

Reproducibility of step tests in patients with bronchiectasis

Reprodutibilidade de testes do degrau em pacientes bronquiectásicos

Anderson A. Camargo¹, Fernanda C. Lanza¹,
Thaiz Tupinambá², Simone D. Corso¹

ABSTRACT | Background: The step test has been used to assess exercise capacity in patients with chronic respiratory disease; however, its use has not been described with regard to patients with bronchiectasis (BCT). **Objectives:** This study assessed the reliability of the Chester step test (CST) and the modified incremental step test (MIST) and also correlated these tests with pulmonary function, heart rate (HR), and distance walked during the 6-min walk test (6-MWT). **Method:** On separate days, 17 patients randomly underwent two CSTs, two MISTs, and two 6-MWTs. Number of steps (NOSs), HR, and perceived exertion were recorded immediately before and after these tests. **Results:** NOSs were similar across CSTs (124±65 and 125±67) and MISTs (158±83 and 156±76). Differences were not found across the CSTs and MISTs with regard to HR (138±25 bpm and 136±27 bpm), SpO₂ (91±5% and 91±3%), perceived exertion (dyspnea = 4 [3-5] and 4 [2-4.5]) and fatigue (4 [2-6] and 4 [3-5]). The CST was significantly briefer than the MIST (6.0±2.2 min and 8.6±3.0 min) and had fewer associated NOS (125±67 and 158±83). NOSs were correlated with FEV₁, the 6-MWD, and HR for both tests. **Conclusions:** The CST and MIST are reliable in patients with BCT. Patients tolerated the MIST more than the CST. Better lung function and 6-MWT scores predicted the greater NOSs and greater peak HR.

Keywords: physical therapy; bronchiectasis; stress test; step test.

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Camargo AA, Lanza FC, Tupinambá T, Corso SD. Reproducibility of step tests in patients with bronchiectasis. *Braz J Phys Ther.* 2013 May-June; 17(3):255-262. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552012005000089>

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). **Objetivos:** Analisar a reprodutibilidade 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 número de degraus (ND) foi reprodutível para TDC (124±65 e 125±67) e TDIM (158±83 e 156±76). Não houve diferença entre o TDC e o TDIM na FC (138±25 bpm e 136±27 bpm), SpO₂ (91±5% e 91±3%) e percepção do esforço [dispnéia: 4 (3-5) e 4 (2-4,5)] e fadiga 4 (2-6) e 4 (3-5)]. O TDC teve duração significativamente inferior ao TDIM (6,0±2,2 min e 8,6±3,0 min) e menor ND (125±67 e 158±83). Houve correlação do ND com o VEF₁, a DTC6 e a FC em ambos os testes. **Conclusões:** O TDC e o TDIM são reprodutíveis em bronquiectásicos. O TDIM é mais tolerado por esses pacientes. Quanto melhor a função pulmonar e DTC6, maior o ND e, conseqüentemente, maior a FC atingida no pico dos testes.

Palavras-chave: fisioterapia; bronquiectasia; teste de esforço; teste de degrau.

● 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 recorrentes¹. A distorção anatômica das vias aéreas de condução leva à redução da função pulmonar, mais comumente diagnosticada pela limitação ao fluxo aéreo². A dispnéia e a fadiga são os sintomas predominantes em pacientes bronquiectásicos, contribuindo para a redução da tolerância ao exercício^{3,4}.

