



Determinantes clínicos do teste do degrau incremental modificado em adultos com bronquiectasia não fibrocística

Melike Mese Buran¹, Sema Savci², Aylin Tanriverdi³,
Buse Ozcan Kahraman⁴, Damla Gunduz⁵, Can Sevinc⁵

1. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Universidade Dokuz Eylül, Izmir, Turquia.
2. Departamento de Fisioterapia e Reabilitação, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Acibadem Mehmet Ali Aydınlar, Istanbul, Turquia.
3. Departamento de Fisioterapia e Reabilitação, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Çankırı Karatekin, Çankırı, Turquia.
4. Faculdade de Fisioterapia e Reabilitação, Universidade Dokuz Eylül, Izmir, Turquia.
5. Departamento de Pneumologia, Faculdade de Medicina, Universidade Dokuz Eylül, Izmir, Turquia.

Submetido: 22 de setembro de 2023.
Aceito: 16 de novembro de 2023.

Estudo realizado no Departamento de Pneumologia, Faculdade de Medicina, Universidade Dokuz Eylül, Izmir, Turquia.

RESUMO

Objetivos: Este estudo teve como objetivo principal investigar os determinantes clínicos do Teste do Degrau Incremental Modificado (TDIM) em adultos com bronquiectasia não fibrocística (BNFC). Um objetivo secundário foi comparar as respostas cardiopulmonares após o TDIM e o Teste Graduado de Caminhada (TGC), dois testes de campo máximos amplamente adotados e limitados por sintomas em doenças respiratórias crônicas.

Métodos: Quarenta e seis pacientes com bronquiectasia clinicamente estável participaram deste estudo transversal. O TDIM e TGC foram realizados para determinar a capacidade de exercício, enquanto a gravidade da doença, fadiga e qualidade de vida foram avaliadas usando o Índice de Gravidade da Bronquiectasia (BSI), a Escala de Gravidade da Fadiga (FSS) e o Questionário Respiratório de Saint George (SGRQ), respectivamente. A força muscular do quadríceps foi avaliada usando um dinamômetro manual, a velocidade de caminhada com um dispositivo de sensor inercial sem fio e o nível de atividade física (passos/dia) com um pedômetro. **Resultados:** O escore BSI, a força muscular do quadríceps, a contagem diária de passos e o escore total do SGRQ explicaram 61,9% da variação no TDIM ($p < 0,001$, $R^2 = 0,67$, $AR^2 = 0,619$). O escore BSI ($r = -0,412$, $p = 0,004$), a força muscular do quadríceps ($r = 0,574$, $p = 0,001$), a contagem diária de passos ($r = 0,523$, $p < 0,001$), a velocidade de caminhada ($r = 0,402$, $p = 0,006$), o escore FSS ($r = -0,551$, $p < 0,001$) e o escore total do SGRQ ($r = -0,570$, $p < 0,001$) correlacionaram-se com o TDIM. Os pacientes atingiram maiores frequências cardíacas (FC), FC%, dessaturação, dispneia e fadiga nas pernas no TDIM em comparação com o TGC ($p < 0,05$). **Conclusões:** A gravidade da doença, a força muscular do quadríceps, o nível de atividade física e a qualidade de vida foram determinantes do TDIM. As vantagens do TDIM, incluindo uma resposta cardiopulmonar mais elevada que no TGC e maior portabilidade, que facilita sua utilização em diversos ambientes, fazem do TDIM a escolha preferencial para investigar a capacidade de exercício limitada por sintomas em pacientes com BNFC.

Palavras-chave: bronquiectasia, capacidade de exercício, teste de degraus, atividade física, velocidade de caminhada, qualidade de vida.

INTRODUÇÃO

A bronquiectasia é uma doença respiratória crônica e progressiva na qual não apenas a capacidade funcional de exercício, a qualidade de vida e a habilidade para realizar atividades diárias são comprometidas, mas também ocorre envolvimento pulmonar e extrapulmonar.^(1,2) Na bronquiectasia, a presença crônica de escarro, sintomas de fadiga, dispneia e um declínio na força e resistência muscular periférica afetam negativamente a capacidade funcional de exercício.^(3,4)

Os testes de caminhada de campo mais comumente utilizados para avaliar a capacidade funcional de exercício em pacientes com bronquiectasia são o teste de caminhada de 6 minutos (TC6M) e o teste graduado da caminhada (TGC).⁽⁵⁾ Os testes de degrau oferecem vantagens devido a sua maior portabilidade em comparação com os testes de caminhada e à necessidade de menos espaço durante sua aplicação, tornando-os adequados para uso em

qualquer ambiente.⁽⁶⁾ Os testes de degrau podem ser autocontrolados ou controlados externamente, como o TC6M e o TGC. Eles também podem ser realizados com carga constante ou incremental, semelhante aos protocolos de cicloergômetro e esteira.⁽⁶⁾ O Teste do Degrau Incremental Modificado (TDIM) é um teste de degrau de campo máximo limitado aos sintomas que avalia a capacidade de exercício com taxas de degrau gradualmente crescentes.⁽⁷⁾ Este teste é confiável e responsivo à reabilitação pulmonar em indivíduos com doença respiratória crônica estável.⁽⁸⁾ Na bronquiectasia, o TDIM foi avaliado em apenas um estudo, e o número de passos (NDPs) no TDIM correlacionou-se fortemente com a função pulmonar, a distância percorrida no TC6M e frequência cardíaca.⁽⁷⁾ O TGC, o teste de caminhada de campo máximo mais comumente utilizado, e o TDIM são válidos para medir a capacidade máxima de exercício e têm demonstrado respostas cardiopulmonares máximas em indivíduos com bronquiectasia.^(7,9) Portanto, a duração

Correspondência para:

Melike Mese Buran, Bairro Yunus Emre, Rua Sarki, 6/2, Ankara, Turquia. Telefone: +90507 004 52 10. E-mail: pt.melikemeses@gmail.com

Auxílio financeiro: Este estudo não recebeu nenhum financiamento específico de agências de fomento nos setores público, comercial ou sem fins lucrativos.

da tolerância ao exercício, o estresse cardiopulmonar e a percepção do esforço em pacientes com bronquiectasia são comparáveis usando o TGC e o TDIM.

Os determinantes da capacidade de exercício na bronquiectasia foram investigados anteriormente em poucos estudos. Enquanto os preditores do TGC foram relatados como sendo idade, composição corporal, função respiratória, falta de ar e atividade física na vida diária em um estudo,⁽⁹⁾ idade e sexo também foram descritos em outro.⁽¹⁰⁾ Os escores de sintomas e atividade do Questionário Respiratório de Saint George (SGRQ) e o escore da tomografia computadorizada de alta resolução (TCAR) foram identificados como preditores do TC6M.⁽¹¹⁾ Embora os fatores que limitam a capacidade de exercício na bronquiectasia sejam multifatoriais, eles ainda não foram explicitamente estudados. Considerando todas essas informações, explorar os determinantes da capacidade de exercício em indivíduos com bronquiectasia torna-se essencial. Nos últimos anos, a importância do TDIM, um teste de degrau para avaliar a capacidade de exercício em indivíduos com doenças pulmonares crônicas, aumentou; no entanto, nenhum estudo na literatura investigou seus determinantes clínicos. O TDIM proporciona novas oportunidades para avaliar a capacidade de exercício, prescrever treinamento físico e reavaliar os resultados de programas de exercícios em ambientes nos quais os testes tradicionais de caminhada no campo são inviáveis.⁽⁸⁾ Identificar variáveis clínicas e funcionais que explicam o TDIM na bronquiectasia pode servir como indicadores potenciais para se beneficiar de programas de reabilitação pulmonar.

Portanto, o objetivo principal deste estudo foi determinar quais fatores influenciam a capacidade de exercício medida pelo TDIM usando diferentes parâmetros clínicos e funcionais, incluindo a gravidade da doença, força muscular, o nível de atividade física, a velocidade de caminhada e avaliação da qualidade de vida em indivíduos com bronquiectasia não fibrocística (BNFC). O objetivo secundário foi comparar os resultados obtidos com o TDIM e o TGC.

MÉTODOS

Este estudo descritivo e transversal envolveu pacientes diagnosticados com bronquiectasia que foram acompanhados no Departamento de Pneumologia da Universidade Dokuz Eylül, em Izmir, Turquia, entre setembro de 2019 e março de 2021. O protocolo do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Dokuz Eylül (2019/18-21), e consentimento informado por escrito foi obtido de todos os participantes. O estudo incluiu indivíduos diagnosticados com BNFC, confirmado por TCAR, que estavam clinicamente estáveis (sem uso de antibióticos há quatro semanas) e não tinham participado de programas regulares de reabilitação pulmonar. Aqueles com problemas cardíacos graves, doenças neurológicas ou ortopédicas e/ou malignidades foram excluídos.

As características físicas e sociodemográficas dos participantes foram registradas. Imagens de TCAR foram

obtidas de seus prontuários clínicos. Um teste de função pulmonar (Sensor Medics Vmax 22, SensorMedics, Inc., Anaheim, CA, EUA) foi realizado para medir o volume expiratório forçado em 1 segundo (VEF1) e a capacidade vital forçada (CVF) seguindo as diretrizes recomendadas pela *American Thoracic Society* e a *European Respiratory Society*.⁽¹²⁾

A avaliação da percepção de dispneia foi realizada usando a escala de dispneia do *Medical Research Council* (MRC), um sistema de pontuação categórica que varia de 0 a 5 pontos. Esta escala envolve escolher a declaração que melhor representa o grau de dispneia entre cinco declarações diferentes sobre dispneia.⁽¹³⁾

A gravidade da doença foi avaliada usando o Índice de Gravidade da Bronquiectasia (BSI). Tal índice é uma ferramenta válida para identificar pacientes com risco aumentado de mortalidade, hospitalização e exacerbações futuras. Ele compreende oito parâmetros, que incluem idade, índice de massa corpórea (IMC), volume expiratório forçado em 1 segundo (VEF1), hospitalizações anteriores, frequência de exacerbações, o escore na escala modificada do *Medical Research Council* (mMRC) para dispneia, o status de colonização (*Pseudomonas aeruginosa* ou outros organismos) e a extensão dos achados radiológicos; maiores escores no BSI indicam maior gravidade da doença. De acordo com a pontuação do BSI, a gravidade da doença pode ser categorizada como leve (0-4 pontos), moderada (5-8 pontos) ou grave (≥ 9 pontos).⁽¹⁴⁾

O TDIM foi utilizado, conforme descrito anteriormente, para avaliar a capacidade de exercício.⁽⁷⁾ O teste de degrau começou a uma taxa de 10 passos/min, com incrementos de um passo introduzidos a cada 30 segundos. A taxa de passos progrediu em intervalos regulares por meio de estímulos auditivos previamente gravados em um disco.⁽⁷⁾

O TGC também foi usado para avaliar a capacidade de exercício.⁽¹⁵⁾ Esse teste foi realizado em um corredor vazio e silencioso de 10 m, e a velocidade de caminhada foi guiada por um sinal sonoro, que começou em 0,5 m/s e aumentou progressivamente.

Dois TDIMs e dois TGCs foram realizados no mesmo dia, com um período de repouso de pelo menos 30 minutos entre eles. O segundo conjunto de testes foi realizado assim que os sinais vitais dos participantes retornaram aos níveis basais para garantir condições clínicas consistentes para cada paciente em ambos os testes. Os NDPs mais altos no TDIM⁽⁷⁾ e a melhor distância no TGC foram registrados.⁽⁵⁾ Os valores de saturação de oxigênio e frequência cardíaca (pulso-oximetria - Beurer PO30 Oxímetro de Pulso, Alemanha), dispneia (Escala Modificada de Borg) e fadiga (Escala de Estresse Percebido (EEP)) foram avaliados antes e após os testes. Os testes foram interrompidos em casos de o participante declarar incapacidade de continuar, do pesquisador observar que o participante não estava com condições para continuar o teste, dois sinais sonoros consecutivos foram perdidos ou SpO₂ < 80%. Os motivos para interromper os testes, o

NDPs total e o tempo para conclusão do teste foram registrados. A frequência cardíaca máxima (FC_{máx}) foi determinada usando a fórmula $[220 - \text{idade}]$, o que permitiu calcular a porcentagem de FC_{máx} atingida no final dos testes.⁽¹⁶⁾

A velocidade de caminhada foi avaliada utilizando um dispositivo de sensor inercial sem fio (G-Sensor-BTS Bioengineering-S.p.A., Itália) preso à cintura do participante com uma correia semielástica ao nível de L4-L5.⁽¹⁷⁾ Os participantes foram instruídos a caminhar ao longo de um percurso de 8 metros em uma velocidade autodeterminada, e a velocidade de caminhada foi registrada em m/s.

Um dinamômetro manual (Lafayette Instrument Co., Lafayette, IN, EUA) foi utilizado para avaliar a força muscular do quadríceps. A medição envolveu um exercício isométrico de extensão do joelho a 90° de flexão, repetido três vezes, com o melhor valor registrado em Newtons (N).⁽¹⁸⁾ Percentuais de força muscular foram calculados com base em valores de referência.⁽¹⁹⁾

O nível de atividade física (passos/dia) foi avaliado usando um pedômetro (CW-700, Pedômetro Digi-walker, Yamax-Corp., Tóquio, Japão), um dispositivo prático e adequado para pacientes com bronquiectasia.⁽²⁰⁾ O pedômetro foi usado na cintura no lado dominante na linha média da coxa por sete dias consecutivos, exceto durante o banho ou natação. O total de passos em uma semana, a distância percorrida (quilômetros), a duração da atividade (horas) e o gasto calórico (kcal) foram obtidos do pedômetro, e os valores médios diários desses parâmetros foram calculados.⁽²¹⁾

A Escala de Gravidade da Fadiga (FSS) foi utilizada para estimar o nível de fadiga dos participantes.⁽²²⁾ Na FSS, escores ≥ 4 pontos indicam a presença de fadiga grave. O Questionário Respiratório de Saint George⁽²³⁾ foi utilizado para avaliar a qualidade de vida, já que o SGRQ permite comparações com estudos anteriores,^(11,23) e há fortes evidências que apoiam sua validade, confiabilidade interna e reprodutibilidade.⁽²⁴⁾ As versões turcas da FSS e SGRQ foram validadas e são consideradas confiáveis.^(25,26)

A análise estatística foi realizada usando o software IBM SPSS, versão 24.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA). Todas as variáveis foram expressas em média \pm desvio padrão, frequência e porcentagem quando apropriado. A normalidade da distribuição foi avaliada usando o teste de normalidade por assimetria e curtose e histogramas. Quando aplicável, a correlação entre os NDPs no TDIM e as variáveis foi determinada por meio de análises de correlação de Pearson/Spearman. Os coeficientes de correlação foram interpretados como fracos para $r = 0,2-0,3$, moderados para $r = 0,3-0,5$ e fortes para $r \geq 0,5$.⁽²⁷⁾ Significância estatística foi estabelecida em $p < 0,05$. O teste t pareado foi usado para comparar os resultados nos testes TGC e TDIM. Dados categóricos nos testes de exercício foram comparados com o teste qui-quadrado.

Um modelo de regressão foi desenvolvido para identificar os determinantes do TDIM. Variáveis independentes mostrando uma correlação significativa com o TDIM foram incluídas no modelo. A adequação do modelo foi avaliada utilizando estatísticas de resíduos e de ajuste apropriadas.

Com base em um estudo semelhante em que os preditores do TGC foram previamente determinados,⁽¹⁰⁾ o tamanho amostral foi calculado como sendo 46 pacientes, considerando um tamanho de efeito esperado de 0,727, um alfa de 0,05 e um poder estatístico de 0,95, usando o software G*Power, versão 3.1.

RESULTADOS

Um total de 48 indivíduos que preenchiam os critérios de inclusão participaram do estudo. Quarenta e seis foram avaliados, e seus dados foram analisados (Figura 1). Vinte e seis (56%) participantes eram do sexo feminino, enquanto 20 eram do sexo masculino. Suas características demográficas e clínicas estão mostradas na Tabela 1.

A classificação da gravidade da doença entre os indivíduos foi a seguinte: 30 (65,2%) tinham bronquiectasia leve, 10 (21,7%) moderada e seis (13,1%) grave. Os pacientes alcançaram 35% da força muscular do quadríceps em relação aos valores estimados. Além disso, 25 (54,3%) pacientes relataram sentir fadiga grave.

As correlações entre os NDPs no TDIM dos pacientes e seus parâmetros clínicos podem ser observadas na Tabela 2. O NDPs no TDIM mostrou uma forte correlação com a distância percorrida no TGC ($r = 0,788$, $p < 0,001$), força muscular dos quadríceps ($r = 0,574$, $p = 0,001$), número diário de passos ($r = 0,523$, $p <$

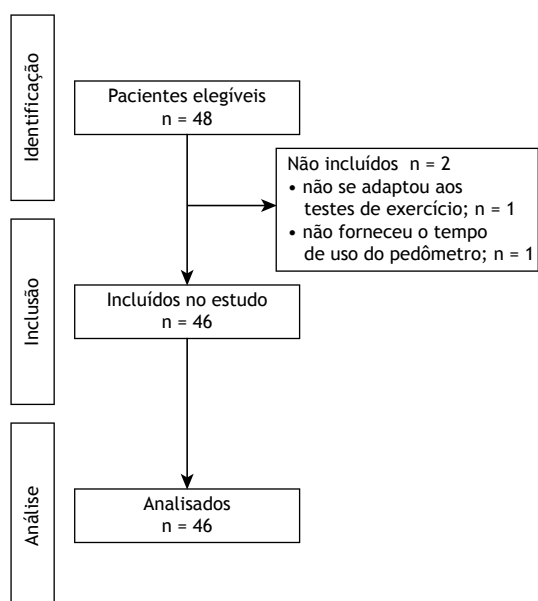


Figura 1. Fluxograma de inclusão dos participantes do estudo.

Tabela 1. Características demográficas e clínicas de indivíduos com bronquiectasia.

Variáveis	Média (DP)	Intervalo
Idade (anos)	59,30 (7,72)	41 - 74
Peso corporal (kg)	73,98 (12,59)	48 - 97
Índice de massa corpórea (kg/m ²)	27,93 (4,41)	20,20 - 37,90
Massa livre de gordura (kg)	51,12 (10,29)	30,80 - 74,40
Duração da doença (anos)	13,43 (11,36)	1 - 50
História de tabagismo (maços-ano)	10,28 (21,25)	0 - 120
Etiologia, n (%)		
Idiopática	16 (35)	-
Complicações pós-infecção	12 (27)	-
Doenças autoimunes	9 (19)	-
Doença respiratória (asma, DPOC)	9 (19)	-
Outras razões (inalação tóxica)		
Uso de medicamentos, n (%)		
Broncodilatador inalatório	21 (45,65)	-
Corticoide inalatório	7 (15,21)	-
Mucolíticos	4 (8,69)	-
Anti-hipertensivos	10 (21,73)	-
Medicamento redutor de glicose	4 (8,69)	-
Medicamento modificador lipídico	2 (4,34)	-
VEF1 (pred%)	75,58 (19,13)	27 - 110
CVF (pred%)	81,04 (17,89)	41 - 118
Escore MRC	1,71 (0,54)	1 - 3
Escore BSI	4,5 (2,68)	2 - 12
Velocidade de caminhada em 8 m (m/s)	1,16 (0,16)	0,86 - 1,63
Quadríceps (N)	122,54 (24,46)	77,47 -180,44
Número de passos (passos/dia)	6,418,74 (2,225,30)	2,813,00 -11,479,00
Distância caminhada (km/dia)	3,94 (1,58)	1,54 - 7,48
Gasto energético (kcal/dia)	260,16 (117,76)	92,94 -626,47
Duração total de atividade física (min/dia)	67,8 (21,00)	31,2 - 112,8
Escore da Escala de Gravidade da Fadiga	5,45 (3,22)	2,25 - 12,75
SGRQ total	32,36 (12,40)	9,36 - 63,67
SGRQ sintomas	40,86 (16,53)	0,00 - 76,23
SGRQ atividade	44,02 (15,79)	11,16 - 79,79
SGRQ impacto	22,51 (14,28)	4,51 - 64,09

N = 46 participantes; valores expressos como média (DP); MRC = Escala de Dispneia do *Medical Research Council*; BSI = Índice de Gravidade da Bronquiectasia; SGRQ = Questionário Respiratório de Saint George; VEF1 = Volume Expiratório Forçado em 1s; CVF = Capacidade Vital Forçada.

0,001), distância caminhada ($r = 0,629$, $p < 0,001$), gasto energético total ($r = 0,528$, $p < 0,001$), escore FSS ($r = -0,551$, $p < 0,001$), escore total do SGRQ ($r = -0,570$, $p < 0,001$), escore de atividade do SGRQ ($r = -0,541$, $p < 0,001$) e o escore de impacto do SGRQ ($r = -0,525$, $p < 0,001$). Enquanto isso, o NDPs no TDIM apresentou uma correlação moderada com o VEF1 (pred%) ($r = 0,456$, $p = 0,001$), CVF (pred%) ($r = 0,403$, $p = 0,005$), BSI ($r = -0,412$, $p = 0,004$), velocidade de caminhada em 8 metros ($r = 0,402$, $p = 0,006$) e duração da atividade ($r = 0,378$, $p = 0,001$).

Um modelo de regressão linear múltipla foi utilizado para identificar os determinantes do NDPs no TDIM (Tabela 3). Nossos achados indicam que o escore do BSI ($p = 0,004$), a força muscular dos quadríceps ($p = 0,002$), o número diário de passos no pedômetro ($p = 0,039$) e o escore total do SGRQ ($p = 0,003$) explicaram a variação no NDPs no TDIM em 61,9% [$F = 13,190$, $p < 0,001$, $R^2 = 0,67$, $AR^2 = 0,619$].

O desempenho no TGC e TDIM, as respostas fisiológicas e a percepção do exercício pelos pacientes estão apresentadas na Tabela 4. Não foram observadas diferenças nos valores de repouso de FC, dispneia ou fadiga nas pernas entre o TGC e o TDIM ($p > 0,05$). A SpO₂ em repouso foi significativamente mais alta antes do TDIM do que do TGC ($p = 0,038$, $96,58 \pm 1,32$ vs. $96,26 \pm 1,55$, respectivamente). As mudanças nos parâmetros de FC, dispneia e fadiga nas pernas durante o TDIM foram significativamente maiores em comparação ao TGC ($p < 0,001$). Enquanto 64% da FC_{máx} foi atingida no TGC, 82% foi atingida no TDIM. Três participantes (6%) no TGC e 27 (59%) no TDIM atingiram a FC_{máx} e completaram os testes. Mudanças na SpO₂ entre o repouso e o exercício $\geq 4\%$ foram consideradas dessaturação. Todos os participantes que apresentaram dessaturação no TGC também mostraram no TDIM.

Tabela 2. Análise univariada das variáveis e do número de passos no TDIM.

Variáveis	NDPs no TDIM	
	r	p
Idade (anos)	-0,290†	0,050
Sexo	0,008‡	0,957
Altura (m)	0,137†	0,364
Peso corporal (kg)	0,100†	0,508
Índice de massa corpórea (kg/m ²)	0,024†	0,873
Massa livre de gordura (kg)	0,195†	0,195
Duração da doença (anos)	-0,193‡	0,198
História de tabagismo (maços-ano)	0,092‡	0,542
VEF1 (pred%)	0,456†	0,001*
CVF (pred%)	0,403†	0,005*
Escore BSI	-0,412 ‡	0,004*
Distância no TGC (m)	0,788†	<0,001*
Velocidade de caminhada em 8 m (m/s)	0,402†	0,006*
Quadríceps (N)	0,574†	<0,001*
Número de passos (passos/dia)	0,523†	<0,001*
Distância caminhada (km/dia)	0,629†	<0,001*
Gasto energético (kcal/dia)	0,528†	<0,001*
Duração total de atividade física (min/dia)	0,378†	0,001*
Escore da Escala de Gravidade da Fadiga	-0,551‡	<0,001*
SGRQ total	-0,570†	<0,001*
SGRQ sintomas	-0,190†	0,206
SGRQ atividade	-0,541†	<0,001*
SGRQ impacto	-0,525‡	<0,001*

N = 46 participantes; TGC = Teste Graduado de Caminhada; TDIM = Teste do Degrau Incremental Modificado; MRC = Escala de Dispneia do *Medical Research Council*; BSI = Índice de Gravidade da Bronquiectasia; SGRQ = Questionário Respiratório de Saint George; VEF1 = Volume Expiratório Forçado em 1s, CVF = Capacidade Vital Forçada; NDPs = Número de Passos; * p < 0,05; †Pearson r, ‡Spearman rho.

DISCUSSÃO

Este estudo é o primeiro a investigar os determinantes da capacidade de exercício com o TDIM em indivíduos com bronquiectasia usando diferentes parâmetros clínicos e funcionais. A gravidade da doença, a força muscular periférica, o nível de atividade física, a velocidade de caminhada, a fadiga e a qualidade de vida foram relacionadas ao NDPs no TDIM. A gravidade da doença, a força muscular periférica, o nível de atividade física e a qualidade de vida foram identificados como determinantes do TDIM. Além disso, os pacientes alcançaram maiores valores de FC, FC%, taxas de dessaturação, dispneia e fadiga nas pernas no TDIM em comparação com o TGC.

Corroborando os achados de estudos anteriores, foi observada uma diminuição na capacidade de exercício no TGC nos pacientes com bronquiectasia.^(10,28-31) Apenas um estudo avaliou a capacidade de exercício com o TDIM em indivíduos com bronquiectasia. Embora os valores de FC, NDPs médio e duração do teste durante o pico do exercício neste estudo fossem semelhantes aos relatados em um estudo anterior,⁽⁷⁾ os escores de SpO₂ (%) e dispneia foram diferentes. Tais discrepâncias podem ser atribuídas à melhor função respiratória dos participantes no presente estudo. A gravidade da doença não foi avaliada no estudo anterior,⁽⁷⁾ o que dificulta comparações.

Até onde sabemos, nenhum estudo na literatura explorou a relação entre os resultados do TDIM e TGC em pacientes com bronquiectasia. Considerando que ambos os testes são válidos para medir a capacidade máxima de exercício em indivíduos com bronquiectasia e provocam respostas cardiopulmonares máximas, é possível comparar o desempenho do paciente em ambos os testes. O valor de FCmáx% alcançado no TDIM foi maior em comparação com o TGC (82% vs. 64%), com mais participantes atingindo a FCmáx (n = 27 vs. n = 3) e completando o teste. Embora o TGC seja amplamente utilizado em estudos envolvendo pacientes com bronquiectasia,^(3,10) com base nesses resultados, o TDIM é considerado mais eficaz em aumentar a frequência cardíaca do que o TGC. O aumento no TDIM em intervalos mais frequentes pode ter acelerado a frequência cardíaca em pacientes com maior capacidade funcional. Portanto, o TDIM pode ser considerado um teste de exercício mais útil do que o TGC para indivíduos com alta capacidade funcional. Além disso, o teste de degraus tem uma vantagem sobre o teste de caminhada em termos de portabilidade e aplicabilidade em espaços menores, sendo adequado para situações que não dispõem de espaço adequado para o teste de caminhada de campo máximo.

A fadiga é observada em 74% dos pacientes com bronquiectasia,⁽³²⁾ resultando em comprometimento da tolerância ao exercício.⁽¹¹⁾ O escore da FSS mostrou

Tabela 3. Análise de regressão linear múltipla das variáveis associadas ao número de passos no TDIM.

Variáveis independentes	B	EP	IC 95%	t	P
Constante	86,932	49,436	-13,092 a 186,895	1,758	0,087
Escore BSI	-6,028	1,971	-10,015 a 2,041	-3,058	0,004*
Quadríceps (N)	8,447	0,2504	3,381 a 13,512	3,381	0,002*
Número de passos (passos/dia)	0,006	0,003	0,00 a 0,012	2,138	0,039*
SGRQ total	-1,75	0,551	-2,865 a -0,635	-3,174	0,003*

*p < 0,05; t = teste estatístico; B = coeficiente de regressão não padronizada; EP = erro padrão; BSI = Índice de Gravidade da Bronquiectasia; SGRQ = Questionário Respiratório de Saint George.

Tabela 4. Variáveis no Pico do Exercício no TGC e TDIM.

Variáveis	TGC	TDIM	IC 95%	p
Desfecho	401.67 (73.65) metros	152.93 (55.00) passos	-	-
Tempo, min	6.86 (0.80)	8.36 (2.02)	-116.42 a -6.92	< 0.001*
SpO ₂ , %	95.45 (3.69)	95.13 (3.83)	-0.87 a 0.22	0.238
Δ SpO ₂	- 0.8 (3.12)	1.45 (3.03)	-1.20 a -0.10	0.021*
Δ SpO ₂ ≥ 4%, n	4 (2 moderado, 2 grave)	7 (1 leve, 4 moderado, 2 grave)	-	< 0.001*
Frequência cardíaca, batimentos/min	102.06 (16.35)	132.02 (19.90)	24.29 a 35.62	< 0.001*
Frequência cardíaca, % máxima predita	63.60 (10.54)	82.15 (11.70)	21.97 a 10.90	< 0.001*
Dispneia	1.67 (1.30)	3.21 (1.47)	1.05 a 2.03	< 0.001*
Fadiga das pernas	6.85 (6.52)	12.19 (2.76)	-11.17 a -9.67	< 0.001*
Razões para encerrar o teste				
SpO ₂ < 80%, n (%)	-	2 (4.34)	-	-
Fadiga das pernas, n (%)	4 (8.69)	15 (32.60)	-	-
Dispneia, n (%)	-	4 (8.69)	-	-
Fadiga das pernas e dispneia, n (%)	-	7 (15.21)	-	-

N = 46 participantes; TGC = Teste Graduado de Caminhada; TDIM = Teste do Degrau Incremental Modificado; valores expressos em média (DP) * p < 0,05 entre testes.

uma forte correlação com o NDPs no TDIM, consistente com os resultados obtidos em um estudo anterior⁽¹¹⁾ que relatou uma associação entre fadiga física e a redução da tolerância ao exercício na bronquiectasia. Devido ao deslocamento vertical contínuo do corpo durante o teste de degraus, a carga de trabalho nos músculos aumenta, causando fadiga e dessaturação.⁽³³⁾ Embora a fadiga não seja relatada como uma limitação nos testes de caminhada, ela é considerada como um sintoma limitante em testes envolvendo escadas ou atividades envolvendo degraus.⁽³⁴⁾ Mais participantes no TDIM encerraram o teste devido à fadiga nas pernas do que no TGC. Estudos sobre bronquiectasia mostraram que a força muscular dos quadríceps diminui e afeta a capacidade de exercício.^(4,28,30) No presente estudo, a força muscular dos quadríceps correlacionou-se fortemente com a capacidade de exercício, podendo ser um preditor da capacidade de exercício. A dessaturação foi observada em testes de degraus em estudos que analisaram diferentes doenças pulmonares.^(35,36) Aqui, a dessaturação foi observada mais em indivíduos com diferentes níveis de gravidade da doença no TDIM em comparação com o TGC, indicando que o teste de degraus é mais sensível à dessaturação. Este achado é consistente com outro estudo⁽³³⁾ em que a dessaturação foi mais prevalente no TDIM do que no teste de exercício cardiopulmonar (TECP) em pacientes com DPOC.⁽³³⁾

Indivíduos com bronquiectasia frequentemente percebem dispneia, o que afeta significativamente a capacidade de exercício.^(4,9) Embora a dispneia tenha sido relatada como a principal razão para encerrar o TDIM, isso não foi relatado no TGC. Mais participantes encerraram o teste devido à fadiga nas pernas no TDIM do que no TGC. Ao avaliar as respostas dos participantes aos dois testes de exercício em relação à fadiga nas pernas e dispneia, o teste de degraus foi identificado como o teste mais limitado pelos sintomas de acordo com os participantes. Portanto, este teste reflete melhor as respostas cardiopulmonares e os sintomas diante do aumento da carga. Testes de exercício aplicados em uma taxa ou carga de trabalho incremental em indivíduos saudáveis são recomendados para durar de 8 a 12 minutos.⁽³⁷⁾ A duração média do TDIM foi de 8,36 minutos, enquanto a do TGC foi de 6,86 minutos. Este resultado atende ao tempo mínimo recomendado para observar as respostas cardiopulmonares máximas durante o pico do exercício, que é de 8 minutos, indicando que o teste de degraus é bem tolerado.

Observou-se que escores elevados de BSI estão moderadamente associados a uma diminuição na capacidade de exercício e que a pontuação do BSI é um determinante do TDIM. Um número limitado de estudos avaliou o efeito da gravidade da doença na capacidade de exercício na bronquiectasia. Um estudo anterior

relatou que pacientes com doença moderada a grave alcançaram valores menores de distância percorrida ao caminhar do que aqueles com bronquiectasia leve.⁽³⁸⁾ No presente estudo, como a distribuição dos participantes de acordo com a classificação de gravidade da doença não era homogênea, não foram feitas comparações entre grupos em termos de capacidade de exercício. No entanto, foi encontrada uma correlação negativa moderada entre a gravidade da doença e a capacidade de exercício, corroborando a literatura.

A diminuição na velocidade de caminhada em indivíduos com doença pulmonar crônica está associada ao estado de saúde geral e reflete os efeitos multissistêmicos da doença, além das alterações na função pulmonar.⁽³⁹⁾ Na DPOC, a velocidade de caminhada tem sido associada à capacidade de exercício.^(39,40) O único estudo que avaliou a velocidade de caminhada na bronquiectasia não encontrou uma relação entre a velocidade de caminhada em 4 metros e a duração do comportamento sedentário.⁽³⁸⁾ Neste estudo, avaliamos a velocidade de caminhada na bronquiectasia usando um dispositivo objetivo e encontramos uma correlação moderada entre a velocidade de caminhada e a capacidade de exercício.

Além disso, identificamos uma relação entre o nível de atividade física e o NDPS no TDIM na bronquiectasia, sendo o primeiro um determinante do TDIM. A contagem diária de passos dos participantes foi inferior ao valor mínimo de 7.000 passos/dia.⁽²¹⁾ Nossos resultados corroboram estudos que relataram que o nível de atividade física de indivíduos com bronquiectasia diminuiu e está associado à capacidade de exercício.⁽²⁸⁻³⁰⁾

A forte associação entre o TDIM e os escores de SGRQ nos domínios atividade, impacto e total é consistente com estudos anteriores que investigaram a relação entre a capacidade de exercício e o SGRQ na bronquiectasia.^(11,23) O domínio de sintomas do SGRQ avalia a frequência, gravidade e duração dos sintomas, enquanto o domínio de atividade analisa as limitações físicas e os prejuízos associados aos sintomas respiratórios.⁽²³⁾ Desta forma, pode haver uma falta de correlação entre o domínio de sintomas do SGRQ e a capacidade de exercício, dada a gravidade da doença era leve/moderada. Além disso, a correlação entre o escore de atividade do SGRQ e o TDIM em nosso estudo pode ser explicada pelos baixos níveis de atividade física em nossos pacientes. Não é inesperado que a pontuação total do SGRQ seja um preditor do TDIM. No entanto, nosso estudo apoia a visão de que as limitações físicas, assim como os sinais e sintomas respiratórios, são clinicamente relevantes ao avaliar a capacidade de exercício em pacientes com bronquiectasia leve a moderada.

O presente estudo teve algumas limitações. Em primeiro lugar, os parâmetros de troca gasosa não puderam ser medidos durante os testes de exercício devido aos requisitos dos equipamentos. Durante o

teste de degraus, favorecido na prática clínica devido à facilidade de uso e baixo custo, os participantes atingiram as frequências cardíacas máximas previstas estimadas através da fórmula $[220 - idade]$, e o teste de exercício foi consideravelmente bem-sucedido. Foram comparadas as respostas aos testes TGC e TDIM, mas não os parâmetros de troca gasosa. Em segundo lugar, ambos os testes máximos foram realizados no mesmo dia. No entanto, foram fornecidos intervalos de descanso suficientes entre os testes. Os testes foram realizados uma segunda vez quando os sinais vitais dos participantes voltaram aos níveis basais para garantir que as mesmas condições clínicas fossem mantidas para cada paciente em ambos os testes. Por fim, usamos um pedômetro para avaliar os níveis de atividade física em vez de um acelerômetro, que oferece uma medição mais precisa da intensidade da atividade física. Entretanto, tanto acelerômetros quanto pedômetros são ferramentas viáveis para avaliar a atividade física em indivíduos com bronquiectasia, registrando a contagem diária de passos.⁽²⁰⁾

Em conclusão, a gravidade da doença, a força muscular dos quadríceps, os níveis de atividade física e a qualidade de vida foram independentemente relacionados à capacidade de exercício. Embora o TGC seja um dos testes de campo mais amplamente utilizados, o TDIM pode ser preferido para avaliar a capacidade de exercício de pacientes com bronquiectasia devido as suas vantagens em gerar maiores respostas cardiopulmonares e exigir menos espaço do que o TGC. A intensidade do exercício pode ser calculada e a prescrição de exercícios pode ser planejada estimando a carga de trabalho⁽⁶⁾ ou o consumo de oxigênio⁽³³⁾ com o número de degraus subidos, que é um dos parâmetros de desfecho do TDIM.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

MMB: Investigação, Conceituação, Metodologia, Análise formal, Redação - Rascunho Original, Redação - Revisão e Edição; SS: Conceituação, Metodologia, Redação - Rascunho Original, Redação - Revisão e Edição, Supervisão; AT: Conceituação, Metodologia, Análise formal, Redação - Revisão e Edição; BOK: Conceituação, Metodologia, Análise formal, Redação - Revisão e Edição; DG: Conceituação, Metodologia, Recursos; CS: Conceituação, Metodologia, Redação - Revisão e Edição, Recursos, Supervisão.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento especial à Professora Simone Dal Corso, do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Nove de Julho, São Paulo (SP), Brasil, por sua assistência inestimável ao longo de todo o processo de pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Polverino E, Goeminne PC, McDonnell MJ, Aliberti S, Marshall SE, Loebinger MR, et al. European Respiratory Society guidelines

for the management of adult bronchiectasis. *Eur Respir J*. 2017;50(3):1700629. <https://doi.org/10.1183/13993003.00629-2017>.

2. Pasteur MC, Bilton D, Hill AT. British Thoracic Society Bronchiectasis non-CF Guideline Group. British thoracic society guideline for non-CF bronchiectasis. *Thorax*. 2010 Jul 1;65(SUPPL. 1):i1-58. <https://doi.org/10.1136/thx.2010.136119>.
3. Lee AL, Cecins N, Holland AE, Hill CJ, McDonald CF, Burge AT, et al. Field Walking Tests Are Reliable and Responsive to Exercise Training in People With Non-Cystic Fibrosis Bronchiectasis. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2015;35(6):439-45. <https://doi.org/10.1097/HCR.000000000000130>.
4. Ozalp O, Inal-Ince D, Calik E, Vardar-Yagli N, Saglam M, Savci S, et al. Extrapulmonary features of bronchiectasis: muscle function, exercise capacity, fatigue, and health status. *Multidiscip Respir Med*. 2012;7(1):3. <https://doi.org/10.1186/2049-6958-7-3>.
5. Holland AE, Spruit MA, Troosters T, Puhon MA, Pepin V, Saey D, et al. An official European Respiratory Society/American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease. *Eur Respir J*. 2014;44(6):1428-46. <https://doi.org/10.1183/09031936.00150314>.
6. De Andrade CH, De Camargo AA, De Castro BP, Malaguti C, Dal Corso S. Comparison of cardiopulmonary responses during 2 incremental step tests in subjects with COPD. *Respir Care*. 2012;57(11):1920-6. <https://doi.org/10.4187/respcare.01742>.
7. Camargo AA, Lanza FC, Tupinambá T, Corso SD. Reproducibility of step tests in patients with bronchiectasis. *Braz J Phys Ther*. 2013;17(3):255-62. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552012005000089>.
8. Burge AT, Rodrigues JC Jr, Abramson MJ, Cox NS, Bondarenko J, Webb E, et al. Application of the Modified Incremental Step Test for Pulmonary Rehabilitation. *Phys Ther*. 2021;101(5):pzab044. <https://doi.org/10.1093/PTJ/PZAB044>.
9. De Camargo AA, Amaral TS, Rached SZ, Athanasio RA, Lanza FC, Sampaio LM, et al. Incremental shuttle walking test: a reproducible and valid test to evaluate exercise tolerance in adults with noncystic fibrosis bronchiectasis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014;95(5):892-9. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.11.019>.
10. Yildiz S, Inal-Ince D, Calik-Kutukcu E, Vardar-Yagli N, Saglam M, Arıkan H, et al. Clinical Determinants of Incremental Shuttle Walk Test in Adults with Bronchiectasis. *Lung*. 2018;196(3):343-9. <https://doi.org/10.1007/s00408-018-0094-x>.
11. Lee AL, Button BM, Ellis S, Stirling R, Wilson JW, Holland AE, et al. Clinical determinants of the 6-Minute Walk Test in bronchiectasis. *Respir Med*. 2009;103(5):780-5. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2008.11.005>.
12. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26(2):319-38. <https://doi.org/10.1183/09031936.05.00034805>.
13. 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. <https://doi.org/10.1136/thx.54.7.581>.
14. Chalmers JD, Goeminne P, Aliberti S, McDonnell MJ, Lonni S, Davidson J, et al. The bronchiectasis severity index: An international derivation and validation study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014;189(5):576-85. <https://doi.org/10.1164/rccm.201309-1575OC>.
15. Cartledge MK, Smith MP, Bedi P, Donaldson S, Clarke A, Mantoani LC, et al. Validation of the Incremental Shuttle Walk Test as a Clinical End Point in Bronchiectasis. *Chest*. 2018;154(6):1321-9. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2018.09.019>.
16. Fox EL, Bowers RW, Foss ML. The physiological basis of physical education and athletics. William C. Brown Publication: Philadelphia; 1988:734. p. 435. Disponível em: https://books.google.com.tr/books/about/The_Physiological_Basis_of_Physical_Educ.html?id=b0NOAQAAIAAJ&redir_esc=y.
17. Awotidebe TO, Atiwie RN, Oke KI, Akindede MO, Adedoyin RA, Olaogun MO, et al. Relationships among exercise capacity, dynamic balance and gait characteristics of Nigerian patients with type-2 diabetes: an indication for fall prevention. *J Exerc Rehabil*. 2016;12(6):581-8. <https://doi.org/10.12965/jer.1632706.353>.
18. Bohannon RW. Test-Retest Reliability of Hand-Held Dynamometry During a Single Session of Strength Assessment. *Phys Ther*. 1986;66(2):206-9. <https://dx.doi.org/10.1093/ptj/66.2.206>.
19. Andrews AW, Thomas MW, Bohannon RW. Normative Values for Isometric Muscle Force Measurements Obtained With Hand-held Dynamometers. *Phys Ther*. 1996;76(3):248-59. <https://doi.org/10.1093/ptj/76.3.248>.
20. O'Neill B, McDonough SM, Wilson JJ, Bradbury I, Hayes K, Kirk A, et al. Comparing accelerometer, pedometer and a questionnaire for measuring physical activity in bronchiectasis: a validity and feasibility study? *Respir Res*. 2017;18(1):16. <https://doi.org/10.1186/s12931-016-0497-2>.
21. Tudor-Locke C, Craig CL, Brown WJ, Clemes SA, De Cocker K, Giles-Corti B, et al. How many steps/day are enough? For adults. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2011;8:79. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-79>.
22. Krupp LB, LaRocca NG, Muir-Nash J, Steinberg AD. The fatigue severity scale. Application to patients with multiple sclerosis and systemic lupus erythematosus. *Arch Neurol*. 1989;46(10):1121-3. <https://doi.org/10.1001/archneur.1989.00520460115022>.
23. 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(2 Pt 1):536-41. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.156.2.9607083>.
24. Spinou A, Fragkos KC, Lee KK, Elston C, Siegert RJ, Loebinger MR, et al. The validity of health-related quality of life questionnaires in bronchiectasis: a systematic review and meta-analysis. *Thorax*. 2016;71(8):683-94. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2015-207315>.
25. Polatlı M, Yorgancıoğlu A, Aydemir Ö, Yılmaz Demirci N, Kırkil G, Atış Nayci S, et al. St. George solumun anketinin Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği. *Tüberküloz ve Toraks*. 2013;61(2):81-7. Disponível em: <https://toad.halileksi.net/wp-content/uploads/2022/07/st-george-solumun-anketi-toad.pdf>.
26. Armutlu K, Korkmaz NC, Keser I, Sumbuloğlu V, Akbiyik DI, Güney Z, et al. The validity and reliability of the Fatigue Severity Scale in Turkish multiple sclerosis patients. *Int J Rehabil Res*. 2007;30(1):81-5. <https://doi.org/10.1097/MRR.0b013e3280146ec4>.
27. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2. ed. New York: Academic Press; 2013. 567 p.
28. De Camargo AA, Boldorini JC, Holland AE, De Castro RA, Lanza FC, Athanasio RA, et al. Determinants of Peripheral Muscle Strength and Activity in Daily Life in People With Bronchiectasis. *Phys Ther*. 2018;98(3):153-161. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzx123>.
29. José A, Ramos TM, De Castro RA, De Oliveira CS, De Camargo AA, Athanasio RA, et al. Reduced Physical Activity With Bronchiectasis. *Respir Care*. 2018;63(12):1498-1505. <https://doi.org/10.4187/respcare.05771>.
30. Cakmak A, Inal-Ince D, Sonbahar-Ulu H, Bozdemir-Ozel C, Ozalp O, Calik-Kutukcu E, et al. Physical activity of patients with bronchiectasis compared with healthy counterparts: A cross-sectional study. *Heart Lung*. 2020;49(1):99-104. <https://doi.org/10.1016/j.hrling.2019.09.004>.
31. Probst VS, Hernandez NA, Teixeira DC, Felcar JM, Mesquita RB, Gonçalves CG, et al. Reference values for the incremental shuttle walking test. *Respir Med*. 2012;106(2):243-8. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2011.07.023>.
32. King PT, Holdsworth SR, Freezer NJ, Villanueva E, Holmes PW. Characterisation of the onset and presenting clinical features of adult bronchiectasis. *Respir Med*. 2006;100(12):2183-9. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2006.03.012>.
33. Dal Corso S, De Camargo AA, Izbicki M, Malaguti C, Nery LE. A symptom-limited incremental step test determines maximum physiological responses in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med*. 2013;107(12):1993-9. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2013.06.013>.
34. Dreher M, Waltersperger S, Sonntag F, Prettin N, Kabitz HJ, Windisch W. Exercise in severe COPD: is walking different from stair-climbing? *Respir Med*. 2008;102(6):912-8. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2008.01.002>.
35. