelos fisioterapeutas.

Concluímos que o TDC e o TDIM são reproduzíveis em indivíduos com diagnóstico de bronquiectasia, e que o TDIM é mais bem tolerado por esses pacientes. Quanto maior função pulmonar e distância no TC6, maior o desempenho nos testes do degrau e, consequentemente, mais alta a FC os pacientes atingem no pico do exercício.

## REFERÊNCIAS

1. O'Donnell A. Bronchiectasis. *Chest* 2008;134:815-823.
2. Drain M, Elborn JS. Assessment and investigation of adults with bronchiectasis. *Eur Respir Mon* 2011;52:32-43.
3. O'Leary CJ, Wilson CB, Hansell DM, Cole PJ, Wilson R, Jones PW. Relationship between psychological well-being and lung health status in patients with bronchiectasis. *Resp Med* 2002;96:686-692.
4. Wilson CB, Jones PW, O'leary CJ, Cole PJ, Wilson R. Validation of the St. George's respiratory questionnaire in bronchiectasis. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;156:536-541.
5. Vilaró J, Resqueti VR, Fregonezi GAF. Avaliação clínica da capacidade do exercício em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. *Rev Brasil Fisiot* 2008;12(4):249-259.
6. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Exercise testing: why, which and how to interpret. *Breath* 2004;1(2):121-129.
7. Solway S, Brooks D, Lacasse Y, Thomas S. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorrespiratory domain. *Chest* 2001;119:256-270.
8. Holland AE, Hill CJ, Rasekaba T, Lee A, Naughton MT, McDonald CF. Updating the minimal important difference for six-minute walk distance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil* 2010;91:221-225.
9. Singh SJ, Jones PW, Evans R, Morgan MD. Minimum clinically important improvement for the incremental shuttle walking test. *Thorax* 2008;63(9):775-779.
10. de Andrade CHS, Cianci RG, Malaguti C, Dal Corso S. The use of step tests for the assessment of exercise capacity in healthy subjects and in patients with chronic lung diseases. *J Bras Pneumol* 2012;38:1-10.
11. Sykes K. Capacity assessment in the workplace: a new step test. *J Occup Health* 1995;1:20-2.
12. Sykes K, Roberts A. The Chester step test – a simple yet effective tool for the prediction of aerobic capacity. *Physiotherapy* 2004;90:183-188.

13. Buckley JP, Sim J, Eston RG, Hession R, Fox R. Reliability and validity of measures taken during the Chester step test to predict aerobic power and to prescribe aerobic exercise. *Br J Sports Med* 2004;38:197-205.
14. Lau HM, Lee EW, Wong CN, Ng GY, Jones AY, Hui DS. The impact of severe acute respiratory syndrome on the physical profile and quality of life. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86(6):1134-1140.
15. Lau HM, Ng GY, Jones AY, Lee EW, Siu EH, Hui DS. A randomised controlled trial of the effectiveness of an exercise training program in patients recovering from severe acute respiratory syndrome. *Aust J Physiother* 2005;51(4):213-219.
16. de Camargo AA, Justino T, de Andrade CH, Malaguti C, Dal Corso S. Chester step test in patients with COPD: reliability and correlation with pulmonary function test results. *Respir Care* 2011;56(7):995-1001.
17. Dal Corso S, Oliveira AN, Izicki M, Cianci RG, Malaguti C, Nery LE. A symptom-limited incremental step test in COPD patients: reproducibility and validity compared to incremental cycle ergometry. *Am J Respir Crit Care Med* 2009;179:A2364.
18. Onorati P, Antonucci R, Valli G, Berton E, De Marco F, Serra P, Palange P. Noninvasive evaluation of gas exchange during a shuttle walking test vs. a 6-min walking test to assess exercise tolerance in COPD patients. *Eur J Appl Physiol* 2003;89(3-4):331-336.
19. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14:377-81.
20. ATS statement: guidelines for the six minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166(1):111-117.
21. Iwama AM, Andrade GN, Shima P, Tanni SE, Godoy I, Dourado VZ. The six-minute walk test and body weight-walk distance product in healthy Brazilian subjects. *Braz J Med Biol Res* 2009;42(11):1080-5.
22. Dal Corso S, Duarte SR, Neder JA, Malaguti C, de Fuccio MB, de Castro Pereira CA, Nery LE. A step test to assess exercise-related oxygen desaturation in interstitial lung disease. *Eur Respir J* 2007;29(2):330-336.
23. Tancredi G, Quattrucci S, Scalercio F, De Castro G, Zicari AM, Bonci E, et al. 3-min step test and treadmill exercise for evaluating exercise-induced asthma. *Eur Respir J* 2004;23(4):569-574.

24. Balfour-Lynn IM, Prasad SA, Laverty A, Whitehead BF, Dinwiddie R. A step in the right direction: assessing exercise tolerance in cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol* 1998;25(4):278-284.
25. Swinburn CR, Wakefield JM, Jones PW. Performance, ventilation, and oxygen consumption in three different types of exercise test in patients with chronic obstructive lung disease. *Thorax* 1985;40(8):581-6.
26. Debigaré R, Maltais F, Mallet M, Casaburi R, LeBlanc P. Influence of work rate incremental rate on the exercise responses in patients with COPD. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(8):1365-1368.
27. Buchfuhrer MJ, Hansen JE, Robinson TE, Sue DY, Wasserman K, Whipp BJ. Optimizing the exercise protocol for cardiopulmonary assessment. *J Appl Physiol* 1983;55(5):1558-1564.
28. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Casaburi R, Whipp BJ. Clinical exercise testing. In: *Principles of exercise testing and interpretation*. Third edition. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 1999, p 115-142.
29. American Thoracic Society, American College of Chest Physicians. ATS/ACCP statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;167(2):211-277.

Tabela 1 – Características da amostra.

<b>Variáveis</b>	<b>Média ± DP (n=17)</b>
Idade, anos	52 ± 17
IMC, kg/m <sup>2</sup>	23,7 ± 4,8
CVF, L (% prev)	2,4 ± 0,7 (77 ± 19,2)
VEF <sub>1</sub> , L (% prev)	1,5 ± 0,6 (61 ± 22,0)
VEF <sub>1</sub> /CVF	60 ± 10
TC6, m (% prev)	522 ± 152 (95 ± 23)

IMC: índice de massa corpórea, Kg/m<sup>2</sup>: quilograma por metro quadrado, CVF: capacidade vital forçada, L: litro, % prev: porcentagem do previsto, VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo, TC6: teste da caminhada de seis minutos, m: metro.

Tabela 2 – Variáveis no pico do exercício dos TDC e TDIM.

Variáveis	TDC-1	TDC-2	CCI (IC 95%)*	MD ± DP	TDIM-1	TDIM-2	CCI (IC 95%)*	MD ± DP
<b>FC, bpm</b>	137 ± 25	134 ± 13	0,88 (0,66 – 0,96)	2,8 ± 15	137 ± 25	134 ± 13	0,99 (0,96 – 1,00)	-2,9 ± 6
<b>SpO<sub>2</sub>, %</b>	91 ± 2	91 ± 4	0,91 (0,74 – 0,97)	0,4 ± 2,3	91 ± 5	91 ± 3	0,92 (0,79 – 0,97)	-0,1 ± 1,7
<b>NTD</b>	124 ± 65	125 ± 67	0,99 (0,98 – 1,00)	-0,2 ± 10	158 ± 83	156 ± 76	0,97 (0,90 – 0,99)	1,3 ± 2,9
<b>Tempo, min</b>	5,9 ± 2,2	6,0 ± 2,2	0,99 (0,94 – 1,00)	-0,03 ± 0,4	8,6 ± 3,0	8,5 ± 2,7	0,97 (0,92 – 0,99)	0,01 ± 1,0
<b>Borg D</b>	4 (3-5)	4 (3-6)	0,96 (0,89 – 0,99)	-	4 (3-5)	4 (2-5)	0,87 (0,65 – 0,95)	-
<b>Borg MMII</b>	4 (2-6)	4 (3-5)	0,86 (0,60 – 0,95)	-	4 (3-5)	4 (3-5)	0,77 (0,35 – 0,92)	-

FC = frequência cardíaca, SpO<sub>2</sub> = saturação de pulso de oxigênio, NTD = número total de degraus. D = dispneia, MMII = membros inferiores. CCI: Coeficiente de correlação intraclasse, IC: intervalo de confiança, MD: média das diferenças, DP: desvio padrão das diferenças. \* P < 0,05 para todos CCI.

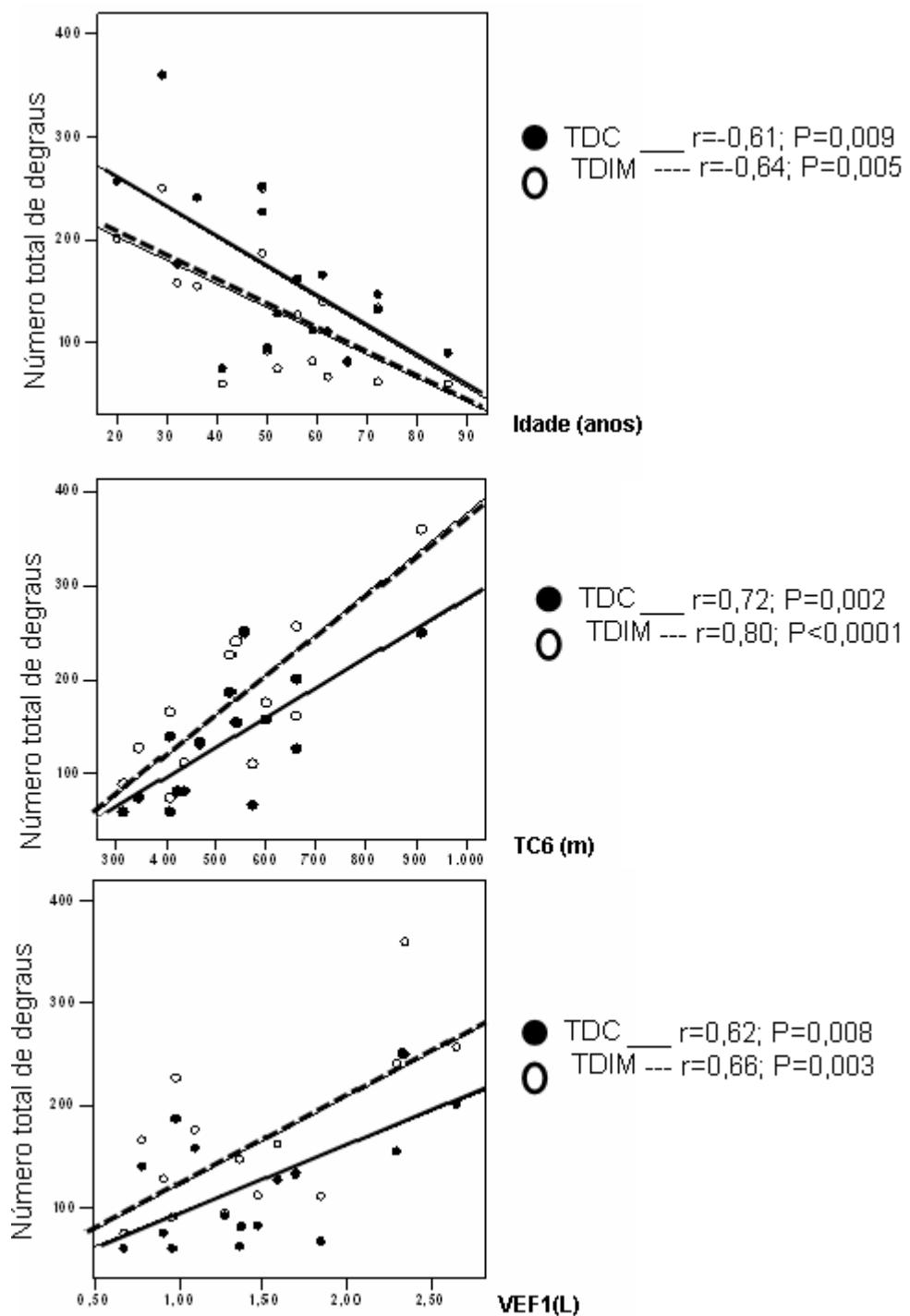


Figura 1: Correlação entre o número total de degrau no teste do degrau de Chester (TDC) e no teste do degrau incremental modificado (TDIM) com a idade, com teste da caminhada de seis minutos (TC6) e com VEF<sub>1</sub>.

## 4.2 – Artigo 2

### **Incremental shuttle walking test: a reproducible and a valid test for patients with bronchiectasis**

Neste estudo demonstramos que o *shuttle walking* teste incremental é reproduzível e representativo da capacidade funcional em pacientes com bronquiectasia. Adicionalmente, este teste induziu a maior dessaturação em comparação com o teste cardiopulmonar máximo nesses pacientes.

**Artigo 2****Title:**

Incremental shuttle walking test: a reproducible and a valid test for patients with bronchiectasis

**Running title:**

Incremental shuttle walking test and bronchiectasis

**Authors:**

Anderson Alves de Camargo<sup>1</sup>, Tatiane Soares Amaral<sup>1</sup>, Samia Zahi Rached<sup>2</sup>, Rodrigo Abensur Athanazio<sup>2</sup>, Luciana Maria Malosa Sampaio Jorge<sup>1</sup>, Celso Ricardo Fernandes de Carvalho<sup>3</sup>, Alberto Cuckier<sup>2</sup>, Rafael Stelmach<sup>2</sup>, Simone Dal Corso<sup>1</sup>

**Affiliations**

1-Post-graduate Program in Rehabilitation Sciences, Nove de Julho University, São Paulo, Brazil

2- Pulmonary Department, Heart Institute “InCor”, School of Medicine, São Paulo University, São Paulo, Brazil

3- Physiotherapy Department, Faculty of Medicine, University of São Paulo, São Paulo, Brazil

Corresponding author: Simone Dal Corso

Av. Francisco Matarazzo, 612 – 1<sup>o</sup> andar

Bairro Água Branca, São Paulo, Brazil

CEP 05001-100

Tel: 55 11 3665-9748

Fax: 55 11 3665-9325

## ABSTRACT

Introduction: The most common symptoms in patients with non-cystic fibrosis bronchiectasis BCQ are dyspnea and fatigue which contribute to reduced exercise capacity. The incremental shuttle walking test (ISWT) has been used to evaluate functional capacity and to correlate functional and health status, but none of these previous studies have reported the reliability and validity of the ISWT in this population. Objective: The aim of this study was to analyze the reproducibility of the ISWT in patients with BCQ, to identify if ISWT is a valid test for measuring exercise capacity and physical activity in these patients, and to compare exercise-induced desaturation between the ISWT and cardiopulmonary exercise testing (CPET). Methods: Patients diagnosed with bronchiectasis, age  $\geq$  18 years, clinically stable were recruited. Patients were excluded if they had other lung diseases, unstable heart diseases, smoking history, and inability to perform the tests. They performed spirometry, rated their level of dyspnea according to the Medical Research Council (MRC) scale. Afterwards, patients underwent the CPET on cycling. On another day (48h apart), patients performed two ISWT (ISWT-1 and ISWT-2, 30 min apart) were performed and a pedometer recorded the number of steps (NS). Results: Sixty patients (22 male) were included. The distance of the ISWT-1 was 430m (IQR 25-75%: 333 – 525m) and 440m (IQR 25-75%: 340 – 535m) for the ISWT-2 with excellent intraclass correlation coefficient [0.995 (95%CI: 0.990 - 0.997)]. On average, the ISWT-2 increased by 10m (or 2%). There were significant correlations between the distance walked in the best ISWT (highest distance) and workload ( $r = 0.85$ ), peak  $VO_2$  ( $r = 0.76$ ) and NS ( $r = 0.72$ ), and MRC scale ( $r = -0.67$ ). Higher desaturation was observed during the ISWT [-3 (IQR 25-75%: -5.75 to -1] than cycling -1 (IQR 25-75%: -3 to 0),  $P < 0.0001$ ]. Twenty-three percent of the patients presented with desaturation on the ISWT but not during the CPET ( $P = 0.021$ ). Conclusion: The ISWT is reproducible, represents functional capacity, and induces greater desaturation in patients with BCQ.

**Key words:** Bronchiectasis, reproducibility of results, oxygen desaturation, pulmonary gas exchange

## INTRODUCTION

Non-cystic fibrosis bronchiectasis (BCQ) is defined as an abnormal and permanent dilatation of the bronchi and bronchioles resulting from repeated infections and inflammation<sup>1</sup>. The main clinical manifestation of BCQ is a chronic productive cough. Due to recurrent episodes of pulmonary infection and inflammation, the lung parenchyma is destroyed with a consequent loss of lung function (about 50mL per year in FEV<sub>1</sub>)<sup>2,3</sup> and a decline in lung diffusing capacity (2.9% annual)<sup>4</sup>. Impaired lung function and reduced pulmonary gas exchange, associated with recurrent exacerbations, lead to dyspnea and tiredness, the most common symptoms in patients with BCQ<sup>5,6</sup>, which contribute to reduced exercise tolerance.

Laboratory tests with gas exchange measurements are the gold standard for assessing exercise capacity, but they are not easily available in clinical practice. In this context, walking tests, such as the six-minute walking test (6MWT) and the *shuttle walking* test (SWT) in incremental (ISWT) and endurance (ESWT) modalities, have been used to evaluate functional capacity in chronic respiratory disease because these tests are more representative of the demand required during daily life activities<sup>7</sup>. In addition, field walking tests are recommended as a complement to an incremental exercise test because they are more sensitive in detecting desaturation than the cycle ergometer test<sup>8,9</sup>.

Although BCQ is a chronic and debilitating disease, few studies use field tests to assess functional capacity in patients with BCQ. The ISWT overcomes the limitations assigned to the 6MWT by being a symptom-limited and externally paced test that does not depend on the patient's motivation or encouragement<sup>10</sup>. More importantly, the ISWT has a large variation in speed, from 1.12 mph to 5.3 mph, which is suitable for patients with different degrees of functional impairment. As chronic pulmonary diseases occur in a wide range of ages and determine different degrees of pulmonary dysfunction, in the last few years use of the ISWT for evaluating functional capacity in these patients has increased.

Although the ISWT had been used to correlate functional and health status<sup>11,12</sup>, and to assess responsiveness after interventions in BCQ

patients<sup>13,14</sup>, none of these previous studies have reported the reliability and validity of the ISWT in this population. Moreover, due to the similarity of symptoms and pulmonary impairment in relation to chronic obstructive pulmonary disease, the ISWT might also determine a greater desaturation compared with cycling in patients with BCQ.

Therefore, this study investigated three questions: (1) Is the ISWT reproducible in patients with BCQ? (2) Is the ISWT a valid test for measuring exercise capacity and physical activity in these patients? (3) Is exercise-induced desaturation higher on the ISWT than for cardiopulmonary exercise testing (CPET)?

## **METHODS**

### **Subjects**

Patients diagnosed with bronchiectasis confirmed with high-resolution computed tomography were recruited from the Obstructive Diseases Outpatient Clinic of the Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. The inclusion criteria were aged  $\geq 18$  years, clinical stability (no worsening of cough symptoms, increase in the volume or change in the purulence of sputum, dyspnea, and hemoptysis) in the 4 weeks before the patient enrolled in the study<sup>15</sup>. No patient had participated in a pulmonary rehabilitation program. Patients were excluded if they had other lung diseases (asthma, chronic obstructive pulmonary disease [COPD], cystic fibrosis, and pulmonary fibrosis), unstable heart diseases, smoking history  $\geq 10$  pack years, and inability to perform the tests due to musculoskeletal limitations. The Research Ethics Committees of the Universidade Nove de Julho and Universidade de São Paulo approved the study (Protocol 451538/11 and 0921/11, respectively). All the procedures and any associated risks were described in detail to the participants, and written informed consent was obtained.

## Protocol

All patients underwent body composition assessment. Then they performed spirometry, rated their level of dyspnea according to the Medical Research Council (MRC) scale<sup>16</sup>, and answered the Saint George Respiratory Questionnaire<sup>12</sup>. Afterwards, patients performed the cardiopulmonary exercise test on cycling. On another day (48h apart), patients performed the ISWT, and an accelerometer was given to the patients.

## Assessments

### Body composition

Body height was determined to the nearest 0.1 cm with subjects standing barefoot. Body weight was assessed with the beam scale to the nearest 0.1 kg, with subjects standing barefoot and in light clothing. BMI was calculated as weight/height ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). Fat-free mass was estimated with a body composition analyzer (Tanita BC-554, Tanita Corporation of America, Inc, Arlington Heights, IL).

### Spirometry

Spirometry was performed using the CPF System™ (Medical Graphics Corporation – MGC, St Paul, MN) with the airflow measured with a calibrated pneumotachograph. The tests were performed according to recommendations of the American Thoracic Society/European Respiratory Society<sup>17</sup>. The forced vital capacity and forced expiratory volume values in the first second were compared with those predicted for the Brazilian population<sup>18</sup>.

### **Cardiopulmonary exercise testing**

The maximal incremental cycle ergometer test was carried out on an electromagnetically braked cycle ergometer (Corival, LODE B.V. Medical Technology Groningen, the Netherlands) with gas exchange and ventilatory variables analyzed breath-by-breath (Medical Graphics Corporation-MGC, St. Paul, MO, USA). After 2 min at rest and then 2 min pedaling in freewheel, the power (W) was continuously increased in a linear "ramp" pattern (1 to 20 W/min). The following data were obtained: pulmonary oxygen uptake ( $VO_2$ , mL/min), pulmonary carbon dioxide production ( $VCO_2$ , L/min), minute ventilation (VE, L/min), tidal volume (VT, L), respiratory rate (RR, respirations per min); ventilatory equivalent for  $O_2$  and  $CO_2$  (VE/ $VO_2$  and VE/ $VCO_2$ , respectively), and end tidal partial pressures of  $O_2$  and  $CO_2$  (PET $O_2$  and PET $CO_2$ , mmHg). ECG tracings and heart rate cardiac (HR) were recorded continuously, and oxygen pulse ( $VO_2/HR$ ) was calculated. Oxyhemoglobin saturation ( $SpO_2$ ) was measured with pulse oximetry (OhmedaBiox 3740, USA). Change in  $SpO_2$  between rest and exercising  $\geq 4$  was considered desaturation<sup>19</sup>. Blood pressure (BP) was measured at rest and every 2 min of exercise. The average  $VO_2$  for the last 15 s of the ramp represented the subject's peak  $VO_2$ . Subjects were asked to rate dyspnea and leg fatigue at exercise cessation by using the 0–10 Borg category-ratio scale<sup>20</sup>.

### **Incremental shuttle walking test**

The tests were conducted in an unobstructed and quiet 10-m corridor. Two ISWT were performed with at least 30 min of rest in between. The walking speed was dictated by an audio signal, started at 0.5 m/s, and progressively increased 0.17 m/s every minute according to the triple beep<sup>10</sup>. The tests were ended by the patient due to dyspnea and/or fatigue or by the physiotherapist if the patient was unable to complete the shuttle at the time of the audio signal for the second time. Heart rate (HR), saturation ( $SpO_2$ ) measured by pulse oximetry (9500, Nonin, Plymouth, Minnesota), arterial blood pressure, perception of effort for dyspnea, and leg fatigue (modified Borg scale)<sup>20</sup> were

assessed before and immediately after the test was interrupted. The distance walked was expressed in meters and in predicted values<sup>21</sup>. The test with the longest distance walked was used for correlation with the CPET and the number of steps recorded by the pedometer.

### **Assessment of daily physical activity**

Daily physical activity (DPA) was assessed with an accelerometer (Yamax Power Walker, model PW-610, Tokyo, Japan). The patients received the accelerometer and were instructed to use it in a pocket for 3 consecutive days during the week and then to return to our laboratory with the device. To calculate the average step length, patients were asked to perform 10 steps at their own pace; then the distance walked was registered and divided by 10. The patients were instructed not to change their DPA behavior on the days when they used the device. The apparatus measures the total number of steps (TNS) and the number of steps and duration of activities performed at aerobic exercise (power walk mode). In the power walk mode, the number of steps performed at a rate equal to or higher than 110 steps per min is quantified, which is similar to aerobic exercise at moderate to vigorous intensity. The patients were instructed to attach the apparatus in the morning and use the device throughout the day, removing the device only to shower and sleep. At the end of each day, the patients were directed to collect the moderate intensity physical activity data.

### **STATISTICAL ANALYSIS**

We performed statistical analysis using SPSS for Windows version 13.0 (SPSS, Chicago, IL). The Shapiro-Wilk test was used to verify the adherence of the data distribution to a normal curve. As the data presented a non-parametric distribution, the data were expressed as the median (interquartile range 25%-75%). Comparisons of the baseline characteristics between men and women were made with the Mann-Whitney test, which was also used for comparisons between the farthest distance walked between genders. The intra-class correlation coefficient (ICC) was used to verify the reproducibility of the ISWT.

Agreement between the two ISWTs was evaluated with the Bland-Altman procedure. Correlations between the distance walked and variables at the CPET (peak VO<sub>2</sub> and peak workload) and daily physical activity (number of steps) were analyzed with Spearman's correlation. A chi-square (Fisher's exact) test was used to evaluate the association between desaturation and the tests (the best ISWT and CPET). The probability of a type I error was set at 5% (P < 0.05).

## RESULTS

Sixty-eight patients were consecutively recruited. Eight patients were excluded: one because he used to run half marathons, one was smoker, three did not complete all evaluations, one had severe kyphoscoliosis, one was pneumectomized, and one had severe heart disease. Then, the study group comprised 60 patients. The majority (65%) of the patients presented an obstructive pattern, 30% presented a restrictive pattern, and the remainder (n = 5) showed a normal pattern in the spirometry. There was a predominance of women in the sample studied. The pulmonary gas exchange was not performed in 13 patients (male = 4 and female = 9) during the CPET because they received oxygen supplementation at rest. The characteristics of the subjects are summarized in Table 1.

Table 1 – Characteristics of the subjects.

Variables	Total group (n = 60)	Male (M) (n = 22)	Female (F) (n = 38)	p-value M vs. F
Age (yrs)	46 (35-55)	38 (30-48)	50 (38-58)	0.007
Height (m)	1.59 (1.52-1.65)	1.67 (1.63-1.71)	1.55 (1.50-1.58)	<0.0001
Weight (kg)	62 (52-75)	60 (51-79)	63 (54-74)	0.662
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	25 (21-30)	21 (18-29)	27 (23-31)	0.007
FFMi (kg/m <sup>2</sup> )	16.3 (15.4-17.9)	17.1 (15.7-18.9)	16.1 (15.1-17.6)	0.107
FVC (L)	1.8 (2.2-3.0)	3.1 (2.3-3.4)	1.9 (1.6-2.5)	<0.0001
FVC (% pred)	71 (55-80)	74 (50-82)	67 (56-79)	0.407
FEV <sub>1</sub> (L)	1.4 (0.96-1.95)	1.7 (1.17-2.3)	1.3 (0.9-1.7)	0.032
FEV <sub>1</sub> (% pred)	52 (39-68)	51 (34-66)	54 (42-75)	0.149
FEV <sub>1</sub> /FVC	66 (54-78)	60 (47-67)	68 (58-78)	0.058
MRC	2 (2 – 3)	2 (1-3)	3 (2-3.25)	0.014
No. of steps/day	9,411 (6,195-12,980)	13,230 (3,609-16,529)	8,794 (6,211-11,525)	0.073
No. of steps ≥ 110/min	3,590 (2,187-5,780)	4,713 (1627-7951)	3,278 (2,296-5158)	0.137
Workload (watts)	70 (49-98)	101 (66-128)	57 (45-80)	< 0.001
Workload (% pred)	66 (46-82)	66.5 (42.5-84.3)	64.5 (46-78.5)	0.896

Peak VO <sub>2</sub> (ml/kg/min) <sup>§</sup>	16 (14-19)	19 (15-26)	15 (13-18)	0.001
Peak VO <sub>2</sub> (% pred) <sup>§</sup>	62 (52-69)	63.5 (44.8-72.3)	62 (57-66.5)	0.810

Data are expressed as median (interquartile range 25-75%). BMI: body mass index; FVC: forced vital capacity; FFMi: fat free mass index; FEV<sub>1</sub>: forced expiratory volume in the first second; MRC: Medical Research Council scale; SGRQ: Saint George's Respiratory; <sup>§</sup>n= 47.

All patients were able to perform two ISWTs on the same day. The majority of patients ( $n = 30$ ) performed the best during the ISWT-2, 20 patients during the ISWT-1, and 10 patients walked the same distance during both ISWTs. In both tests, the distance walked ranged from 190m to 940m. There was no difference for the cardiovascular variables (heart rate, systolic and diastolic blood pressure),  $\text{SpO}_2$ , and symptoms (dyspnea and leg fatigue) between both tests at rest. The same was observed for the variables at the peak of exercise (Table 2). More distance was walked by men [515m (439-672)] compared with women [383m (319-471)] ( $P = 0.002$ ) corresponding to 48% (41-58) and 56% (50-62) of the predicted values, respectively.

Table 2- Data at the peak of the two incremental *shuttle walking* test.

Variables	ISWT-1	ISWT-2	ICC (95%IC)*
Distance (m)	430 (333-525)	440 (340-535)	0.995 (0.99-0.997)
HR (bpm)	137 (121-143)	134 (119-147)	0.95 (0.91-0.97)
% HR max (%)	79 (72-83)	77 (70-83)	0.93 (0.89-0.96)
$\text{SpO}_2$ (%)	93 (90-95)	93 (89-95)	0.92 (0.87-0.95)
$\Delta\text{SpO}_2$ (%)	-3 (-5.75 - -2)	-3 (-6 - -1)	0.90 (0.84-0.94)
SBP (mmHg)	130 (120-150)	130 (120-150)	0.83 (0.70-0.89)
DBP (mmHg)	70 (70-80)	70 (60-80)	0.88 (0.80-0.93)
Borg Dyspnea	4 (2-5)	3 (2-5)	0.91 (0.84-0.94)
Borg Fatigue	4 (1.25-5)	3 (1.25-4.75)	0.91 (0.84-0.95)

\* $P < 0.001$ .

The Bland and Altman plot shows that patients walked the farthest distance during the second test represented by a negative average difference (-3.9m) (Figure 1). The limits of agreement ranged from -45m to 37m.

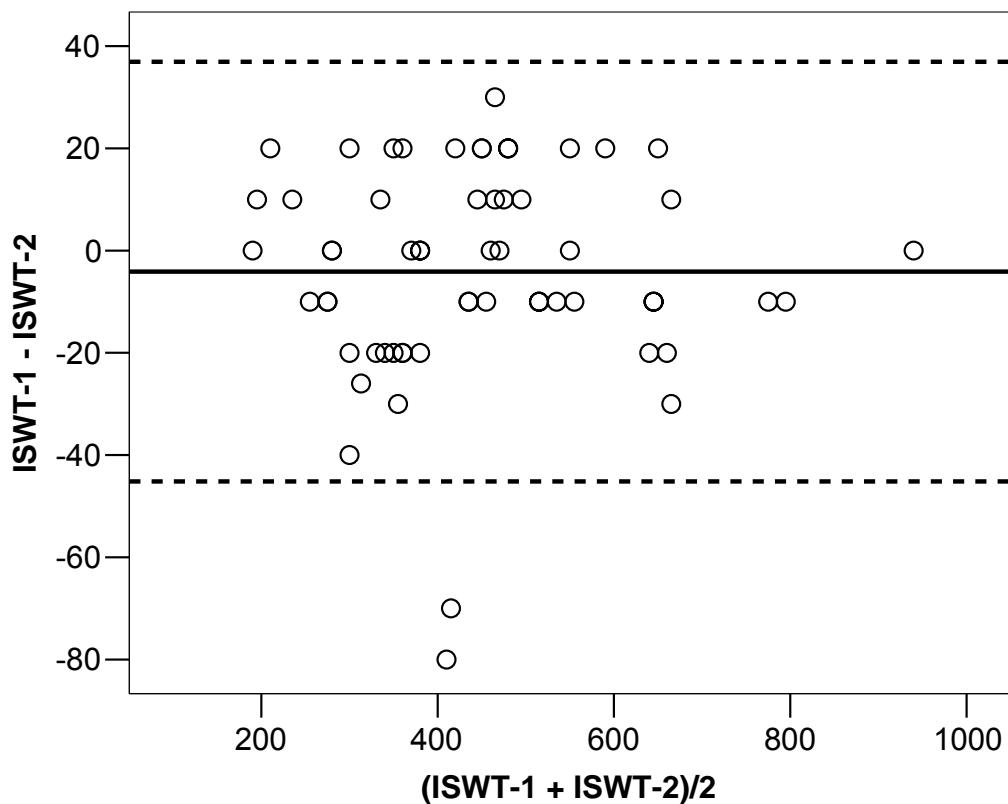


Figure 1 – A Bland & Altman plot of the between-test difference in the distance walked in patients with BCQ. The solid horizontal line represents the mean bias. The dashed horizontal lines represent the lower and upper limits of agreement.

There were significant correlations between the distance walked during the best ISWT and workload, peak  $VO_2$ , and total number of steps (Figure 2), and negatively with the MRC scale ( $r = -0.67$ ,  $P < 0.001$ ).

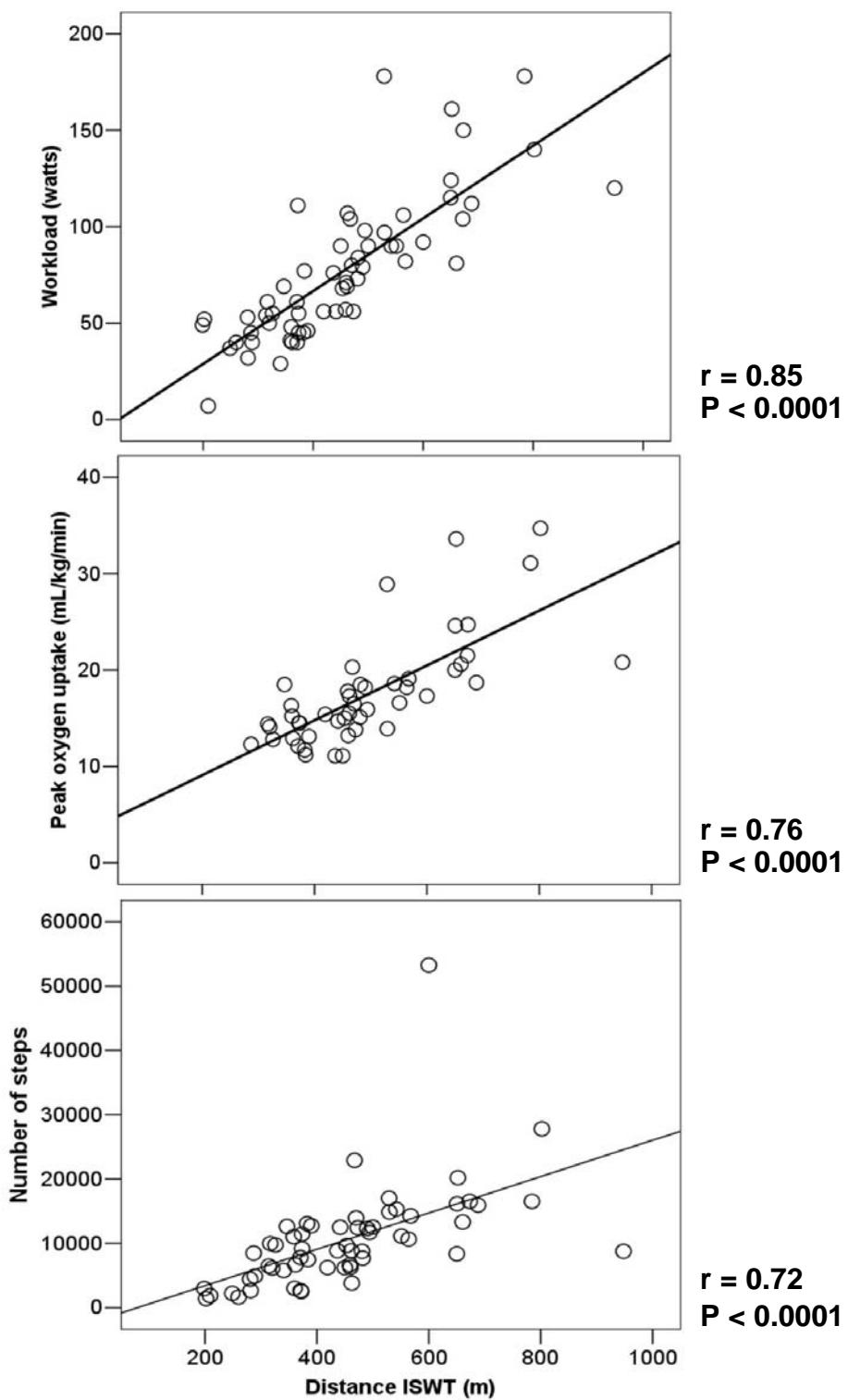


Figure 2- Correlation between distance at ISWT and workload (A), peak  $\text{VO}_2$  (B), and number of steps (C).

Thirteen out of 60 patients performed the walking tests with oxygen supplementation, and the same amount was used during the two ISWTs and the CPET. Higher desaturation was observed during the ISWT (-3 [-5.75 - -1]

than cycling -1 [-3 – 0];  $P <0.0001$ ). Twenty-three percent of the patients presented desaturation on the ISWT but not during the CPET ( $P = 0.021$ ).

## DISCUSSION

This study shows that the ISWT is reproducible, is a valid test for quantifying exercise capacity and daily physical activity, and is more sensitive than the CPET for detecting oxygen desaturation in patients with BCQ.

A surprising paucity of studies has assessed functional capacity in patients with BCQ. The ISWT was the field test of choice in the majority of the studies that have assessed that aspect in this population<sup>11-14</sup>. Interestingly, the ISWT reproducibility and/or validity has been tested in chronic obstructive pulmonary disease<sup>10</sup>, cystic fibrosis<sup>22</sup>, pacemakers<sup>23</sup>, advanced cancer<sup>24</sup>, and fibrotic interstitial pneumonia<sup>25</sup> but not in bronchiectasis. With the growing interest in pulmonary rehabilitation in other chronic lung diseases as BCQ<sup>26</sup>, it is crucial to know the within-subject reproducibility of the ISWT to correctly interpret the impact of interventions on functional capacity when using this test.

On average, patients increased the distance they walked during the second ISWT by 10m, which represented a 2% improvement in relation to the first test. In the Bland and Altman analysis, the mean bias was close to zero (-3.9m), which was much lower than that observed between the first and second trials of the ISWT (-31m) in the study that described the ISWT for the first time in patients with COPD<sup>10</sup>, but higher compared with patients with cystic fibrosis (0m)<sup>22</sup>; however, the 95% confidence intervals (CIs) of the differences were similar among the studies (-45m to 37m, -49m to 13m, and -40m to 40m, respectively). Additionally, the test-retest reliability of the distance walked (Table 2) was quite similar to that recently reported involving patients with COPD with age less than 70 years [0.93(0.89-0.96)]<sup>27</sup>. Then, there was a small learning effect for the ISWT in our patients with BCQ. The smaller variability in the ISWT can be attributed to an externally-paced characteristic that overcomes the motivation limitations possibly present in self-paced tests such as the 6MWT whose learning effect varies from 2.6% to 22%<sup>28</sup>. The limits of agreement for the distance walked during the present study (-45m to 37m) are below the minimum important change recently recommended for the ISWT in patients with COPD (47.5m)<sup>29</sup>. Taking into consideration that the variability of the ISWT was

less than the clinically important change established for COPD, a disease with symptoms common to BCQ, and that 50% of the patients had already performed best during the first ISWT (20 patients on the first ISWT and 10 patients walked the same distance during the two ISWTs), we believe that the best performance can be achieved when two tests are undertaken on the same day in patients with BCQ. However, Figure 2 shows that two patients exceeded the distance considered clinically important for the ISWT. In these specific cases, we could have conducted a third ISWT to have at least two tests reproducible, i.e., with a difference of less than 47.5m between them.

We tested the validity of the ISWT as a measure of exercise capacity by contrasting the distance walked with the main outcomes from maximal cardiopulmonary exercise testing on a cycle ergometer (maximum workload and peak  $\text{VO}_2$ ) and with physical activity (total number of steps). The literature is replete with studies assessing correlations among the 6MWT, the ISWT, and the CPET, but in patients with COPD. To the best of our knowledge, the present study is the first to verify the strength of association of the main outcomes for the ISWT and the CPET, distance walked, and peak watts, in patients with BCQ. The higher values for the distance walked represents a better performance on the ISWT, which in turn is related to a better performance on the CPET (maximum workload) ( $r = 0.85$ ; Figure 2A). A similar correlation was found by Turner et al when they correlated the peak workload on the CPET with the distance walked (ISWT) in patients with COPD ( $r = 0.79$ )<sup>9</sup>. A recent study showed, with COPD patients, a higher correlation between the distance walked on the ISWT than on the 6MWT with the peak workload on the CPET ( $r = 0.75$  and  $r = 0.63$ , respectively)<sup>30</sup> probably due to the similar features between the ISWT and the CPET (incremental profile).

The strength of association between the distance walked and peak  $\text{VO}_2$  in the present study ( $r = 0.76$ ) was less to that found in patients with COPD when the distance walked during the ISWT was correlated with the peak  $\text{VO}_2$  obtained from a treadmill test ( $r = 0.88$ ) and with the  $\text{VO}_2$  measured during the ISWT ( $r = 0.81$ )<sup>31</sup>. This result was expected since the more distance walked on an incremental walking test the greater the aerobic capacity. Despite differences in age (older in our study), the aerobic capacity (peak  $\text{VO}_2$ ) was similar between the patients in the present study and the patients with COPD in

Singh's study<sup>31</sup> (62% of predicted and 66.2% of predicted, respectively), which could explain the equivalent correlation coefficients. In adults with cystic fibrosis, the relationship between the distance walked and directly measured peak VO<sub>2</sub> during a treadmill test was stronger ( $r = 0.95$ )<sup>32</sup>. However, the patients were younger ( $25 \pm 7$  yrs), the majority of patients (14 out of 20 patients) walked more than 800m on the ISWT, and the patients had a high peak VO<sub>2</sub> ( $32.85 \pm 10.36$  mL/Kg/min, 74% of predicted). In addition, the treadmill protocol chosen by Bradley et al for comparison with the ISWT was very intense (12% inclination at a speed of 3 to 4 mph) providing a close correlation between the distance walked and oxygen uptake.

The objective quantification of physical activity has been increasingly incorporated in assessing patients with cardiopulmonary diseases. However, daily physical activity has never been assessed in patients with BCQ and contrasted with a field-based test. In clinical practice, the number of steps per day is one of the most commonly outcomes used for measuring a patient's level of physical activity in daily life. For this purpose, we used a pedometer recently validated in patients with COPD<sup>33</sup>. The relationship between the number of steps obtained from a pedometer and the distance walked during the ISWT ( $r = 0.72$ ) is consistent with the correlation observed between the 6MWT and the walking time measured with a triaxial accelerometer in patients with COPD ( $r = 0.76$ )<sup>34</sup>. Then, in patients with BCQ, higher levels of daily physical activity are associated with better functional capacity, which is represented by the largest distance values walked during the ISWT. However, patients with BCQ may experience disabling dyspnea that could compromise their ability to perform activities of daily living. This assumption is supported by the negative correlation found between the MRC scale and the ISWT in the present study.

Another finding demonstrated for the first time in patients with BCQ is that the ISWT is more sensitive than maximal incremental cycle testing in detecting oxygen desaturation. This phenomenon has already been described in patients with COPD during walking compared with cycling<sup>8,9,35-36</sup>. The magnitude of the difference in desaturation (resting SpO<sub>2</sub> – exercising SpO<sub>2</sub>) between walking and cycling in patients with COPD is greater ( $\approx 7\%$ )<sup>8,9</sup> than that observed in our study (= 2%), probably because the lung diffusing capacity for carbon monoxide (DLCO) in patients with bronchiectasis has been reported

as normal except in the most severe disease<sup>4</sup>. However, the percentage of our patients who presented desaturation only during the ISWT is equivalent to that shown by patients with COPD8 (23% and 28%, respectively). We have not measured the pulmonary gas exchange parameters during the ISWT to determine which mechanisms would contribute to differences in desaturation compared to cycling. Hence, based on previous studies, two main mechanisms should be emphasized: differences in the amount of muscle mass involved in executing the tests and ventilatory demand, both superior during walking, determining a lower mixed venous oxygen saturation in the ISWT.

### **Implications of the study**

Although the ISWT has been used in patients with BCQ, the reproducibility of the test has never been analyzed in this population. Based on our data, there is a learning effect, but the magnitude is small when compared to that described for the 6MWT in patients with COPD. Then, two tests performed on the same day are sufficient to ensure the best performance on the ISWT. However, we suggest that a third test be performed when the difference between the two first tests exceeds the clinically important difference (47.5m). The high strength of association between the distance walked with variables from the CPET and physical activity in daily life allow us to affirm that the ISWT is representative of exercise capacity and functional status in patients with BCQ. Since a subgroup of patients presented with desaturation only during the ISWT, the ISWT should be used as a complement of the CPET to obtain a complete evaluation of the exercise capacity.

### **Limitations**

We did not measure the pulmonary gas exchange during the ISWT. Future studies correlating the distance walked with the peak  $VO_2$  measured on the ISWT should be conducted to substantiate this test as an objective measure of the cardiopulmonary capacity in patients with BCQ. We used only the number of steps as an outcome of physical activity in daily life. Future studies are necessary to evaluate the duration, intensity, and amount of daily physical activity in these patients.

In conclusion, the ISWT is reproducible, represents functional capacity, and induces greater desaturation in patients with BCQ.

### **Conflict of interest**

All authors have no conflicts of interest with any companies or organizations whose products or services may have influenced this study or manuscript.

### **References**

- 1- O'Donnell A. Bronchiectasis. *Chest* 2008;134:815-823.
- 2- Nicotra MB, Rivera M, Dale AM, et al. Clinical, pathophysiologic and microbiologic characterization of bronchiectasis in an aging cohort. *Chest* 1995;108:955–956.
- 3- King PT, Holdsworth SR, Freezer NJ, et al. Outcome in adult bronchiectasis. *COPD* 2005;2:27–34.
- 4- King PT, Holdsworth SR, Freezer NJ, Villanueva E, Farmer MW, Guy P, Holmes PW. Lung diffusing capacity in adult bronchiectasis: a longitudinal study. *Respir Care* 2010;55(12):1686-1692.
- 5- Neves PC, Guerra M, Ponce P, Miranda J, Vouga L. State of the art – Pulmonary non-cystic fibrosis bronchiectasis. *Interact CardioVasc Thorac Surg* 2011;13:619-625.
- 6- King PT, Holdsworth SR, Freezer NJ, Villanueva E, Holmes PW. Characterization of the onset and presenting clinical features of adult bronchiectasis. *Respir Med* 2006;100(12):2183-9.
- 7- Guyatt GH, Thompson PJ, Berman LB, et al. How should we measure function in patients with chronic heart and lung disease? *J Chronic Dis* 1985;38:517–524.
- 8- Poulain M, Durand F, Palomba B, Ceugniet F, Desplan J, Varray A, Prefaut C: 6-minute walk testing is more sensitive than maximal incremental cycle testing for detecting oxygen desaturation in patients with COPD. *Chest* 2003;123: 1401–1407.
- 9- Turner SE, Eastwood PR, Cecins NM, Hillman DL, Jenkins SC. Physiological responses to incremental and self-paced exercise in COPD. A comparison of three tests. *Chest* 2004;126:766-773.

- 10- 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;47:1019-1024.
- 11- O'Leary CJ, Wilson CB, Hansell DM, Cole PJ, Wilson R, Jones PW. Relationship between psychological well-being and lung health status in patients with bronchiectasis. *Resp Med* 2002;96:686-692.
- 12- Wilson CB, Jones PW, O'leary CJ, Cole PJ, Wilson R. Validation of the St. George's respiratory questionnaire in bronchiectasis. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;156:536-541.
- 13- Newall C, Stockley RA, Hill SL. Exercise training and inspiratory muscle training in patients with bronchiectasis. *Thorax* 2005;60:943-948.
- 14- Lee AL, Cecins N, Hill CJ, Holland AE, Rautela L, Stirling RG, Thompson PJ, McDonald CF, Jenkins S. The effects of pulmonary rehabilitation in patients with non-cystic fibrosis bronchiectasis: protocol for a randomised controlled trial. *BMC Pulmonary Medicine* 2010;10(5):1-7.
- 15- Chang AB, Bilton D. Exacerbations in cystic fibrosis: 4 - Non-cystic fibrosis bronchiectasis. *Thorax* 2008;63:269-276.
- 16- Bestall JC, Paul EA, Garrod R, Garnham R, Jones PW, Wedzicha JA. Usefulness of the Medical Research Council (MRC) dyspnoea scale as a measure of disability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 1999;54(7):581-6.
- 17- Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, Crapo R, Enright P, van der Grinten CP, Gustafsson P, Jensen R, Johnson DC, MacIntyre N, McKay R, Navajas D, Pedersen OF, Pellegrino R, Viegi G, Wanger J. ATS/ERS Task Force. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J* 2005;26(2):319-38.
- 18- Pereira CAC, Barreto SP, Simões JG. Valores de referência para espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. *J Pneumol* 1992;18(1):10-22.
- 19- Hadeli KO, Siegel EM, Sherrill DL, Beck KC, Enright PL. Predictors of oxygen desaturation during submaximal exercise in 8,000 patients. *Chest* 2001;120(1):88-92.

- 20- Wilson RC, Jones PW. A comparison of the visual analogue scale and modified Borg scale for the measurement of dyspnoea during exercise. *Clin Sci* 1989;76(3):277-82.
- 21- Probst VS, Hernandes NA, Teixeira DC, Felcar JM, Mesquita RB, Gonçalves CG, Hayashi D, Singh S, Pitta F. Reference values for the incremental shuttle walking test. *Respir Med* 2012;106(2):243-248.
- 22- Bradley J, Howard J, Wallace E, Elborn S. Reliability, repeatability, and sensitivity of the modified shuttle test in adult cystic fibrosis. *Chest* 2000;117:1666–1671.
- 23- Payne GE, Skehan D. Shuttle walking test: a new approach for evaluating patients with pacemakers. *Heart* 1996;75:414-418.
- 24- Booth S, Adams L. The shuttle walking test: a reproducible method for evaluating the impact of shortness of breath on functional capacity in patients with advanced cancer. *Thorax* 2001;56:146-150.
- 25- Eaton T, Young P, Milne D, Wells AU. Six-minute walk, maximal exercise tests. Reproducibility in fibrotic interstitial pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med* 2005;171:1150–1157.
- 26- Ries AL, Bauldoff GS, Carlin BW, Casaburi R, Emery CF, Mahler DA, Make B, Rochester CL, ZuWallack R, Herreras C. Pulmonary Rehabilitation - Joint ACCP/AACVPR Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest* 2007;131:4S–42S.
- 27- Campos LA, Chilingaryan G, Berg K, Paradis B, Mazer B. Validity and reliability of the modified shuttle walking test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87:918-922.
- 28- Hernandes NA, Wouters EFM, Meijer K, Annegarn J, Pitta F, Spruit MA. Reproducibility of 6-minute walking test in patients with COPD. *Eur Respir J* 2011; 38:261-267.
- 29- Singh SJ, Jones PW, Evans R, Morgan MD. Minimum clinically important improvement for the incremental shuttle walking test. *Thorax* 2008;63(9):775-777.
- 30- Luxton N, Alison JA, Wu J, Mackey MG. Relationship between field walking tests and incremental cycle ergometry in COPD. *Respirology* 2008;13(6):856-62.

- 31- Singh SJ, Morgan MDL, Hardman AE, Rowe C, Bardsley PA. Comparison of oxygen uptake during a conventional treadmill test and shuttle walking test in chronic airflow limitation. *Eur Respir J* 1994;7:2016-2020.
- 32- Bradley J, Howard J, Wallace E, Elborn S. Validity of a modified shuttle test in adult cystic fibrosis. *Thorax* 1999;54:437-439.
- 33- Sant'anna T, Escobar VC, Fontana AD, Camillo CA, Hernandes NA, Pitta F. Evaluation of a new motion sensor in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil* 2012 Jun 15. [Epub ahead of print]
- 34- Pitta F, Troosters T, Spruit MA, Probst VS, Decramer M, Gosselink R. Characteristics of physical activities in daily life in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2005;171(9):972-977.
- 35- Cockcroft A, Beaumont A, Adams L, Guz A. Arterial oxygen desaturation during treadmill and bicycle exercise in patients with chronic obstructive airways disease. *Clin Sci* 1985;68(3):327-32.
- 36- Palange P, Forte S, Onorati P, Manfredi F, Serra P, Carbone S. Ventilatory and metabolic adaptations to walking and cycling in patients with COPD. *J Appl Physiol* 2000;88:1715-1720.

#### **4.3 – Artigo 3**

#### **Capacidade física, função muscular, atividade física na vida diária e qualidade de vida em pacientes com bronquiectasia**

Neste estudo constatamos que os pacientes com bronquiectasia apresentam redução da capacidade de exercício, da força muscular de quadríceps femoral e da atividade física na vida diária. Adicionalmente, há comprometimento da qualidade de vida relacionada à saúde.

## **Artigo 3**

### **Título:**

**Capacidade física, função muscular periférica, atividade física na vida diária e qualidade de vida em pacientes com bronquiectasia**

### **Título abreviado:**

Capacidade funcional na bronquiectasia

### **Autores:**

Anderson Alves de Camargo<sup>1</sup>, Tatiane Soares Amaral<sup>1</sup>, Rodrigo Abensur Athanazio<sup>2</sup>, Samia Zahi Rached<sup>2</sup>, Fernanda de Córdoba Lanza<sup>1</sup>, Dirceu Costa<sup>1</sup>, Celso Ricardo Fernandes de Carvalho<sup>3</sup>, Alberto Cuckier<sup>2</sup>, Rafael Stelmach<sup>2</sup>, Simone Dal Corso<sup>1</sup>

### **Afiliação**

1-Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brasil

2- Instituto do Coração, Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - InCor/HC-FMUSP - São Paulo (SP) Brasil

3- Departamento de Fisioterapia, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil

Autor para correspondência: Simone Dal Corso

Av. Francisco Matarazzo, 612 – 1º andar

Bairro Água Branca, São Paulo, Brasil

CEP 05001-100

Tel: 55 11 3665-9748

Fax: 55 11 3665-9325

## RESUMO

**Introdução:** Os efeitos extrapulmonares da bronquiectasia (BCQ) são pouco estudados. **Objetivos:** A proposta deste estudo foi avaliar a capacidade de exercício, função muscular periférica, atividade física na vida diária e a qualidade de vida em pacientes com BCQ e, secundariamente, avaliar os determinantes da capacidade física nesta população. **Métodos:** Oitenta pacientes (50 mulheres) com diagnóstico de BCQ e 30 voluntários (18 mulheres), pareados por gênero e idade (grupo controle, GC) foram recrutados. Os indivíduos realizaram as seguintes avaliações: contração isométrica voluntária máxima (CIVM) e submáxima (endurance) do bíceps braquial (BB) e quadríceps femoral (QF), *shuttle walking* teste incremental (SWTI), teste de exercício cardiopulmonar máximo em cicloergômetro, questionários de qualidade de vida (QQV) e de dispneia (*Medical Research Council*, MRC). O número de passos/dia (NP/dia) foi determinado por pedômetro. **Resultados:** Em relação ao grupo controle, os pacientes apresentaram redução significante da capacidade aeróbia ( $VO_2$ :  $81 \pm 15\%$  e  $63 \pm 13\%$  do previsto), da capacidade funcional (distância SWTI:  $73 \pm 15\%$  e  $52 \pm 13\%$  do previsto) e da CIVM QF ( $26 \pm 11$  Kg e  $22 \pm 10$  Kg). Menores valores de NP/dia foram observados nos pacientes em relação aos controles ( $9.526 \pm 5.843$  e  $12.009 \pm 6.031$ ,  $P = 0,052$ ). Baixos escores foram observados nos QVQ nos bronquiectásicos. Os determinantes da capacidade aeróbia e funcional foram os parâmetros relacionados à função pulmonar, estado nutricional, gênero, NP/dia e dispneia (MRC). **Conclusão:** Os pacientes com BCQ apresentam redução da capacidade de exercício, da força muscular do QF e da atividade física na vida diária, além de comprometimento da qualidade de vida relacionada à saúde.

**Palavras-chave:** bronquiectasia, capacidade de exercício, shuttle walking test

## ABSTRACT

Introduction: Extrapulmonary effects of bronchiectasis (BCQ) are poorly studied in the literature. Objective: To evaluate the exercise capacity, peripheral muscle function, physical activity in daily life and the quality of life in patients with BCQ and, secondarily, to evaluate the determinants of physical capacity in this population. Methods: Eighty patients (50 women) with a diagnosis of BCQ and 30 volunteers (18 women), matched by gender and age (control group, CG) were recruited. Subjects underwent the following assessments: maximum voluntary contraction (MVC) of the biceps brachii (BB) and quadriceps femoris (QF), incremental *shuttle walking* test (ISWT), maximum cardiopulmonary exercise test on cycle ergometer, quality of life questionnaires (QQV) and dyspnea (Medical Research Council, MRC). Number of steps/day (NS/day) was determined by a pedometer. Results: Compared with the CG, patients showed significant reduction of the aerobic capacity ( $VO_2$ :  $81 \pm 15$  and  $63 \pm 13$  % of predict), functional capacity (ISWT distance:  $73 \pm 15$  and  $52 \pm 13$  % of predict) and MVC QF ( $26 \pm 11$  Kg and  $22 \pm 10$  Kg). Lower values of NS/day have been observed in patients when compared to CG ( $9,526 \pm 5,843$  and  $12,009 \pm 6,031$ ;  $P \pm 0.052$ ). Low scores were observed in QSV in patients with BCQ. The determinants of the aerobic capacity and functional were related to pulmonary function, nutritional status, gender, NS/day and dyspnea (MRC). Conclusion: Patients with BCQ show reduced exercise capacity, muscle strength of the QF and physical activity in daily life, and impairment of health-related quality of life.

**Key words:** Bronchiectasis, capacity exercise, shuttle walking test

## INTRODUÇÃO

A bronquiectasia (BCQ) é uma doença crônica caracterizada pela dilatação permanente dos brônquios, acompanhada por alterações inflamatórias nas suas paredes e no parênquima pulmonar adjacente<sup>1</sup>. A BCQ usualmente determina um padrão de limitação ao fluxo aéreo na espirometria; por outro lado, leva à destruição do tecido parenquimatoso adjacente, resultante do processo inflamatório crônico, com consequente tecido cicatricial (fibrose) e redução do volume alveolar<sup>2</sup>. Outro efeito da BCQ na função pulmonar é a redução da capacidade de difusão pulmonar<sup>2</sup>.

Apesar de ser uma doença crônica e debilitante, a avaliação da capacidade aeróbia tem sido subestimada em pacientes adultos com BCQ. Apenas dois estudos avaliaram a capacidade de exercício nesses pacientes por meio do consumo de oxigênio ( $VO_2$ )<sup>3</sup> e carga máxima atingida em um teste incremental<sup>4</sup>. O estudo de Newall et al é o único a registrar o  $VO_2$  no pico do exercício, não demonstrando redução da capacidade aeróbia, que em média, correspondeu a 86% do previsto. Entretanto, seu objetivo primário foi avaliar os efeitos do treinamento físico associado ao treinamento muscular respiratório na tolerância ao exercício e a amostra estudada foi de apenas 32 pacientes<sup>3</sup>. A ausência de um grupo controle no estudo de Koulouris et al não nos permite avaliar se a carga de  $77\pm17\%$  do previsto, atingida no teste cardiopulmonar máximo, pode ser considerada redução da capacidade de exercício<sup>4</sup>.

O tratamento farmacológico da BCQ engloba o uso de broncodilatadores, antibioticoterapia e, na exacerbão, os corticoesteroides<sup>5-6</sup>. Esta última opção terapêutica, apesar de possuir uma potente ação anti-inflamatória, reduz a massa muscular por meio da inibição de síntese proteica<sup>7</sup>. Neste contexto, é possível que a fraqueza muscular seja uma manifestação extrapulmonar da BCQ. Adicionalmente, diversos estudos têm demonstrado um aumento de mediadores pró-inflamatórios e oxidativos em pacientes com BCQ<sup>8-10</sup>, o que poderia afetar negativamente a função muscular periférica.

Como acontece nas doenças respiratórias crônicas, a BCQ leva à piora progressiva da função pulmonar e dos sintomas, especialmente da dispneia e fadiga. Portanto, é possível que os pacientes com BCQ adotem um estilo de vida sedentário, que poderia resultar em redução da atividade física na vida

diária (AFVD). Embora seja plausível esta constatação, não há estudos que avaliaram objetivamente este desfecho em pacientes com BCQ.

Durante a condução de nosso estudo, uma recente publicação<sup>11</sup> demonstrou que a BCQ afeta a função muscular, a capacidade de exercício e o estado de saúde. No entanto, três aspectos devem ser considerados: a endurance muscular foi avaliada pelo número de agachamentos, o que pode ser influenciado por outros fatores que não apenas musculares; a capacidade de exercício foi avaliada pelo teste da caminhada de seis minutos e, embora os pacientes tenham percorrido uma distância menor do que o grupo controle, eles andaram cerca de 90% da distância prevista, o que não pode ser considerado redução da capacidade funcional<sup>12</sup> e, por fim, o estado de saúde foi avaliado pelo questionário que quantifica o impacto da tosse na qualidade de vida do paciente, sendo que este não é o único sintoma presente em pacientes com BCQ que pode afetar a qualidade de vida relacionada à saúde. O reduzido tamanho amostral, representado por 20 indivíduos (10 homens) no estudo de Ozalp et al<sup>11</sup> pode ter subestimado as manifestações extrapulmonares da BCQ.

Neste contexto, este estudo foi delineado para quantificar a capacidade de exercício, a função muscular periférica, a atividade física na vida diária e qualidade de vida em pacientes com BCQ em comparação com indivíduos saudáveis e, secundariamente, avaliar os determinantes da capacidade de exercício nesses pacientes.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

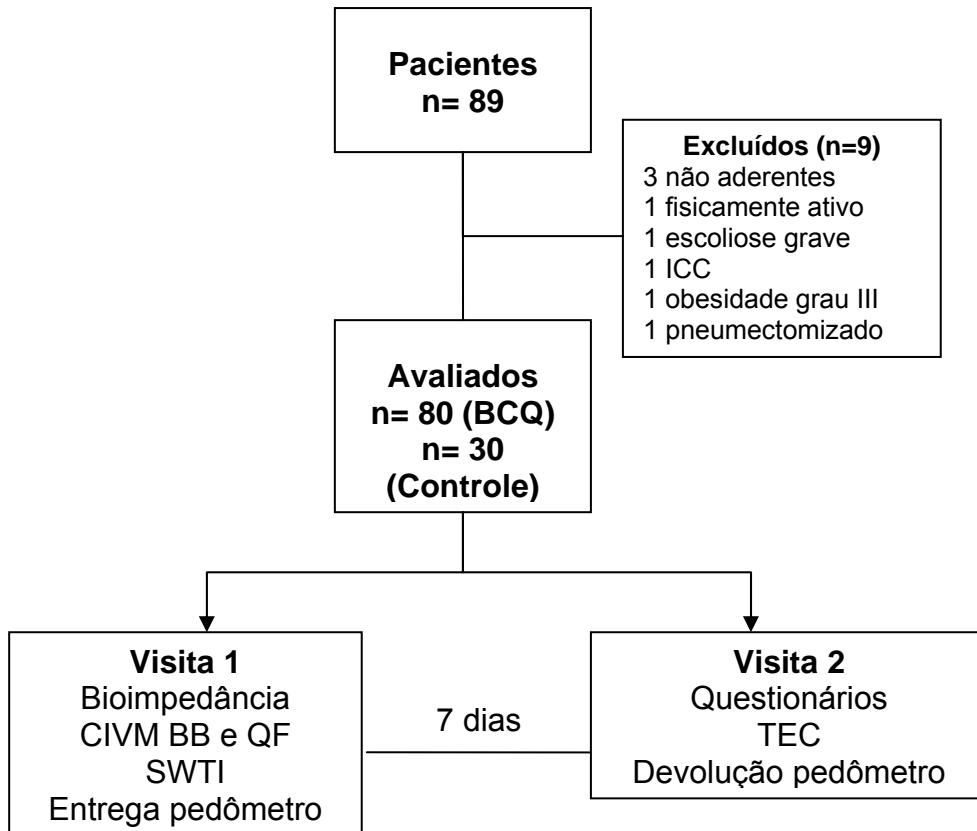
### **Amostra**

Os pacientes foram recrutados do Ambulatório de Doenças Obstrutivas do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP) com diagnóstico clínico<sup>13</sup> e/ou tomográfico<sup>14</sup> de BCQ, com idade  $\geq 18$  anos e estáveis clinicamente nas quatro semanas prévias ao estudo (sem mudanças nos sintomas de tosse, dispneia e ausência de modificação na terapêutica medicamentosa)<sup>15</sup>. O grupo controle foi pareado por gênero e idade e foi constituído a partir de uma amostra de conveniência, recrutados entre os estudantes e funcionários de nossa universidade e seus familiares. Foram

excluídos de ambos os grupos, indivíduos tabagistas ou com história tabágica  $\geq$  10 anos-maço, incapazes de realizar as avaliações por limitações músculo-esqueléticas e com obesidade mórbida ( $IMC \geq 40 \text{ kg/m}^2$ ). Adicionalmente, no grupo bronquiectásico, pacientes com outras doenças pulmonares crônicas como fibrose cística, doença pulmonar obstrutiva crônica e asma foram excluídos. O protocolo foi aprovado pelos comitês de ética em pesquisa da Universidade Nove de Julho (0921/11) e Universidade de São Paulo (451538). Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 1) antes do início das avaliações.

## Protocolo

Este é um estudo de delineamento transversal, controlado, realizado no Laboratório de Fisiologia da Universidade Nove de Julho – UNINOVE. O quadro 1 contém os detalhes da composição da amostra e o fluxograma do protocolo.



Quadro 1 - Representação esquemática do protocolo

## Avaliações

### Espirometria

A espirometria foi realizada no equipamento CPX Ultima (MedGraphics Corporation®, St. Paul, MN, USA) com um pneumotacógrafo previamente calibrado. Os procedimentos técnicos, os critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade adotados foram os recomendados pelo Consenso Brasileiro de Espirometria<sup>16</sup>. Todos os pacientes realizaram as manobras após broncodilatador (salbutamol 400 µcg via inalatória). As seguintes variáveis foram registradas: capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>) e relação VEF<sub>1</sub>/CVF. Os valores obtidos foram expressos em valores absolutos e em porcentagem do previsto para a população brasileira<sup>17</sup>. A ventilação voluntária máxima (VVM) foi estimada multiplicando o VEF<sub>1</sub> por 40<sup>18</sup>.

### Bioimpedância

A bioimpedância foi realizada usando a balança digital Tanita (modelo BC-554, Tanita Corporation of America, Inc, Arlington Heights, IL). Os indivíduos foram orientados a manter jejum e não realizar atividade física até 9 horas antes do exame, não fazer uso de bebida alcoólica por 48 horas e esvaziar a bexiga 30 minutos antes do procedimento. O avaliado foi mantido em posição ortostática retirando os calçados e meias, os pés foram higienizados com álcool 70%. A seguir, o avaliado foi instruído sobre a correta colocação dos pés na plataforma de base da balança. A variável desfecho foi o índice de massa magra (IMM) obtido pela divisão da massa magra, em kg, pelo quadrado da altura (kg/m<sup>2</sup>). A depleção nutricional foi considerada quando IMM ≤ 15 kg/m<sup>2</sup> para as mulheres e ≤ 16 kg/m<sup>2</sup> para os homens<sup>19</sup>.

## Avaliação da função muscular periférica

### Contração isométrica voluntária máxima e submáxima do quadríceps femoral

A contração isométrica voluntária máxima (CIVM) do músculo quadríceps femoral foi obtida com os indivíduos sentados numa cadeira extensora (Carcí®, São Paulo, Brasil) com os joelhos posicionados em 60° de flexão. A célula de carga (EMG System modelo EMG800C, São José dos Campos, Brasil), fixada em um cabo inelástico e adaptada a uma tornozeleira foi posicionada perpendicularmente ao membro inferior não dominante. Esta célula captou a tensão desenvolvida durante a CIVM da extensão do joelho e, devido à interface com um computador, foi possível o registro da força (Kgf) desenvolvida durante as CIVM. Foi solicitado que o indivíduo realizasse a máxima extensão do joelho durante cinco segundos. Foram realizadas três repetições com intervalo de um minuto de repouso entre elas. Quando as diferenças de força das três contrações excederam 5%, outra medida de CIVM foi solicitada<sup>20</sup>. O maior valor dessas três contrações foi considerado como a CIVM.

Após um período de cinco minutos de repouso, foi solicitado que o paciente realizasse, na mesma posição articular descrita na manobra de CIVM, a contração isométrica submáxima (CIS), com uma carga correspondente a 80% da CIVM até o limite de tolerância (Tlim). Os pacientes foram estimulados verbalmente para manter a contração durante o teste e foi utilizado um *feedback* visual na tela do computador, para que o paciente mantivesse a força constante durante o teste. O término do teste ocorreu quando houve queda de 20% na força produzida<sup>20</sup>. Antes e ao final do teste de CIS foram avaliadas a dispneia e fadiga de MMII pela escala de Borg modificado<sup>21</sup>.

### Contração isométrica voluntária máxima e submáxima do bíceps braquial

A CIVM do músculo bíceps braquial foi obtida com o indivíduo em pé, braço aduzido ao tronco, punho supinado e cotovelo em flexão de 90 graus

mantidos durante cinco segundos<sup>22</sup> por três vezes com intervalo de um minuto de repouso entre as tentativas. Quando a diferença de força das três contrações excedeu cinco por cento, outra medida de CIVM foi solicitada. O maior valor dessas três contrações foi considerado como a CIVM. A contração isométrica submáxima do bíceps braquial seguiu os mesmos procedimentos descritos para o quadríceps femoral.

### **Shuttle walking teste incremental**

O *shuttle walking* teste incremental (SWTI) foi realizado em um corredor, onde uma distância de 10m foi demarcada por dois cones inseridos 0,5m de cada extremidade. O paciente caminhou de acordo com o ritmo imposto por estímulos sonoros previamente gravados em um CD. O teste é composto por 12 níveis com duração de um minuto cada, sendo que o primeiro nível impõe uma caminhada com velocidade de 1,8 Km/h, que aumenta 0,17m/s a cada minuto, atingindo uma velocidade máxima de 8,53 Km/h. O ritmo da caminhada foi imposto por estímulos sonoros e ao som de *bip* único o paciente mantinha a velocidade da caminhada e ao som do *bip* triplo sabia que deveria andar mais rápido<sup>23</sup>. O teste foi interrompido pelo avaliador quando o paciente foi incapaz de completar um *shuttle* no momento do estímulo sonoro pela segunda vez ou pelo paciente devido à dispneia e/ou fadiga intoleráveis. Foram realizados dois testes no mesmo dia, com repouso de 30 minutos entre eles, sendo registrada a maior distância para fins de análise. A distância foi expressa em valores absolutos e em porcentagem do previsto<sup>24</sup>.

### **Avaliação do nível de atividade física**

A atividade física na vida diária (AFVD) foi avaliada por um pedômetro (Yamax PowerWalker, modelo PW-610, Tóquio, Japão). Os pacientes receberam o pedômetro e foram instruídos a usá-lo no bolso durante cinco dias consecutivos na semana. Entretanto, foi descartado o primeiro e último dia permanecendo três dias consecutivos para análise. Para calcular o

comprimento médio do passo, os pacientes andaram dez passos em seu próprio ritmo; à distância percorrida foi registrada e dividida por dez. Os pacientes foram instruídos a não alterar suas atividades nos dias que usaram o dispositivo. O dispositivo mede o número total de passos (NTP) e, no modo *Power Walking*, quantifica as caminhadas rápidas, ou seja, acima de 110 passos por minuto, o que equivale a um exercício aeróbio de intensidade moderada a vigorosa. Os pacientes foram instruídos a fixar o aparelho na parte da manhã e usá-lo durante todo o dia, removendo-o apenas para banho e sono. No final de cada dia, os pacientes foram orientados a registrar em uma ficha os dados correspondentes ao número de passos acima de 110 passos/min, pois este parâmetro não é automaticamente armazenado na memória deste dispositivo. As variáveis utilizadas para análise foram: média aritmética do número de passos por dia e do número de passos superior a 110/min durante três dias consecutivos. O número de passos inferior a 7.500 foi considerado como inatividade física<sup>25</sup>.

### **Questionários de dispneia e qualidade de vida em saúde**

Para avaliação da dispneia foi utilizada a escala *Medical Research Council* (MRC)<sup>26</sup>. Para avaliação da qualidade de vida relacionada à saúde foi aplicado, no grupo controle e no grupo bronquiectásico, o questionário genérico SF-36 (The Medical Outcomes Study 36-item Short-Form Healthy Survey)<sup>27</sup> enquanto o questionário específico Saint George's Respiratory Questionnaire (SGRQ) foi utilizado apenas nos pacientes<sup>28-29</sup>.

### **Teste de exercício cardiopulmonar**

O teste de exercício cardiopulmonar (TECP) foi realizado em um cicloergômetro de frenagem eletromagnética (Corival®, *LODE B.V. Medical Technology Groningen – Netherlands*) conectado a um sistema composto por módulo de análise de gases, acoplado a um módulo de fluxo/analisador de

ondas e um microcomputador *BreezeCardiO<sub>2</sub> System<sup>®</sup>* (*Medical Graphics Corporation-MGC, St. Paul, Mo., USA*).

O incremento de carga (1 a 20 watts/min) foi definido levando-se em consideração o nível de atividade física basal e a familiaridade com o cicloergômetro, e foi ajustado de tal forma que o teste foi limitado por sintomas num tempo ideal entre 8 e 12 minutos<sup>30</sup>. Foram obtidos, respiração por respiração: consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>, L/min) e produção de dióxido de carbono (VCO<sub>2</sub>, L/min), ventilação minuto (VE, L/min), volume corrente (Vc, L), frequência respiratória (f, rpm) e equivalentes ventilatórios para O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (VE/VO<sub>2</sub>, VE/ VCO<sub>2</sub>). O traçado eletrocardiográfico, a frequência cardíaca (FC) e a saturação periférica da oxihemoglobina (SpO<sub>2</sub>) foram registrados continuamente e a pressão arterial (PA) a cada dois minutos de exercício. Os escores de percepção de dispneia (Borg D) e fadiga de membros inferiores (Borg MMII), utilizando-se a escala de Borg modificada<sup>21</sup>, foram avaliados no repouso e imediatamente após a cessação do exercício. A limitação ventilatória foi considerada quando a relação VE/VVM foi  $\geq$  a 0,8 para os homens e 0,75 para as mulheres<sup>31</sup>.

O paciente foi encorajado a alcançar exercício máximo e orientado a interrompê-lo na presença de mal estar, lipotímias, náuseas, dispneia importante, fadiga extrema ou precordialgia. O teste foi interrompido na presença de SpO<sub>2</sub>  $\leq$  80%, arritmias cardíacas ou resposta anormal da pressão arterial.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

O cálculo amostral foi realizado, considerando-se a carga máxima atingida no teste incremental em cicloergômetro como desfecho principal. A magnitude de diferença assumida entre o grupo de bronquiectásicos e o grupo controle é de 45 watts, considerando um desvio padrão de 52 watts<sup>32</sup>, com risco alfa de 5% e beta de 80%, o tamanho amostral resultou em 21 pacientes e controles. Aumentamos a amostra para seu tamanho atual (80 pacientes com BCQ) para englobar um amplo espectro de gravidade da doença e porque

o presente estudo envolve análises de correlação. A normalidade dos dados foi testada pelo teste Shapiro-Wilk. Os dados de função pulmonar, capacidade de exercício, função muscular e atividade física na vida diária aderiram à curva de normalidade e foram expressos em média e desvio padrão. Os dados dos questionários (SF-36 e SGRQ), da escala de Borg (dispneia e fadiga) e da escala de dispneia MRC não aderiram à curva de normalidade e foram expressos em mediana e intervalo interquartílico. As comparações das variáveis paramétricas entre o grupo de BCQ e grupo controle foram analisadas pelo teste *t* de Student para amostras independentes, assim como as comparações entre gêneros dentro do grupo de bronquiectásicos. Para as variáveis não paramétricas foi utilizado o teste de Mann-Whitney. A força de associação entre as variáveis de capacidade de exercício, função muscular, atividade física na vida diária e dispneia foram analisadas pela correlação de Pearson. Um *p* < 0,05 foi considerado significante.

## RESULTADOS

Foram recrutados 89 pacientes com BCQ (34 homens) e trinta indivíduos para o grupo controle (12 homens) com características semelhantes ao grupo em relação à idade, peso, altura, gênero e IMC. Foram excluídos nove pacientes: três por não aderirem ao protocolo de avaliação, um por ser fisicamente ativo (corredor da São Silvestre – 15 km), um por ser tabagista, um por apresentar escoliose importante, um por ter realizado pneumectomia, um devido à insuficiência cardíaca congestiva e um devido à obesidade grau III (IMC > 40). As características basais do grupo excluído foram semelhantes às do grupo de pacientes que permaneceram no estudo (Tabela 1). Foram recrutados 30 indivíduos aparentemente saudáveis (12 homens) pareados por idade e gênero.

Considerando-se a função pulmonar, 52 pacientes apresentaram padrão obstrutivo, 21 apresentaram padrão restritivo e sete pacientes apresentaram valores espirométricos normais. Como esperado, o grupo controle apresentou valores espirométricos dentro da normalidade. Em relação ao índice de massa

magra, 22 pacientes apresentaram depleção muscular (13 mulheres). Com base na escala MRC, dezenove pacientes apresentaram escore 1, vinte e um pacientes escore 2, vinte e dois pacientes escore 3, cinco pacientes escore 4 e treze pacientes escore 5. As características basais dos grupos bronquiectásico e controle estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1- Características demográfica, antropométricas, de função pulmonar e dispneia no grupo BCQ e controle.

Variáveis	Masculino		Feminino		Excluídos
	BCQ	Controle	BCQ	Controle	
Sujeitos	30	12	50	18	9 (4 homens)
Idade, anos	36 ± 13	34 ± 12	49 ± 13	50 ± 14	43 ± 15
IMC, kg/m <sup>2</sup>	23 ± 5,6	24 ± 3,5	26 ± 5,4	26 ± 4,4	27 ± 9,5
IMM, kg/m <sup>2</sup>	17,6 ± 2,0	18,1 ± 1,6	16,2 ± 1,6	16,0 ± 1,3	17,5 ± 2,4 <sup>a</sup>
CVF, litros	3,0 ± 0,9*	4,7 ± 0,6	2,0 ± 0,6*†	3,0 ± 0,6	2,6 ± 1,3
CVF, %	69 ± 21*	101 ± 9	68 ± 17*	101 ± 13	70 ± 26
VEF <sub>1</sub> , litros	1,9 ± 0,9*	4,0 ± 0,5	1,4 ± 0,6*‡	2,5 ± 0,5	1,9 ± 1,1
VEF <sub>1</sub> , %	50 ± 21*	101 ± 8	55 ± 19*	103 ± 12	61 ± 29
VEF <sub>1</sub> /CVF	61 ± 14,0*	85 ± 3,6	67 ± 13,0*	84 ± 5,6	70 ± 14
MRC	2 (1 – 3)	-	3 (2 – 4) <sup>§</sup>	-	2 (2 – 3)

IMC: índice de massa corpórea; kg/m<sup>2</sup>: kilograma por metro quadrado, IMM: índice de massa magra; CVF: capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF<sub>1</sub>/CVF: relação volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada. \* P < 0,0001 BCQ vs controle. † P < 0,0001 homem vs mulher. ‡ P = 0,007 homem vs mulher.<sup>a</sup> n = 7. § P = 0,034 homem vs mulher.

Na análise da função muscular periférica, a única variável que apresentou diferença estatisticamente significante entre os grupos foi a CIVM do quadríceps femoral, sendo 15% menor no grupo BCQ em relação ao grupo controle (Tabela 2). A capacidade funcional, representada pela distância percorrida no SWTI, foi显著mente menor no grupo de pacientes (Tabela 2). Como esperado, os homens caminharam mais do que as mulheres, tanto no

grupo de pacientes ( $412 \pm 124$  m e  $544 \pm 175$  m, respectivamente,  $P \leq 0,0001$ , correspondendo a  $55 \pm 12\%$  do previsto e  $47 \pm 13\%$  previsto, respectivamente,  $P = 0,006$ ) quanto no controle ( $497 \pm 77$  m e  $881 \pm 153$  m, respectivamente,  $P \leq 0,0001$ , correspondendo a  $70 \pm 13\%$  do previsto e  $77 \pm 17\%$  previsto, respectivamente,  $P = 0,244$ ).

Dezenove pacientes eram dependentes de oxigênio e realizaram o teste cardiopulmonar máximo sem a medida dos gases expirados. A capacidade de exercício foi显著mente menor no grupo BCQ (Tabela 2). A maioria dos pacientes ( $n = 58$ ) atingiu menos de 80% da carga prevista no cicloergômetro enquanto isso aconteceu em uma minoria do grupo controle ( $n = 9$ ). A limitação ventilatória esteve presente em 21 dos 61 pacientes em que foi obtida a relação VE/VVM. Destes, 19 pacientes tinham padrão obstrutivo e 2 padrão restritivo na espirometria. Em comparação com o grupo controle, um menor número de pacientes atingiu, no pico do exercício, mais de 80% da FC máxima prevista (90% da amostra vs 71% da amostra, respectivamente). A fadiga de membros inferiores foi maior do que a sensação de dispneia no pico do exercício em 46 pacientes com BCQ, ambos os sintomas foram de igual magnitude em 18 pacientes e a minoria, 16 pacientes, referiu maior sensação de dispneia do que fadiga em membros inferiores. Para o grupo controle, mais de 70% dos indivíduos interrompeu o teste máximo devido à fadiga de membros inferiores. A dessaturação, redução da  $\text{SpO}_2 \geq 4\%$ , ocorreu em 24 (30%) pacientes. A função pulmonar dos pacientes que dessaturaram (CVF:  $62 \pm 20\%$  e  $\text{VEF}_1: 44 \pm 18\%$ ) foi显著mente menor do que a dos que não dessaturaram (CVF:  $71 \pm 17\%$  e  $\text{VEF}_1: 57 \pm 17\%$ ) ( $P = 0,04$  para CVF e  $P = 0,006$  para  $\text{VEF}_1$ ), com 13 (54%) pacientes apresentando  $\text{VEF}_1$  abaixo de 40% do previsto.

Em relação à atividade física na vida diária, 33 (41%) pacientes realizaram menos do que 7.500 passos na semana, podendo ser considerados inativos. No grupo controle, apenas cinco indivíduos (17% da amostra) eram inativos.

Tabela 2- Função muscular periférica e capacidade de exercício em pacientes com bronquiectasia (BCQ) e grupo controle.

	BCQ N = 80	Controle N = 30	P
<b>Função muscular periférica</b>			
CIVM BB, Kg	12,5 ± 4,2	13,6 ± 4,2	0,166
Tempo CIVM BB, s	31 ± 14	29 ± 12	0,543
CIVM QF, kg	22,0 ± 10	26,0 ± 11	0,046
Tempo CIVM QF, s	51 ± 25	52 ± 32	0,798
<b>Capacidade Funcional</b>			
DSWTI, metros	461 ± 158	650 ± 221	< 0,0001
DSWTI, % previsto	52 ± 13	73 ± 15	< 0,0001
<b>Capacidade de exercício</b>			
Carga, watts	80 ± 41	124 ± 58	0,001
Carga, % previsto	64 ± 23	94 ± 20	< 0,0001
<sup>a</sup> VO <sub>2</sub> , ml/kg/min	18 ± 6	23 ± 8	0,002
<sup>a</sup> VO <sub>2</sub> , % previsto	63 ± 13	81 ± 15	< 0,0001
<sup>a</sup> VE, L/min	49 ± 15	63 ± 26	0,011
<sup>a</sup> VE/VVM	0,72 ± 0,20	0,49 ± 0,13	< 0,0001
<sup>a</sup> VE/VO <sub>2</sub>	42 ± 9	41 ± 6	0,290
<sup>a</sup> VE/VCO <sub>2</sub>	36 ± 10	34 ± 4	0,150
SpO <sub>2</sub> , %	93 ± 4	96 ± 2	< 0,0001
FC, bpm	150 ± 20	166 ± 19	< 0,0001
FC, % previsto	85 ± 9	94 ± 11	< 0,0001
<sup>a</sup> PuO <sub>2</sub> , ml/bpm	8 ± 2	9 ± 3	0,008
Borg dispneia	5 (3-7)	3 (2-4,25)	< 0,0001
Borg fadiga	7 (5-9)	4 (3-5,5)	< 0,0001

**AFVD**

NP/dia	9.526 ± 5.843	12.009 ± 6.031	0,052
<sup>b</sup> NPR (≥ 110/min/dia)	4.339 ± 3.700	5.795 ± 3.574	0,70

Dados em média ± DP. <sup>a</sup> n = 61 pacientes. CIVM: contração isométrica voluntária máxima, BB: bíceps braquial, s: segundos, QF: quadríceps femoral, DSWTI: distância do *shuttle walking* teste incremental, ml/kg/min: mililitro por quilo por minuto; L/min: litro por minuto; VO<sub>2</sub>: consumo máximo de oxigênio, VE: ventilação minuto, VE/VVM: relação entre a ventilação minuto e ventilação voluntária máxima, VE/VO<sub>2</sub>: equivalente ventilatório para o consumo de oxigênio, VE/VCO<sub>2</sub>: equivalente ventilatório para a produção de CO<sub>2</sub>, SpO<sub>2</sub>: saturação de pulso de oxigênio, FC: frequência cardíaca; bpm: batimento por minuto, PuO<sub>2</sub>: pulso de oxigênio, NP: número de passos, <sup>b</sup>n = 79 no grupo BCQ e n = 29 no grupo controle, NPR: número de passos rápidos.

A qualidade de vida encontra-se reduzida nos pacientes com BCQ em relação ao grupo controle, quando avaliada pelo questionário genérico SF-36 (Tabela 3). Os escores do questionário específico SGRQ para o grupo bronquiectásico podem ser visualizados na Tabela 3.

Tabela 3 – Qualidade de vida em pacientes com BCQ e controle.

	<b>Grupo BCQ</b> <b>(80)</b>	<b>Grupo Controle</b> <b>(30)</b>	<b>P</b>
<b>SF 36</b>			
Capacidade Funcional	45 (30-70)	93 (75-96)	< 0,0001
Aspectos Físicos	50 (0-100)	100 (75-100)	< 0,0001
Dor	62 (41-84)	72 (51-100)	0,076
Estado Geral	48,5 (25-61,5)	77 (62-82)	< 0,0001
Vitalidade	50 (40-70)	70 (55-80)	0,004
Aspectos Sociais	62,5 (50-87,5)	87,5 (75-100)	0,001
Aspectos Emocionais	66,7 (0-100)	100 (66,7-100)	0,011
Saúde Mental	66 (52-84)	80 (66-88)	0,060
<b>SGRQ</b>			
Sintomas	57,2 (39-73)	-	-

Atividade	67,0 (47-80)	-	-
Impacto	49,8 (25-68)	-	-
Score total	56,3 (37-74)	-	-

Em relação à qualidade de vida relacionada à saúde, avaliada pelo SGRQ, ressaltamos que o domínio atividade apresentou melhores correlações com a escala MRC ( $r = 0,73$ ;  $P < 0,0001$ ), distância no ISWT ( $r = -0,52$ ;  $P < 0,0001$ ),  $VO_2$  ( $r = -0,49$ ;  $P < 0,0001$ ), não apresentando correlação com a CIVM QF.

As correlações entre os desfechos de função pulmonar, capacidade de exercício, força muscular periférica e dispneia estão demonstradas na Tabela 4. Na análise de regressão múltipla, realizada com 61 pacientes, 72% da variância no consumo de oxigênio, expresso em valores absolutos (ml/kg/min), foi explicada pela idade, gênero, NP/dia, VEF<sub>1</sub> e IMC. Quando analisamos o consumo de oxigênio expresso em porcentagem do previsto, permaneceram no modelo de regressão o VEF<sub>1</sub>, o IMC e o NP/dia ( $R^2 = 0,39$ ). Para o SWTI, expresso em metros, na amostra total de 80 pacientes, 64% da variância da distância percorrida foi explicada pelo MRC, gênero, NP/dia, CIVM QF e IMC. Quando esta análise foi realizada com a distância expressa em porcentagem do previsto, permaneceram o gênero e MRC, sendo acrescentada a CVF ( $R^2 = 0,54$ ).

Tabela 4- Correlações entre as variáveis de capacidade física, função muscular periférica, dispneia e atividade física na vida diária em pacientes com BCQ.

	<b>DSWTI</b>	<b>VO<sub>2</sub></b>	<b>CVF</b>	<b>VEF<sub>1</sub></b>	<b>CIVM BB</b>	<b>CIVM QF</b>	<b>NP/ dia</b>	<b>NPR/ dia</b>	<b>MRC</b>	<b>IMC</b>
<b>DSWTI</b>	1	0,73*	0,72*	0,68*	0,51	0,50*	0,58*	0,51*	-0,66*	-0,31*
<b>VO<sub>2</sub></b>	0,73*	1	0,62*	0,61*	0,43*	0,37*	0,61*	0,46*	-0,47*	-0,52*
<b>CVF</b>	0,72*	0,62*	1	0,82*	0,60*	0,48*	0,50*	0,38*	-0,70*	-0,19
<b>VEF<sub>1</sub></b>	0,68*	0,61*	0,82*	1	0,47*	0,45*	0,49*	0,34*	-0,68*	-0,08
<b>CIVM BB</b>	0,51*	0,43*	0,60*	0,47*	1	0,66*	0,36*	0,35*	-0,45*	-0,02
<b>CIVM QF</b>	0,50*	0,37*	0,48*	0,45*	0,66*	1	0,27*	0,19	-0,39*	-0,03
<b>NP/dia</b>	0,58*	0,61*	0,50*	0,49*	0,36*	0,27*	1	0,73*	-0,60*	-0,15
<b>NPR/dia</b>	0,51*	0,45*	0,38*	0,34*	0,35*	0,19*	0,73*	1	-0,40*	-0,10
<b>MRC</b>	-0,66*	-0,47*	-0,70*	-0,68*	-0,45*	-0,39*	-0,60*	-0,40*	1	0,12
<b>IMC</b>	-0,31	-0,52	-0,19	-0,08	0,02	0,03	-0,15	-0,10	0,12	1

Para definição das abreviaturas, vide Tabela 2. N = 61 pacientes para as correlações com VO<sub>2</sub>. \* P < 0,05.

## DISCUSSÃO

Os principais achados deste estudo é que pacientes com BCQ apresentam redução da tolerância ao exercício, da força muscular do principal músculo da deambulação e uma alta prevalência de inatividade física.

Essa é a primeira vez que a capacidade de exercício, avaliada pelo teste de exercício cardiopulmonar máximo, é descrita em uma amostra expressiva de pacientes adultos com BCQ. Embora nossos pacientes tenham sido mais jovens do que os pacientes no estudo de Newall et al (44 vs 61 anos, respectivamente), com função pulmonar semelhante (VEF<sub>1</sub>: 52% e 59% do previsto, respectivamente), eles apresentaram redução da capacidade aeróbia (VO<sub>2</sub>: 63 ± 13 e 82,5% do previsto, respectivamente). Newall et al realizaram o teste cardiopulmonar máximo em esteira ergométrica, o que, por si, determinaria um consumo de oxigênio superior ao obtido em nosso estudo, no qual foi utilizado o cicloergômetro. Entretanto, se a magnitude da diferença no VO<sub>2</sub>, entre o estudo de Newall e o nosso, fosse exclusivamente pelo tipo de ergômetro, esta seria de 6 a 11%<sup>31</sup> e não de 19,5% como, de fato, observado. Como estudamos um tamanho amostral bem maior, possivelmente abrangemos um largo espectro de comprometimento funcional, o que pode ser confirmado pela distribuição de pacientes conforme a escala MRC, que avalia o grau de limitação nas atividades de vida diária devido à sensação de dispneia.

Nosso estudo é o primeiro a analisar a limitação ventilatória no pico do exercício, pela relação VE/VVM, em pacientes com BCQ. A limitação ventilatória foi constatada em 34% da amostra de bronquiectásicos e, embora seja uma doença pulmonar crônica, esta prevalência é bastante inferior à observada em pacientes com DPOC. Isso pode ser atribuído a diferentes graus de comprometimento da função pulmonar em pacientes com BCQ, nos quais pode ser observado padrão obstrutivo, restritivo e até mesmo normal de função pulmonar. A limitação ao fluxo expiratório, avaliada pela técnica de pressão negativa expiratória (PNE) na condição de repouso, também é baixa, com 22% dos pacientes apresentando-a na posição supina e 17% na posição sentada, sendo o padrão da função pulmonar, nesses pacientes, obstrutivo e misto<sup>4</sup>.

Em 30% dos pacientes, a redução das trocas gasosas foi outro fator limitante ao exercício. A redução da capacidade de difusão pulmonar pode ser um dos mecanismos envolvidos nesta limitação devido à perda de área da membrana alvéolo-capilar. Estudos prévios encontraram destruição de parênquima pulmonar em BCQ<sup>33-34</sup>, especialmente nos casos mais avançados da doença<sup>33</sup>. Adicionalmente, há redução progressiva da função pulmonar caracterizada por queda do VEF<sub>1</sub> (52,7mL/ano)<sup>35</sup> e da capacidade de difusão pulmonar (2,9%/ano) nesses pacientes<sup>2</sup>. Apesar de não termos medido a capacidade de difusão em nosso estudo, é possível que os pacientes que dessaturaram no teste de exercício cardiopulmonar tinharam redução da mesma, pois apresentaram pior função pulmonar em comparação aos pacientes que não dessaturaram.

A maior prevalência de fadiga em membros inferiores como sintoma predominante no pico do exercício em pacientes com doenças pulmonares crônicas, atualmente, não é novidade. Entretanto, esse achado foi um marco no início da década de 90, em um artigo de Killian et, al que foi o primeiro a chamar a atenção para o impacto dos músculos de membros inferiores na intolerância do exercício na DPOC<sup>36</sup>. Naquele estudo, a fadiga de membros inferiores excedeu a sensação de dispneia em 43% dos pacientes com limitação crônica ao fluxo aéreo e a dispneia foi maior em um pequeno grupo de pacientes (26%). Em nosso estudo, a fadiga foi o sintoma predominante em 57,5% dos pacientes, sendo a dispneia superior à fadiga em membros inferiores em apenas 20% da amostra. Esse achado demonstra que pode haver participação da disfunção muscular esquelética periférica na intolerância ao exercício em pacientes com BCQ. Tal assertiva é baseada na correlação observada entre a força do quadríceps e o consumo de oxigênio ( $r = 0,37$ ), que foi próxima à encontrada por Gosselink et al ( $r = 0,40$ ) em estudo realizado com pacientes com DPOC<sup>37</sup>. Adicionalmente, a redução da força muscular do quadríceps femoral, também observada no estudo de Ozalp et al é de magnitude semelhante (14% menos do que a força de quadríceps gerada pelo grupo controle)<sup>37</sup>, pode ser uma consequência não só da inatividade, como demonstrado pelo reduzido NP/dia, mas também devido aos elevados níveis de inflamação<sup>10</sup> observado mesmo na fase estável da doença, os quais afetam o estado de saúde avaliado pelo SGRQ<sup>8</sup>. Entretanto, a relação entre disfunção muscular esquelética, capacidade de exercício e marcadores inflamatórios

ainda não foi estabelecida na literatura e deve ser prospectivamente explorada em pacientes com BCQ.

Os determinantes do  $VO_2$  em pacientes com BCQ foram o VEF<sub>1</sub>, o IMC e o NP/dia. Em muitas doenças pulmonares crônicas, a relação entre consumo de oxigênio e marcadores de função pulmonar e do estado nutricional é comumente observada. Entretanto, um importante e inédito achado deste estudo é que um marcador de atividade física na vida diária também é determinante da capacidade aeróbia. É possível que a dispneia e fadiga, frequentemente relatadas durante as tarefas diárias pelos pacientes com BCQ<sup>38</sup> levem à redução da capacidade de realizar atividades de vida diária, representada, neste estudo, pelo baixo NP/dia, favorecendo o descondicionamento físico e redução da capacidade aeróbia. No estudo de Pitta et al<sup>39</sup>, houve correlação entre o tempo de caminhada na vida diária, avaliado por um acelerômetro triaxial (*DynaPort activity monitor*) e o consumo de oxigênio ( $r = 0,33$ ) em pacientes com DPOC, que foi superior à correlação observada em nosso estudo entre o NP/dia, avaliado por pedômetro, e o  $VO_2$  ( $r = 0,20$ ) em pacientes com BCQ. Novos estudos, utilizando acelerômetros podem ajudar a avaliar mais apropriadamente o comprometimento das atividades físicas na vida diária em pacientes bronquiectásicos, uma vez que quantificam, além do número de passos, a intensidade e frequência dessas atividades.

A redução da distância percorrida no SWTI, representada por 52% da distância prevista, ratifica o comprometimento da capacidade de exercício em pacientes com BCQ. É possível que, considerando-se os valores previstos, a redução da capacidade funcional tenha sido superestimada, pois no estudo que determinou os valores de referência do SWTI para a população brasileira, era permitido ao indivíduo correr e nós utilizamos a descrição clássica do SWTI, na qual o teste foi interrompido quando o paciente, caminhando, não atingisse a extremidade do cone pela segunda vez no momento do estímulo sonoro. Por isso, até mesmo os controles apresentaram redução da distância percorrida no SWTI ( $73 \pm 15\%$  do previsto). Entretanto, ao compararmos com os valores do grupo bronquiectásico com o controle, os pacientes andaram, em média, 30% menos ( $461 \pm 158$  m e  $650 \pm 221$  m, respectivamente). No estudo de Ozalp et al<sup>11</sup>, embora os pacientes com BCQ tenham andado, em valores absolutos,

uma distância menor do que a dos indivíduos do grupo controle no teste da caminhada de seis minutos, eles não apresentaram redução da capacidade funcional, pois essa distância representou 91% da distância prevista e 88% dos valores do grupo controle. O pequeno tamanho amostral no estudo de Ozalp et al<sup>11</sup> pode ter determinado que pacientes com menor grau de comprometimento funcional tenham sido incluídos no estudo.

As variáveis que explicaram a distância percorrida no SWTI no presente estudo foram o gênero, a CVF (% do previsto) e escala do MRC. O achado de que o gênero explica a distância percorrida no SWTI não é surpresa, pois esta variável comumente é determinante deste desfecho em equações de previsão<sup>24,40</sup>. Interessante ressaltar que, no estudo de Lee et al, a CVF, também em porcentagem do previsto, se correlacionou positivamente com a distância no teste da caminhada de seis minutos, porém esta variável não persistiu no modelo de regressão múltipla<sup>41</sup>. No entanto, os próprios autores admitem que nem o VEF<sub>1</sub> e nem a CVF explicaram a capacidade de exercício porque a amostra foi constituída por indivíduos com função pulmonar relativamente preservada<sup>41</sup>. De fato, a CVF (89 ± 20% do previsto) e VEF<sub>1</sub> (74 ± 23% do previsto) foram superiores aos apresentados por nossos pacientes (Tabela 1). Entretanto, em pacientes com fibrose cística, uma doença muito similar à BCQ, a CVF foi uma das variáveis independentes que explicou a distância percorrida no teste da caminhada de seis minutos<sup>42</sup>. Por fim, a sensação de dispneia nas atividades de vida diária, avaliada pela escala MRC, foi preditor independente da distância percorrida no SWTI, apresentando correlação negativa, ou seja, quanto maior o escore na escala MRC, menor a distância caminhada. Infelizmente, no estudo de Ozalp et al com pacientes bronquiectásicos<sup>11</sup>, não há descrição da relação entre o MRC e a distância caminhada no teste da caminhada de seis minutos. Desta forma, não sabemos se houve correlação entre essas variáveis naquele estudo. Entretanto, no estudo de Koulouris et al<sup>4</sup> a capacidade de exercício, avaliada pela carga máxima atingida no teste cardiopulmonar máximo em cicloergômetro, foi fortemente associada com a dispneia avaliada pelo MRC em pacientes com BCQ.

## **Limitações do estudo**

Em nosso estudo ocorreram algumas limitações. Não avaliamos o grau de comprometimento tomográfico dos pacientes com BCQ, mas isso não é uma limitação importante, pois as anormalidades pulmonares detectadas na tomografia computadorizada de alta resolução não são determinantes da limitação ao exercício nesses pacientes<sup>43</sup>. Como não realizamos um teste submáximo com coleta de sangue arterial durante o exercício, não podemos analisar se houve contribuição do aumento da relação ventilação do espaço morto/volume corrente na piora das trocas gasosas num subgrupo de pacientes com BCQ. Infelizmente, apesar de o pedômetro utilizado em nosso estudo registrar o tempo realizando a atividade de passos rápidos ( $NP \geq 110$  passos/minuto), o que daria para calcular a intensidade desta atividade [ $(NP \times$  comprimento do passo/tempo)], isso exigiria que os pacientes continuamente ficassem registrando o início e término de cada atividade, inviabilizando tal medida. Entretanto, o número de passos é um desfecho comumente utilizado para separar os indivíduos ativos dos inativos.

## **CONCLUSÃO**

Os pacientes com BCQ apresentam redução da capacidade de exercício, da força muscular de quadríceps femoral e da atividade física na vida diária. Adicionalmente, há comprometimento da qualidade de vida relacionada à saúde.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 1- Lambrecht BN GeurtsvanKessel CH, Pulmonary defence mechanisms and inflammatory pathways in bronchiectasis. *Eur Respir Mon* 2011;52:11-21.
- 2- King PT, Holdsworth SR, Freezer NJ, Villanueva E, Farmer MW, Guy P, Holmes PW. Lung diffusing capacity in adult bronchiectasis: a longitudinal study. *Respir Care* 2010;55(12):1686-1692.
- 3- Newall C, Stockley RA, Hill SL. Exercise training and inspiratory muscle training in patients with bronchiectasis. *Thorax* 2005;60:943-948.

- 4- Koulouris NG, Retsou S, Kosmas E, Dimakou K, Malagari K, Mantzikopoulos G, Koutsoukou A, Milic-Emili J, Jordanoglou J. Tidal expiratory flow limitation, dyspnoea and exercise capacity in patients with bilateral bronchiectasis. *Eur Respir J* 2003;21:743–748.
- 5- Turcanu AM, Mihăescu T. Pathophysiology and treatment of bronchectasis. *Pneumologia* 2011;60(1):26-9.
- 6- Bye PT, Lau EMT, Elkins MR. Pharmacological airway clearance strategies in bronchiectasis. *Eur Respir Mon* 2011;52:239-247.
- 7- Mayer M, Rosen F. Interaction of glucocorticoids and androgens with skeletal muscle. *Metabolism* 1977;26:937–62.
- 8- Wilson CB, Jones PW, O'Leary CJ, Hansell DM, Dowling RB, Cole PJ, Wilson R. Systemic markers of inflammation in stable bronchiectasis. *Eur Respir J* 1998;12:820-4.
- 9- Horvath I, Loukides S, Wodehouse T, Kharitonov SA, Cole PJ, Barnes PJ. Increased levels of exhaled carbon monoxide in bronchiectasis: a new marker of oxidative stress. *Thorax* 1998;53:867-70.
- 10- Martínez-García MA, Perpiñá-Tordera M, Román-Sánchez P, Soler-Cataluña JJ, Carratalá A, Yago M, Pastor MJ. The association between bronchiectasis, systemic inflammation, and tumor necrosis factor alpha. *Arch Bronconeumol* 2008;44:8-14.
- 11- Ozalp O, Inal-Ince D, Calik E, Vardar-Yagli N, Saglam M, Savci S, Arikan H, Bosnak-Guclu M, Coplu L. Extrapulmonary features of bronchiectasis: muscle function, exercise capacity, fatigue, and health status. *Multidisciplinary Respiratory Medicine* 2012;7(3):1-6.
- 12- Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Exercise testing: why, which and how to interpret. *Breath* 2004;1(2):121-129.
- 13- Pasteur MC, Bilton D, Hill AT. British Thoracic Society guideline for non-CF bronchiectasis. *Thorax* 2010;65: Suppl. 1, i1–i58.

- 14- Athanazio RA, Rached SZ, Rohde C, Pinto RC, FernandesFLA, Stelmach R. Should the bronchiectasis treatment given to cystic fibrosis patients be extrapolated to those with bronchiectasis from other causes? *J Bras Pneumol* 2010;36(4):425-431.
- 15- Chang AB, Bilton D. Exacerbations in cystic fibrosis: 4 - Non-cystic fibrosis bronchiectasis. *Thorax* 2008;63:269–276.
- 16- Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Pneumol* 2002;28(3):S1-S82.
- 17- Pereira CAC. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT). I Consenso Brasileiro sobre Espirometria. *J Pneumol* 1996;22(3):105-64.
- 18- Campbell SC. A comparison of the maximum voluntary ventilation with the forced expiratory volume in one second: an assessment of subject cooperation. *J Occup Med* 1982;24:531-533.
- 19- Vermeeren M, Creutzberg E, Schols A, Postma D, Pieters W, Roldaan A, Wouters E & on behalf of the COSMIC study group. Prevalence of nutritional depletion in a large out-patient population of patients with COPD. *Respir Med* 2006;100:1349-1355.
- 20- Mathur S, Eng JJ, MacIntyre DL. Reliability of surface EMG during sustained contractions of quadriceps. *J Electromyogr Kinesiol* 2005;15(1):102-10.
- 21- Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14:377-81.
- 22- Kamischke A, Kemper DE, Castel MA, Luthke M, Rolf C, Behre HM, Magnussen H and Nieschlag E. Testosterone levels in men with chronic obstructive pulmonary disease with or without glucocorticoid therapy. *Eur Respir J* 1998;11:41-5.
- 23- 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(12):1019-24.

- 24- Probst VS, Hernandes NA, Teixeira DC, Felcara JM, Mesquita RB, Gonçalves CG, Hayashi D, Singh S, Pitta F. Reference values for the incremental shuttle walking test. *Respir Med* 2012;106:243-248.
- 25- Tudor-Locke C, Bassett DR Jr. How many steps/day are enough? Preliminary pedometer indices for public health. *Sports Med* 2004;34:1-8.
- 26- Bestall JC, Paul EA, Garrod R, Garnham R, Jones PW, Wedzicha JA. Usefulness of the Medical Research Council (MRC) dyspnoea scale as a measure of disability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 1999;54:581-586.
- 27- Ciconelli RM, Ferraz MB, Santo WS, Meinão I, Quaresma MR. Tradução para a língua portuguesa e validação do questionário genérico de avaliação de qualidade de vida SF-36 (Brasil SF-36). *Rev Brasil Reumatol* 1999;39(3):43-50.
- 28- Wilson CB, Jones PW, O'leary CJ, Cole PJ, Wilson R. Validation of the St. George's respiratory questionnaire in bronchiectasis. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;156:536-541.
- 29- Souza TC, Jardim JR, Jones P. Validação do questionário do hospital Saint George na doença respiratória (SGRQ) em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica no Brasil. *J Pneumol* 2000;26(3):119-125.
- 30- Buchfuhrer MJ, Hansen JE, Robinson TE, Sue DY, Whipp BJ. Optimizing the exercise protocol for cardiopulmonary assessment. *J Appl Physiol* 1983;55:1558-64.
- 31- Neder JA, Nery LE. Teste de Exercício cardiopulmonar. *J Pneumol* 2002; 28(supl 3):s166-s206.
- 32- Stevens D, Oades PJ, Armstrong N, Williams CA. Early oxygen uptake recovery following exercise testing in children with chronic chest diseases. *Pediatr Pulmonol* 2009;44:480-488.
- 33- Whitwell F. A study of the pathology and pathogenesis of bronchiectasis. *Thorax* 1952;7(3):213-219.

- 34- Loubeyre P, Paret M, Revel D, Wiesendanger T, Brune J. Thinsection CT detection of emphysema associated with bronchiectasis and correlation with pulmonary function tests. *Chest* 1996;109(2):360-365.
- 35- Martinez-Garcia MA, Soler-Cataluña JJ, Perpiña-Tordera M, Román-Sánchez P, Soriano J. Factors associated with lung function decline in adulat patients with stable non-cystic fibrosis bronchiectasis. *Chest* 2007;132:1565-1572.
- 36- Killian KJ, Leblanc P, Martin DH, Summers E, Jones NL, Campbell EJM. Exercise capacity and ventilatory, circulatory, and symptom limitation in patients with airflow limitation. *Am Rev Respir Dis* 1992;146:935-940.
- 37- Gosselink R, Troosters T, Decramer M. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 153(3):976-980.
- 38- O'Leary CJ, Wilson CB, Hansell DM, Cole PJ, Wilson R, Jones PW. Relationship between psychological well-being and lung health status in patients with bronchiectasis. *Resp Med* 2002;96:686-692.
- 39- Pitta F, Troosters T, Spruit MA, Probst VS, Decramer M, and Gosselink R. Characteristics of Physical Activities in Daily Life in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2005;171:972-977.
- 40- Jürgensen SP, Antunes LCO, Tanni SE, Banov MC, Lucheta PA, Bucceroni AF, Godoy I, Dourado VZ. The incremental shuttle walking test in older brazilian adults. *Respiration* 2011;81:223-28.
- 41- Lee AI, Button BM, Ellis S, Stirling R, Wilson JW, Holland AE, Denehy L. Clinical determinants of the 6-minute walk test in bronchiectasis. *Respir Med* 2009;103:780-785.
- 42- Troosters T, Langer D, Vrijen B, Segers J, Wouters K, Janssens W, Gosselink R, Decramer M, Dupont L. Skeletal muscle weakness, exercise tolerance and physical activity in adults with cystic fibrosis. *Eur Respir J* 2009;33:99-106.

43- Edwards EA, Narang I, Li A, Hansell DM, Rosenthal M, Bush A. HRCT lung abnormalities are not a surrogate for exercise limitation in Bronchiectasis. Eur Respir J 2004;24:538–544.

## CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A capacidade física, por meio de teste cardiopulmonar máximo e testes clínicos de campo (teste do degrau e *shuttle walking* teste incremental), a força muscular periférica, a atividade física na vida diária e qualidade de vida foram os desfechos estudados em pacientes com BCQ.

Embora a BCQ seja uma doença crônica e debilitante, poucos estudos usam testes de campo para avaliar a capacidade funcional em pacientes com BCQ. A aplicabilidade do teste do degrau vem crescendo no âmbito da avaliação da tolerância ao exercício e este nunca foi descrito em pacientes com BCQ. No Artigo 1, demonstramos que dois testes do degrau, com perfil incremental, são reproduzíveis em pacientes com BCQ. O teste do degrau incremental modificado (TDIM), por iniciar com um menor ritmo e apresentar incrementos mais suaves em relação ao teste do degrau de Chester (TDC), foi mais tolerado pelos pacientes com BCQ, apresentando duração similar aos testes de caminhada como o teste da caminhada de seis minutos (TC6) e o *shuttle walking* teste incremental (SWTI). A forte associação entre o número de degraus com a distância percorrida no TC6 possibilita utilizar o TDIM para avaliação da capacidade funcional, especialmente em ambientes com reduzido espaço físico para realizar testes de caminhada. Entretanto, sua validade deve ser testada comparando-se as respostas cardiopulmonares no pico do teste, obtidas por meio dos gases expirados, com aquelas de um teste de exercício cardiopulmonar máximo (TECP).

Causou-nos surpresa que, embora o SWTI tenha sido previamente utilizado em pacientes com BCQ para correlações com o estado funcional e para avaliar respostas a intervenções, sua reproduzibilidade e validade nunca foram solidamente estudadas nesta população. Nesse contexto, com base no Artigo 2, podemos afirmar que houve efeito do aprendizado nos pacientes com BCQ, mas de pequena magnitude quando comparado ao descrito para o TC6 em pacientes com DPOC. Então, dois testes realizados no mesmo dia são suficientes para garantir o melhor desempenho sobre o SWTI. No entanto, sugerimos que um terceiro teste deve ser realizado quando a diferença entre os dois primeiros testes exceder a diferença clinicamente importante (76,4 m). A alta força de associação entre a distância percorrida com as variáveis do TECP e atividade física na vida diária nos permite afirmar que o SWTI é representativo da capacidade de exercício e do estado funcional nesses

pacientes. Uma vez que um subgrupo de pacientes apresenta dessaturação apenas durante o SWTI, este deve ser usado como complemento ao TECP para obter uma avaliação completa da capacidade de exercício.

O Artigo 3 estabelece que pacientes com BCQ apresentam redução da capacidade aeróbia e funcional, da força muscular do quadríceps femoral e apresentam alta prevalência de inatividade física. Adicionalmente, apresentam redução da qualidade de vida relacionada à saúde. Os determinantes da capacidade aeróbia e funcional são relacionados aos parâmetros de função pulmonar, estado nutricional, nível de atividade física na vida diária e dispneia.

Os achados do presente estudo demonstram que a BCQ determina manifestações extra-pulmonares, as quais podem ser utilizadas como desfechos para avaliação de respostas a intervenções reabilitadoras.

## CAPÍTULO 6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATHANAZIO, R.A. et al. Should the bronchiectasis treatment given to cystic fibrosis patients be extrapolated to those with bronchiectasis from other causes? **J Bras Pneumol.** v. 36, n. 4, p. 425-431, 2010.

ATS STATEMENT: Guidelines for the six minute walk test. **Am J Respir Crit Care Med.** v. 166, n. 1, p. 111-117, 2002.

BESTALL, J.C. et al. Usefulness of the Medical Research Council (MRC) dyspnoea scale as a measure of disability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax.** v. 54, n. 7, p. 581-586, 1999.

BORG, G.A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Med Sci Sports Exerc.** v. 14, p. 377-81, 1982.

BRADLEY, J.M.; MORAN, F.; GREENSTONE, M. Physical training for bronchiectasis. **Cochrane Library**, 2009. CD002166.

BUCHFUHRER, M.J. et al. Optimizing the exercise protocol for cardiopulmonary assessment. **J Appl Physiol.** v. 55, p. 1558-64, 1983.

CAMPBELL, S.C. A comparison of the maximum voluntary ventilation with the forced expiratory volume in one second: an assessment of subject cooperation. **J Occup Med.** v. 24, p. 531-533, 1982.

CHANG, A.B.; BILTON, D. Exacerbations in cystic fibrosis: 4? Non-cystic fibrosis bronchiectasis. **Thorax.** v. 63, p. 269–276, 2008.

CICONELLI, R.M. et al. Tradução para a língua portuguesa e validação do questionário genérico de avaliação de qualidade de vida SF-36 (Brasil SF-36). **Rev Brasil Reumatol.** v. 39, n 3, p. 43-50, 1999.

COTE, C. et al. The 6-min walk distance, peak oxygen uptake and mortality in COPD. **Chest.** v. 132, p. 1778-85, 2007.

COCKCROFT, A. et al. Arterial oxygen desaturation during treadmill and bicycle exercise in patients with chronic obstructive airways disease. **Clin Sci.** v. 68, n. 3, p. 327-32, 1985.

DAL CORSO, S. et al. Symptom-limited incremental step test in COPD patients: reproducibility and validity compared to incremental cycle ergometry. In: International Conference of American Thoracic Society. **Am J Crit Care Med.** v. 179, p. A2364, 2009.

DE CAMARGO, A.A. et al. Chester step test in patients with chronic obstructive pulmonary disease: reliability and correlations with pulmonary function test results. **Respir Care.** v. 56, n. 7, p. 995-1001, 2011.

ENRIGHT, P.L.; SHERRILL, D.L. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. **Am J Respir Crit Care Med.** v. 158, p. 1384–1387, 1998.

GOSSELINK, R., TROSTERS, T., DECRAMER, M. Peripheral muscle weakness contributes to exercise limitation in COPD. **Am J Respir Crit Care Med.** v. 153, p. 976-80, 1996.

GOSSELINK, R., TROOSTERS, T., DECRAMER, M. Exercise testing: why, which and how to interpret. **Breath.** v. 1, n. 2, p. 121-129, 2004.

HADELI, K.O. et al. Predictors of oxygen desaturation during submaximal exercise in 8.000 patients. **Chest.** v. 120, n. 1, p. 88-92, 2001.

HAMILTON, H.L. et al. Muscle strength, symptom intensity, and exercise capacity in patients with cardiopulmonary disorders. **Am J Respir Crit Care Med.** v. 152, p. 2021-31, 1995.

IWAMA, A.M. et al. The six-minute walk test and body weight-walk distance product in healthy Brazilian subjects. **Braz J Med Biol Res.** v. 42, n. 11, p. 1080-5, 2009.

KOULOURIS, N.G. et al. Tidal expiratory flow limitation, dyspnoea and exercise capacity in patients with bilateral bronchiectasis. **Eur Respir J.** v. 21, p. 743–748, 2003.

LAMBRECHT, B.N.; GEURTSVANKESEL, C.H. Pulmonary defence mechanisms and inflammatory pathways in bronchiectasis. **Eur Respir Mon.** v. 52, p. 11-21, 2011.

LAU, M.C. et al. A randomized controled trial of the effectiveness of an exercise training program in patients recovering from severe acute respiratory syndrome. **Aust J Physiother.** v. 51, p. 213-219, 2005.

\_\_\_\_\_. The Impact of Severe Acute Respiratory Syndrome on the Physical Profile and Quality of Life. **Arch Phys Med Rehabil.** v.86, p.1134-40, 2005.

LEE, A.L. et al. The effects of pulmonary rehabilitation in patients with non-cystic fibrosis bronchiectasis: protocol for a randomised controlled trial. **BMC Pulmonary Medicine.** v.10, n.5, p. 1-7, 2010.

MAHLER, D.A.; WELLS, C.K. Evaluation of clinical methods for rating dyspnea. **Chest.** v. 93, p. 580-586, 1988.

MARTINEZ-GARCIA, M.A. et al. The association between bronchiectasis, systemic inflammation, and tumor necrosis factor alpha. **Arch Bronconeumol.** v. 44, p. 8-14, 2008.

MATHUR, S.; ENG, J.J.; MACINTYRE, D.L. Reliability of surface EMG during sustained contractions of quadriceps. **J Electromyogr Kinesiol.** v. 15, n. 1, p. 102-10, 2005.

MILLER, M.R. et al. ATS/ERS Task Force. Standardisation of spirometry. **Eur Respir J.** v. 26, n. 2, p. 319-338, 2005.

NEDER, J.A.; NERY, L.E. Teste de exercício cardiopulmonar. **J Pneumol.** v. 28 (Supl 3), p. S166-206, 2002.

NEWALL, C.; STOCKLEY, R.A.; HILL, S.L. Exercise training and inspiratory muscle training in patients with bronchiectasis. **Thorax.** v. 60, p. 943–948, 2005.

O'LEARY, C.J. et al. Relationship between psychological well-being and lung health status in patients with bronchiectasis. **Resp Med.** v. 96, p. 686-692, 2002.

OZALP, O. et al. Extrapulmonary features of bronchiectasis: muscle function, exercise capacity, fatigue, and health status. **Multidisciplinary Respiratory Medicine.** v. 7, n. 3, p. 1-6, 2012.

PALANGE, P. Recommendations on the use of exercise testing in clinical practice. **Eur Respir J**, v. 29, p. 185-209, 2007.

PALANGE, P. et al. Ventilatory and metabolic adaptations to walking and cycling in patients with COPD. **J Appl Physiol.** v. 88, p. 1715–1720, 2000.

PASTEUR, M.C.; BILTON D.; HILL A.T. British Thoracic Society guideline for non-CF bronchiectasis. **Thorax.** v. 65, Suppl. 1, p. i1–i58, 2010.

PEREIRA, C.A.C. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT). I Consenso Brasileiro sobre Espirometria. **J Pneumol.** v. 22, n. 3, p. 105-64, 1996.

PEREIRA, C.A.C.; BARRETO, S.P.; SIMÕES, J.G. Valores de referência para espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. **J Pneumol.** v. 18, n. 1, p. 10-22, 1992.

PINTO-PLATA, V.M. et al. The 6-min walk distance: change over time and value as a predictor of survival in severe COPD. **Eur Respir J.** v. 23, n. 1, p. 288-33, 2004.

POULAIN, M. et al. 6-minute walk testing is more sensitive than maximal incremental cycle testing for detecting oxygen desaturation in patients with COPD. **Chest.** v. 123, p. 1401–1407, 2003.

PROBST, V.S. Reference values for the incremental shuttle walking test. **Respiratory Medicine.** v. 106, p. 243-248, 2012.

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. 1019-24, 1992.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA. Diretrizes para testes de função pulmonar. **J Pneumol.** v. 28, n. 3, p. S1-S82, 2002.

SOUZA, T.C.; JARDIM, J.R.; JONES, P. Validação do questionário do hospital Saint George na doença respiratória (SGRQ) em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica no Brasil. **J Pneumol.** v. 26, n. 3, p. 119-125, 2000.

SOLWAY, S. et al. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. **Chest.** v. 119, n. 1, p. 256-70, 2001.

STEVENS, D. et al. Early oxygen uptake recovery following exercise testing in children with chronic chest diseases. **Pediatr Pulmonol.** v. 44, p. 480–488, 2009.

SWAMINATHAN, S. et al. Aerobic capacity and cardiopulmonary response to exercise in healthy south Indian children. **Indian Pediatr.** v. 34, p. 112-118, 1997.

SWAMINATHAN, S. et al. Reduced exercise capacity in non-cystic fibrosis bronchiectasis. **Indian J Pediatr.** v. 70, n. 7, p. 553-556, 2003.

SYKES, K. Capacity assessment in the workplace: a new step test. **J OCCUP HEALTH.** v. 1, p. 20–2, 1995.

SYKES, K; ROBERTS A. The Chester step test—a simple yet effective tool for the prediction of aerobic capacity. **Physiotherapy**. v.90, p. 183-188, 2004.

TROOSTERS, T.; GOSSELINK, R.; DECRAMER, M. Six minute walking distance in healthy elderly subjects. **Eur Respir J**. v. 14, p. 270–274, 1999.

TUDOR-LOCKE, C.; BASSETT, D.R. JR. How many steps/day are enough? Preliminary pedometer indices for public health. **Sports Med**. v. 34, p. 1–8, 2004.

TURNER, S.E. et al. Physiologic Responses to Incremental and Self-Paced Exercise in COPD. **Chest**. v. 126, n. 3, p. 766-773, 2004.

TURCANU, A.M.; MIHAESCU, T. Pathophysiology and treatment of bronchiectasis. **Pneumologia**. v. 60, n. 1, p. 26-9, 2011.

VERMEEREN, M. et al. Prevalence of nutritional depletion in a large out-patient population of patients with COPD. **Respir Med**. v. 100, p. 1349-1355, 2006.

WILSON, R.C.; JONES P.W. A comparison of the visual analogue scale and modified Borg scale for the measurement of dyspnoea during exercise. **Clin Sci**. v. 76, n. 3, p. 277-82, 1989.

WILSON, C.B. et al. Validation of the St. George's respiratory questionnaire in bronchiectasis. **Am J Respir Crit Care Med**. v. 156, p. 536–541, 1997.

## COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DE ARTIGO



**revista brasileira de  
fisioterapia**  
brazilian journal of physical therapy

[PÁGINA INICIAL](#) [SOBRE](#) [PÁGINA DO USUÁRIO](#)

Página inicial > Usuário > Autor > Submissões > #95292 > **Avaliação**

**#RBFIS-1467 REPRODUTIBILIDADE DE TESTES DO DEGRAU EM PACIENTES BRONQUIECTÁSICOS. (SCI 1467 - M. 147/2012)**

[RESUMO](#) [AVALIAÇÃO](#) [EDIÇÃO](#)

**Submissão**

Autores	Anderson Alves de Camargo, Fernanda Cordoba Lanza, Thaiz Tupinambá, Simone Dal Corso
Título	REPRODUTIBILIDADE DE TESTES DO DEGRAU EM PACIENTES BRONQUIECTÁSICOS. (SCI 1467 - M. 147/2012)
Seção	Artigo Original
Editor	Coord. Editorial Geral
	Aparecida Maria Catai

**Avaliação**

**Rodada 1**

Versão para avaliação	<a href="#">RBFIS-1467-95292-477679-2-RV.PDF</a> 2012-07-02
Iniciado	2012-07-24
Última alteração	2012-10-09
Arquivo enviado	Nenhum(a)

**Decisão Editorial**

Decisão	—
Notificar editor	<input type="checkbox"/> Comunicação entre editor/autor <input type="checkbox"/> Sem comentários
Versão do editor	<a href="#">95292-479067-1-ED.PDF</a> 2012-07-02
Versão do autor	Nenhum(a)
Transferir Versão do Autor	<input type="text"/> <input type="button" value="Procurar..."/> <input type="button" value="Transferir"/>

**USUÁRIO**  
Logado como:  
**felanza**

[Meus periódicos](#)  
[Perfil](#)  
[Sair do sistema](#)

**AUTOR**

Submissões

- [Ativo \(1\)](#)
- [Arquivo \(2\)](#)
- [Nova submissão](#)

**IDIOMA**

Português (Brasil)

**NOTIFICAÇÕES**

[Visualizar \(12 nova\(s\)\)](#)  
[Gerenciar](#)

## ANEXO 1 – Aprovação do comitê de ética Santa Casa



### IRMANDADE DA SANTA CASA DE MISERICÓRDIA DE S PAULO

#### COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS

Rua Santa Isabel, 305 4º Santa Cecília CEP 01221-010 São Paulo – SP.

Tel.: (11) 2176-7689 Fax: (11) 2176-7688 E-mail: [eticamedbernadete@santacasasp.org.br](mailto:eticamedbernadete@santacasasp.org.br)

São Paulo, 06 de junho de 2011.

Ilmo.(a)Sr. (a).

Ft. Thaíz Tupinambá

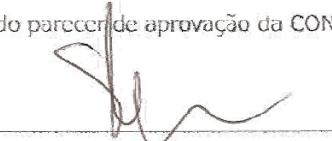
Serviço de Reabilitação

Projeto nº367/10

Informe este número para  
identificar seu projeto no CEP

O Comitê de Ética e Pesquisa da ISCMSP, em reunião ordinária, dia **27/10/10** e no cumprimento de suas atribuições, após revisão do seu projeto de pesquisa: **"Reprodutibilidade do Teste do degrau de Chester e Teste do degrau Incremental em pacientes com bronquiectasia"** emitiu parecer inicial em pendência e nesta data enquadrando-o na seguinte categoria:

- Aprovado (inclusive TCLE);**
- Com pendências** há modificações ou informações relevantes a serem atendida em 60 dias. (enviar as alterações em duas cópias);
- Retirado**, (por não ser rerepresentado no prazo determinado);
- Não aprovado:** e
- Aprovado (inclusive Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) e **encaminhado para apreciação da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – MS -CONEP, a qual deverá emitir parecer no prazo de 60 dias.** Informamos, outrossim, que, segundo os termos da Resolução 196/96 do Ministério da Saúde a pesquisa só poderá ser iniciada após o recebimento do parecer de aprovação da CONEP.

  
Prof. Dr. Nelson Keiske Ono

Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa – ISCMSP

Conforme a Resolução 196/96, o relatório parcial deve ser apresentado de forma detalhada ao CEP, inicialmente em 06/12/2011 e a cada seis meses. Conforme ofício circular 0226/CONEP/CNS, datado de 29-10-2010, a suspensão de estudo e relatório final deverão ser apresentados conforme modelo elaborado pela CONEP. Impressos disponíveis em nosso site: [www.santacasasp.org.br](http://www.santacasasp.org.br)

**ANEXO 2 – Termo de Consentimento para Participação em Pesquisa Clínica:****Nome do Participante:****Endereço:**

<b>Tel.:</b>	<b>Cidade:</b>	<b>Estado:</b>
<b>CEP:</b>	<b>E-mail:</b>	

As informações contidas neste prontuário serão fornecidas pelo aluno Anderson Alves de Camargo e Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Simone Dal Corso, objetivando firmar acordo escrito mediante o qual, o voluntário da pesquisa autoriza sua participação com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos e riscos a que se submeterá, com a capacidade de livre arbítrio e sem qualquer coação.

**1. Título do Trabalho Experimental:** “Capacidade física, função muscular periférica e atividade física na vida diária em pacientes com bronquiectasia”

**2. Objetivo:** Avaliar a capacidade física, função muscular periférica e os fatores determinantes da capacidade física em pacientes bronquiectásicos.

**3. Justificativa:** A importância em comparar o cansaço muscular dos braços e das pernas ajudará a entender a falta de ar que você sente ao andar, subir escadas e realizar atividades com os braços.

**4. Procedimentos da Fase Experimental:** As avaliações serão realizadas em 2 dias consecutivos. No primeiro dia, você fará a avaliação corporal (bioimpedância), no qual será medido o nível de água e músculo no seu corpo. Em seguida, fará um teste de força máximo com o músculo da perna (quadríceps) e do braço (bíceps) com uma contração muscular sustentada por 5 segundos. Após, você vai ficar contraíndo este músculo o máximo de tempo que aguentar (teste de endurance muscular) e realizará uma caminhada controlada por tempo e velocidade (Shuttle teste) em um corredor plano de 10 metros. Será entregue um aparelho que ficará com você por 5 dias para medir o quanto você anda por dia. No segundo dia, você responderá um questionário sobre a sua dificuldade respiratória, fará a prova do sopro (espirometria) que avalia a função do pulmão e realizará o teste ergoespirométrico na bicicleta

(teste, no qual a pessoa irá pedalar na bicicleta com uma velocidade constante) ideal para avaliação da sua capacidade física cardiovascular e respiratória.

**5. Desconforto ou Riscos Esperados:** Você poderá sentir intensa falta de ar e importante cansaço durante a avaliação da força e resistência do braço e perna. Mas você pode interromper o teste caso sinta desconforto intolerável. Pode ocorrer queda do oxigênio durante os testes, mas caso isso aconteça será administrado oxigênio.

**6. Informações:** O voluntário tem garantia que receberá respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento de qualquer dúvida quanto aos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com pesquisa. Também os pesquisadores supracitados assumem o compromisso de proporcionar informação atualizada obtida durante o estudo, ainda que esta possa afetar a vontade do indivíduo em continuar participando.

**7. Métodos Alternativos Existentes:** nada a declarar.

**8. Retirada do Consentimento:** Você tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo.

**9. Aspecto Legal:** Os aspectos legais estão elaborados de acordo com as diretrizes e normas regulamentadas de pesquisa envolvendo seres humanos atendendo à Resolução n.º196, de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério de Saúde – Brasília – DF.

**10. Garantia do Sigilo:** Os pesquisadores asseguram a sua privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa.

**11. Formas de Ressarcimento das Despesas decorrentes da Participação na Pesquisa:** Você será resarcido de despesas com eventuais deslocamentos.

**12. Local da Pesquisa:** A pesquisa será desenvolvida no Laboratório de Fisiologia Clínica do Esforço, Universidade Nove de Julho – UNINOVE, localizada à Av. Dr. Adolpho Pinto, 109, CEP: 01156-050, São Paulo - SP.

**Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa da Uninove: Av Francisco Matarazzo, nº 612, 1º andar – Prédio C – Água Branca – 05001-100**

**Tel.: (11) 3665-9310 / 3665-9309**

**13. Telefones para Contato:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Simone Dal Corso – (011) 98265-7679. Anderson Alves de Camargo – (011) 97150-8119 // 3665-9748.

**14. Consentimento Pós-Informação:**

Eu, \_\_\_\_\_,  
após leitura e compreensão deste termo de informação e consentimento,  
entendo que minha participação é voluntária, e que posso sair a qualquer  
momento do estudo, sem prejuízo algum. Confirmo que recebi cópia deste  
termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a  
divulgação dos dados obtidos neste estudo no meio científico.

\* Não assine este termo se ainda tiver alguma dúvida a respeito.

São Paulo, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2012.

Nome (por extenso):\_\_\_\_\_

Assinatura:\_\_\_\_\_

1<sup>a</sup> via: Instituição

2<sup>a</sup> via: Voluntário

**ANEXO 3 – Aprovação do Comitê de Ética – UNINOVE****COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CoEP**

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado **CAPACIDADE FÍSICA, FUNÇÃO MUSCULAR PERIFÉRICA E QUALIDADE DE VIDA EM PACIENTES COM BRONQUIECTASIA ANTES E APÓS PROGRAMA DE REabilitação PULMONAR** sob número de protocolo 451538 sob responsabilidade de **SIMONE DAL CORSO** sendo aprovado de acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde M/S, de 10/10/96.

São Paulo, 12 de Setembro 2011

  
/ profa. Dra. Cláudia Santos Oliveira  
Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa

**ANEXO 4 – Aprovação do Comitê de Ética CAPPesq – USP**

**Assunto:**Mensagem automática Sistema Gestão de Pesquisa HC-FMUSP

**Data:**Mon, 12 Mar 2012 12:19:00 -0300

**De:**CAPPesq <[cappesq@hcnet.usp.br](mailto:cappesq@hcnet.usp.br)>

**Para:**Investigador <[rafael.stelmach@incor.usp.br](mailto:rafael.stelmach@incor.usp.br)>

Prezado Investigador,

Você está recebendo um alerta automático do Sistema Gestão de Pesquisa HC-FMUSP.

Seu registro online nº **8681**, protocolo CAPPesq nº **0921/11**

**Título:** "*Capacidade física, função muscular periférica e qualidade de vida em pacientes com bronquiectasia antes e após programa de reabilitação pulmonar*"

passou para o status: **APROVADO** na Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa (CAPPesq) do HCFMUSP.

Atenciosamente,

Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq

Diretoria Clínica - HCFMUSP

11 3069-6442 ramal 18 | [cappesq@hcnet.usp.br](mailto:cappesq@hcnet.usp.br)