Os testes clínicos de avaliação da capacidade física, tais como teste da caminhada de seis minutos (TC6), teste shuttle (ST) e teste do degrau (TD)^{5,6}, têm ampla utilização na prática clínica por sua fácil execução, seu baixo custo e sua representatividade das atividades de vida diária⁷. Embora o TC6 e o ST já tenham seus valores de referência e diferença clinicamente importante estabelecidos^{8,9}, o TD tem sido frequentemente utilizado em doenças respiratórias crônicas¹⁰. Sua vantagem em relação aos

¹Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação, Universidade Nove de Julho (UNINOVE), São Paulo, SP, Brasil

²Curso de Fisioterapia, Universidade Nove de Julho (UNINOVE), São Paulo, SP, Brasil

Received: 06/28/2012 Revised: 10/09/2012 Accepted: 11/30/2012

testes de caminhada é a portabilidade, facilitando seu uso em qualquer ambiente. O ritmo do TD é imposto por estímulos sonoros, favorecendo a análise em isocarga (mesmo número de degraus/minuto) quando da reavaliação do indivíduo após intervenções. Nesse contexto, o teste do degrau de Chester (TDC), desenvolvido para estimar a capacidade aeróbia de indivíduos saudáveis¹¹⁻¹³, também tem seu uso descrito em pacientes com doença pulmonar¹⁴⁻¹⁶. 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 teste¹⁴, enquanto, na doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), apenas 22% dos pacientes completaram até o terceiro de cinco estágios do TDC¹⁶. Dessa forma, nosso grupo desenvolveu uma adaptação do TDC reduzindo o ritmo inicial para 10 degraus/min e os incrementos ao longo do teste para um degrau a cada 30 segundos¹⁷. 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 DPOC¹⁸.

O uso de testes do degrau nunca foi descrito em pacientes com BCQ, cuja principal consequência funcional é a diminuição da capacidade de exercício. Os objetivos deste estudo foram analisar a reprodutibilidade do TDC e do 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.

● Método

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 Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo (ISCMSp), São Paulo, SP, Brasil, 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 (não fibrocísticos), estáveis clinicamente (ausência de mudança na medicação, dispnéia 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. Adicionalmente,

nenhum paciente estava realizando reabilitação pulmonar ou fisioterapia respiratória.

● Protocolo

Em dias separados (24 horas de intervalo), foram realizados dois TDC e dois TDIM, com repouso de 30 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

Espirometria

A espirometria foi realizada no primeiro dia de avaliação de acordo com recomendações estabelecidas¹⁹. O equipamento utilizado foi o CPF System™ (MedGraphics Corporation® St. Paul, MN, USA). As variáveis registradas foram: a capacidade vital forçada (CVF), o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁) e a relação entre ambos (VEF₁/CVF). Os resultados foram expressos em valores absolutos e em porcentagem do previsto¹⁹.

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/min (estágio 1), 20 degraus/min (estágio 2), 25 degraus/min (estágio 3), 30 degraus/min (estágio 4) e 35 degraus/min (estágio 5)¹¹. Cada estágio teve a duração de dois minutos, totalizando dez 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 (SpO₂) 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 dispnéia (Borg D) e fadiga em membros inferiores (Borg MMII) foi registrada antes e imediatamente ao final do TDC pela escala de Borg modificada²⁰, e a pressão arterial também foi aferida nesses momentos. O teste foi interrompido pelo paciente (por sintomas de dispnéia e/ou fadiga) ou pelo fisioterapeuta, caso o paciente não conseguisse manter o ritmo exigido em cada estágio, e/ou SpO₂ <88%. 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/min e incrementos de um degrau a cada 30 segundos, conforme descrição prévia¹⁷. 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 como para o 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*²¹. 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 previsto²².

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 interquartilico. A similaridade das variáveis de repouso inter e intratestes foi avaliada pelo teste *t* de *Student* pareado. Para testar a reprodutibilidade intrateste (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 Intraclasse (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, SpO₂, Borg D e Borg MMII no pico do exercício bem como para tempo de teste e NTD, foi utilizado o teste *t* de *Student* pareado. A correlação entre o NTD 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.

Reprodutibilidade do TDC e TDIM

Dez testes foram interrompidos pelo examinador, sendo quatro por queda da SpO₂ e sete pelo paciente no TDC, enquanto no TDIM, sete foram interrompidos pelo examinador, sendo três por queda da SpO₂ e dez pelo paciente. A porcentagem da FC máxima correspondeu a 80±10% do previsto no TDC e 82±12% do previsto no TDIM.

Não houve diferença estatisticamente significativa no repouso entre o TDC-1 e TDC-2 nas variáveis FC (83±12 bpm vs 84±13 bpm), SpO₂ (97±2 % vs 98±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±13 bpm vs 82±13 bpm), SpO₂ (96±2 % vs 96±2%), Borg D [2 (0,5-2) vs 0,5 (0-2)] e Borg MMII [2 (0-2) vs 1 (0-2,5)].

Os dados no pico dos dois testes (TDC e TDIM), bem como suas performances (NTD e tempo), estão demonstrados na Tabela 2, não havendo diferença significativa 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). Na análise de Bland-Altman, a diferença média no número de degraus entre o primeiro e segundo TDC foi 0,17 degraus/min (intervalo de concordância 95%: -19,8 a 19,5 degraus. Figura 1A); para o TDIM, a diferença média foi de 1,0 degrau/min (intervalo de concordância 95%: -56,8 a 58,8 degraus, Figura 1B). O maior intervalo de confiança no TDIM pode ser atribuído ao paciente que, em média, realizou 200 degraus, mas apresentou uma diferença entre o primeiro e segundo TDIM em torno de 100 degraus (Figura 1B), o que aumenta o desvio padrão das diferenças, resultando em maior intervalo de confiança na análise de Bland-Altman (Figura 1B). Ao refazermos a análise de Bland-Altman sem esse indivíduo, o intervalo de concordância fica compreendido entre -24 e 34,4 degraus.

Tabela 1. Características da amostra.

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

IMC: índice de massa corpórea, Kg/m²: quilograma por metro quadrado, CVF: capacidade vital forçada, L: litro, % prev: porcentagem do previsto, VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo, TC6: teste da caminhada de seis minutos, m: metro.

Tabela 2. Variáveis no pico do exercício do teste do degrau de Chester (TDC) e Teste do degrau incremental modificado (TDIM).

Variáveis	TDC-1	TDC-2	CCI (IC 95%)*	MD ± DP	TDIM-1	TDIM-2	CCI (IC 95%)*	MD ± DP
FC, bpm	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
SpO ₂ , %	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
NTD	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
Tempo, min	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
Borg D	4 (3-5)	4 (3-6)	0,96 (0,89-0,99)	-	4 (3-5)	4 (2-5)	0,87 (0,65-0,95)	-
Borg MMII	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, SpO₂=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.

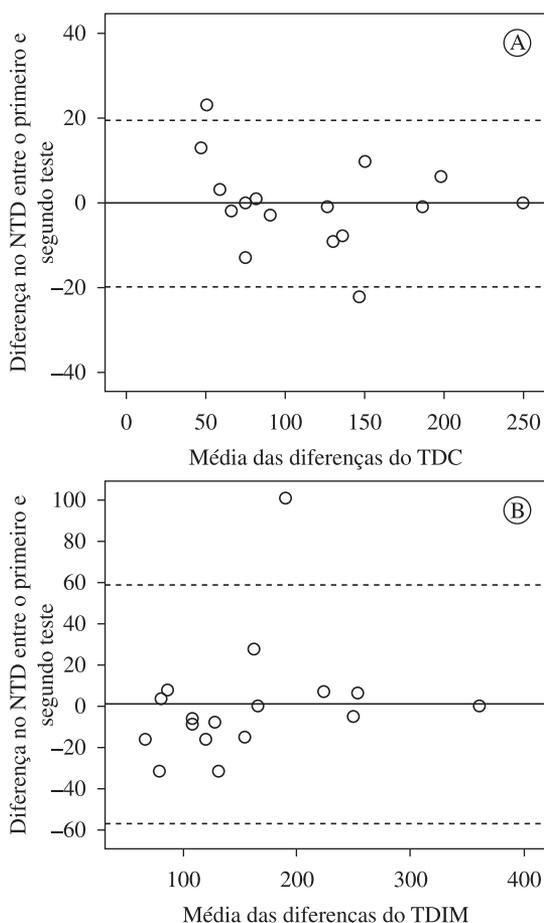


Figura 1. Análise gráfica de Bland-Altman para o número total de degraus (NTD) no teste do degrau de Chester (TDC) (Painel A) e no teste do degrau incremental modificado (TDIM) (Painel B). A linha sólida representa a média das diferenças e as tracejadas, o intervalo de concordância (95%).

Comparação de desempenho entre o TDC e TDIM

A análise interteste, melhor TDC vs melhor TDIM, mostrou diferenças no tempo de teste (6,1±2,2 min e 8,8±2,8 min; P<0,001) e NTD (128±64 degraus e 166±78 degraus; P<0,001). Não foram observadas

diferenças na FC no pico do exercício entre o TDC e o TDIM (138±25 bpm e 136±27 bpm, P=0,41), SpO₂ (91±5% e 91±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 no TDIM

Houve correlação do VEF₁ (L), da distância percorrida no TC6 com similares coeficientes ao comparar o número total de degraus no TDC e TDIM (Figura 2). Houve correlação entre o NTD e a FC no pico do teste com similares coeficientes ao comparar o TDC (r=0,74, p=0,001) e o TDIM (r=0,85; p<0,001) e correlação negativa entre o NTD e a idade com similares coeficientes ao comparar o TDC (r=-0,61, p=0,009) e o TDIM (r=-0,64; p=0,005).

• Discussão

Este estudo demonstra que o TDC e o TDIM são reprodutíveis em pacientes bronquiectásicos, o que pôde ser observado pela similaridade na FC, SpO₂, NTD, percepção de dispneia e de cansaço nos membros inferiores no pico do exercício entre os testes realizados no mesmo dia. O NTD, tanto no TDC quanto no TDIM, apresentou boa correlação com o VEF₁, com o 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 reprodutibilidade de diferentes testes do degrau tem sido estudada em paciente com fibrose pulmonar idiopática²³, DPOC¹⁶, asma²⁴ e fibrose cística²⁵. Embora Swinburn et al.²⁶ tenham observado grande

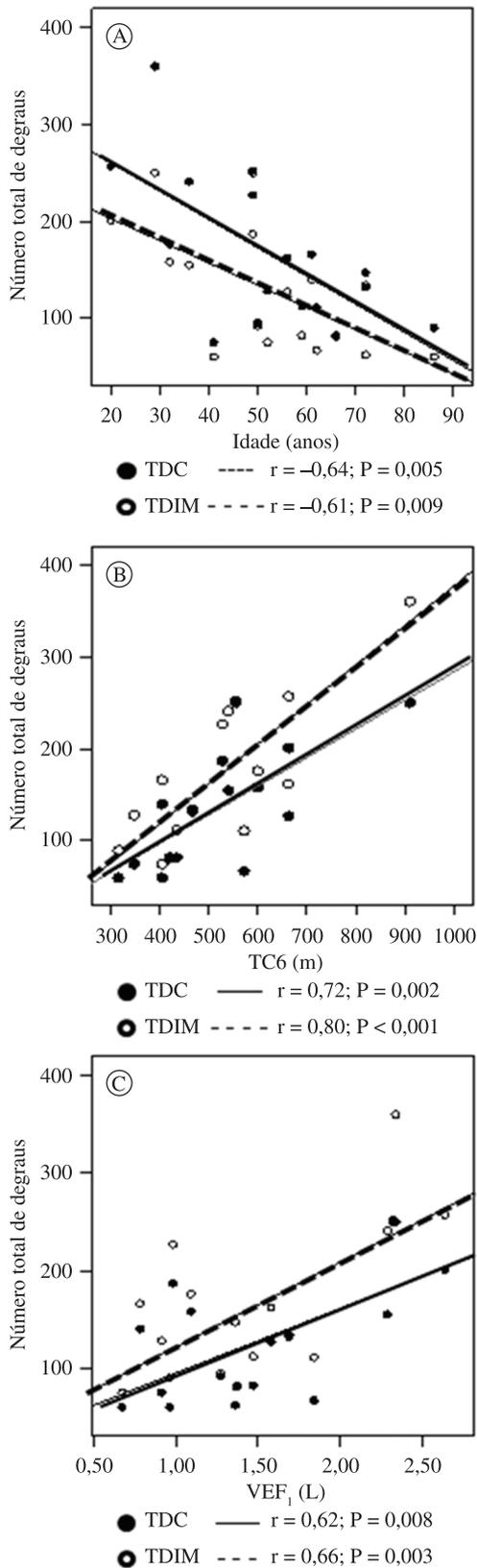


Figura 2. Correlação entre o número total de degraus no teste do degrau de Chester (TDC) e no teste do degrau incremental modificado (TDIM) com a idade, com o TC6 e com o VEF₁.

variação entre quatro testes do degrau realizados em DPOC, a maior parte dos estudos descreve o oposto, ou seja, pouca variação entre testes do degrau em pacientes com doença pulmonar crônica^{16,23-25}. Em indivíduos com DPOC, o TDC mostrou-se altamente reprodutível, com Coeficiente de Correlação Intraclassa de 0,99 (intervalo de confiança de 95%: 0,97-0,99) para o número de degraus entre dois testes realizados no mesmo dia¹⁶. Balfour-Lynn et al.²⁵, ao avaliar o teste do degrau de três minutos (15 cm de altura), cadenciado externamente (30 degraus/min), em dias distintos, em um subgrupo de indivíduos com fibrose cística (n=12), constataram que o teste é reprodutível pela avaliação da SpO₂, FC, 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/min, realizados em dias diferentes, Tancredi et al.²⁴ não observaram diferença na FC máxima (191±4,6 bpm e 192±5,0 bpm) e queda no VEF₁ (12,8±5,9% e 12,1±5,9%).

Em concordância com esses autores, a reprodutibilidade dos testes do degrau, TDC e TDIM, também foi confirmada nos pacientes bronquiectásicos no presente estudo, embora, na análise de Bland-Altman, o TDIM tenha apresentado um maior intervalo de concordância (-56,8 a 58,8 degraus). Atribuímos a melhor reprodutibilidade no TDC, pois seus incrementos são mais substanciais (cinco degraus) e abruptos ao longo do teste, o que faz o paciente perceber o esforço mais rapidamente²⁷, limitando o teste em tempos semelhantes. Por outro lado, o TDIM apresenta incrementos mais sutis, minimizando a magnitude dos sintomas, contribuindo para uma maior variação no seu tempo de realização e, conseqüentemente, no ND. Entretanto, vale ressaltar que a maioria dos pacientes avaliados no TDIM apresentou uma diferença compreendida entre ±20 degraus na análise de Bland-Altman (Figura 1B), sendo essa variação similar ao intervalo de confiança de Bland-Altman no TDC.

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 utilizado²⁷⁻²⁹. Mesmo apresentando tempos diferentes, as respostas cardiopulmonares no pico do exercício foram semelhantes no TDIM e no TDC nos pacientes bronquiectásicos. O fato de ambos os testes serem limitados por sintomas ou incapacidade de acompanhar o ritmo, fez com que os pacientes interrompessem o teste em intensidades similares, confirmado por equivalentes porcentagens da FC máxima no TDC e no TDIM ($80\pm 10\%$ e $82\pm 12\%$, respectivamente).

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 dez minutos. Recomenda-se que um teste de exercício incremental tenha duração entre oito e 12 minutos³⁰, portanto entendemos que o tempo de execução do TDIM é satisfatório para avaliação funcional nos bronquiectásicos. Ao se comparar o desempenho no TDC de nossa amostra de pacientes bronquiectásicos com pacientes com DPOC¹⁶, 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 ± 17 anos vs 70 ± 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 do 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. Um menor coeficiente de correlação foi observado entre o ND e o VEF_1 em pacientes com DPOC (r : 0,43)¹⁶. É possível que isso tenha ocorrido pelo maior comprometimento da função pulmonar nesses pacientes (VEF_1 : $46\pm 15\%$ previsto)¹⁶ em relação ao observado nos pacientes com BCQ avaliados no presente estudo (VEF_1 : $60\pm 10\%$ previsto).

A FC pico teve ótima correlação com o número de degraus atingidos no TDC e no TDIM, como esperado, pois o aumento do débito cardíaco (DC) durante o exercício depende fundamentalmente do incremento da FC até o máximo previsto para a idade, uma vez que o volume de ejeção sistólico estabiliza-se precocemente³⁰. Isso também explica a correlação negativa entre a idade e a performance nos testes do degrau, pois o DC tende a diminuir

com a idade, sobretudo devido à diminuição da FC máxima prevista³¹. Em outras palavras, como o DC é o produto da FC multiplicado pelo volume de ejeção sistólico, a diminuição da FC máxima prevista pela idade, diminui o DC, conseqüentemente, diminuindo o desempenho ao exercício.

Por fim, o TC6 apresentou ótima correlação com o TDC e o TDIM, sendo, portanto, esses testes representativos da capacidade funcional. Nesse contexto, o teste do degrau pode ser uma alternativa para a avaliação da capacidade funcional em pacientes com doença pulmonar crônica, mais especificamente quando há pouco espaço físico disponível para execução de testes de caminhada.

Este estudo explicita uma alternativa de teste clínico de campo (TDC e TDIM) que, além de ser de baixo custo como o TC6 e o 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 incrementos 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 de alta intensidade^{32,33}. Como ambos os testes do degrau não foram realizados com medida dos gases expirados e não foram comparados com o padrão-ouro, teste cardiopulmonar máximo realizado em esteira ou cicloergômetro, não podemos determinar se o TDC e o TDIM são testes máximos. Sem dúvida, ambos os testes do degrau são considerados de perfil incremental, pois a intensidade do exercício (ND por minuto no caso de testes do degrau) é aumentada progressivamente. Entretanto, não apenas os testes incrementais determinam respostas máximas ao exercício em pacientes com doença pulmonar crônica. Nesse contexto, Troosters et al.³⁴ demonstraram que o VO_2 pico foi similar entre o TC6 ($1,40\pm 0,29$ L/min) e o teste incremental máximo em cicloergômetro ($1,41\pm 0,18$ L/min), assim como a FC expressa em porcentagem do previsto ($82\pm 9\%$ e $85\pm 9\%$, respectivamente)³⁴. Para corroborar esses achados, Casas et al.³⁵ demonstraram que, a partir do terceiro minuto do TC6, os pacientes com DPOC atingem 90% do VO_2 observado no teste máximo em cicloergômetro. Turner et al.³⁶ também não encontraram diferença significativa na FC no pico do TC6 ($81,6\pm 11,4\%$ do previsto), ST ($79\pm 12,3\%$ do previsto) e cicloergômetro ($79,4\pm 9,4\%$ do previsto). Foram citados anteriormente estudos com DPOC, doença similar à BCQ, pois não há estudos

específicos comparando testes de exercício nessa população. Em relação a estudos com teste do degrau, Swinburn et al.²⁶ constataram que o VO_2 no pico do exercício do teste do degrau foi superior ao observado no cicloergômetro e no TC6. Vale ressaltar que o teste de degrau descrito por Swinburn et al.²⁶ pode ser considerado de carga constante, pois o ritmo do teste foi mantido em 15 degraus/min, entretanto não pode ser considerado submáximo, pois determinou elevado consumo de oxigênio no pico do exercício. Resultado similar foi encontrado por nosso grupo em pacientes com fibrose pulmonar idiopática, no qual o teste do degrau de seis minutos, com ritmo determinado pelo próprio paciente, determinou 90% do VO_2 obtido no teste incremental máximo em cicloergômetro²³.

Portanto, os testes da caminhada e do degrau, de fato, determinam respostas máximas em pacientes com DPOC e fibrose pulmonar idiopática. Mais uma vez, no presente estudo, não foi possível utilizar equipamento de medida dos gases expirados, não se podendo concluir se, na amostra estudada, os pacientes atingiram ou não o consumo máximo de oxigênio, contrastando com o teste padrão-ouro (incremental em esteira ou cicloergômetro), pois não é possível determinar se um teste é máximo ou submáximo levando-se em consideração apenas o critério FC no pico do exercício. Entretanto, com base na elevada porcentagem da FC máxima observada em ambos os testes no presente estudo, similar a encontrada nos estudos com DPOC, comparando os testes de caminhada (TC6 e ST) com o teste máximo, inferimos que o TDC e o TDIM são representativos de esforço máximo.

A determinação da FC durante o TDIM pode permitir que ele seja utilizado para a prescrição de exercício, além de ser possível determinar o estágio que o paciente alcança, outra possibilidade de prescrever e acompanhar a evolução do doente. Entretanto, cabe ressaltar que estudos específicos são necessários para determinar o TDIM como teste que tenha sensibilidade para prescrever o exercício.

Embora tenhamos avaliado um número limitado de pacientes, o estreito intervalo de confiança e as reduzidas médias das diferenças observadas nas variáveis analisadas, demonstra a ótima reprodutibilidade dos testes, respondendo ao objetivo central do presente estudo. A avaliação dos gases expirados durante os testes acrescentaria informações acerca 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. Como os testes de

caminhada são os mais comumente utilizados para avaliação da capacidade funcional em pneumopatas crônicos, estudos futuros, comparando-os com testes do degrau em termos de desfechos de esforço (VO_2 , FC e pressão arterial) e de sintomas (dispneia e fadiga), devem ser realizados em pacientes com BCQ.

Concluimos que o TDC e o TDIM são reprodutíveis em indivíduos com diagnóstico de bronquiectasia e que o TDIM é mais bem tolerado por esses pacientes. Quanto melhor a função pulmonar e a distância no TC6, melhor o desempenho nos testes do degrau, conseqüentemente, mais alta FC é atingida pelos pacientes no pico do exercício.

Referências

- O'Donnell A. Bronchiectasis. *Chest*. 2008;134:815-823. PMID:18842914. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.08-0776>
- Drain M, Elborn JS. Assessment and investigation of adults with bronchiectasis. *Eur Respir Mon*. 2011;52:32-43. <http://dx.doi.org/10.1183/1025448x.10003410>
- 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. <http://dx.doi.org/10.1053/rmed.2002.1330>
- 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. PMID:9279236. <http://dx.doi.org/10.1164/ajrccm.156.2.9607083>
- Vilaró J, Resqueti VR, Fregonezi GAF. Clinical assessment of exercise capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Rev Bras Fisioter*. 2008;12(4):249-259.
- Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Exercise testing: why, which and how to interpret. *Breath*. 2004;1(2):121-129.
- Solway S, Brooks D, Lacasse Y, Thomas S. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiopulmonary domain. *Chest*. 2001;119:256-270. PMID:11157613. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.119.1.256>
- 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. PMID:20159125. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2009.10.017>
- Singh SJ, Jones PW, Evans R, Morgan MD. Minimum clinically important improvement for the incremental shuttle walking test. *Thorax*. 2008;63(9):775-779. PMID:18390634. <http://dx.doi.org/10.1136/thx.2007.081208>
- 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.
- 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. <http://dx.doi.org/10.1016/j.physio.2004.03.008>
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. PMID:15039259 PMCID:1724781. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2003.005389>
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. PMID:15954051. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2004.09.025>
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. [http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514\(05\)70002-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514(05)70002-7)
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. PMID:21740727. <http://dx.doi.org/10.4187/respcare.01047>
17. Dal Corso S, Oliveira AN, Izbicki 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, et al. 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. PMID:12736842. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-003-0803-9>
19. Pereira CA. Espirometria. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Bras Pneumol*. 2002;28:S1-S82.
20. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982;14:377-81. PMID:7154893. <http://dx.doi.org/10.1249/00005768-198205000-00012>
21. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS Statement: guidelines for the six minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(1):111-117. PMID:12091180. <http://dx.doi.org/10.1164/ajrccm.166.1.at1102>
22. 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. PMID:19802464. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X2009005000032>
23. Dal Corso S, Duarte SR, Neder JA, Malaguti C, De Fuccio MB, De Castro Pereira CA, et al. A step test to assess exercise-related oxygen desaturation in interstitial lung disease. *Eur Respir J*. 2007;29(2):330-336. PMID:17050559. <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.00094006>
24. 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. PMID:15083756. <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.04.00039704>
25. Balfour-Lynn IM, Prasad SA, Lavery A, Whitehead BF, Dinwiddie R. A step in the right direction: assessing exercise tolerance in cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol*. 1998;25(4):278-284. [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0496\(199804\)25:4<278::AID-PPUL8>3.0.CO;2-G](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1099-0496(199804)25:4<278::AID-PPUL8>3.0.CO;2-G)
26. 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 Aug;40(8):581-6. PMID:4035628 PMCID:1020595. <http://dx.doi.org/10.1136/thx.40.8.581>
27. Kearon MC, Summers E, Jones NL, Campbell EJ, Killian KJ. Effort and dyspnoea during work of varying intensity and duration. *Eur Respir J*. 1991;4(8):917-925. PMID:1783081.
28. 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. PMID:10948999. <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-200008000-00001>
29. 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. PMID:6643191.
30. Neder JA, Nery LE. Teste de exercício cardiopulmonar. *J Pneumol*. 2002;28(Supl 3):S166-S206.
31. Gerstenblith G, Renlund D, Lakatta E. Cardiovascular response to exercise in younger and older men. *Fed Proc*. 1987;46:1834-1839. PMID:3556604.
32. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Casaburi R, Whipp BJ. Clinical exercise testing. In: Principles of exercise testing and interpretation. 3rd ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 1999. p. 115-142.
33. 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. PMID:12524257. <http://dx.doi.org/10.1164/rccm.167.2.211>
34. Troosters T, Vilaro J, Rabinovich R, Casas A, Barberà JA, Rodriguez-Roisin R, et al. Physiological responses to the 6-min walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J*. 2002;20(3):564-569. PMID:12358329. <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.02.02092001>
35. Casas A, Vilaro J, Rabinovich R, Mayer A, Barberà JA, Rodriguez-Roisin R, et al. Encouraged 6-min walking test indicates maximum sustainable exercise in COPD patients. *Chest*. 2005;128(1):55-61. PMID:16002916. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.128.1.55>
36. Turner SE, Eastwood PR, Cecins NM, Hillman DR, Jenkins SC. Physiologic responses to incremental and self-paced exercise in COPD: a comparison of three tests. *Chest*. 2004;126(3):766-73. PMID:15364755. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.126.3.766>

Correspondence

Simone Dal Corso

Rua Vergueiro, 235/249, 2o subsolo, Liberdade, CEP 01504-001, São Paulo, SP, Brasil.
e-mail: simonedc@uninove.br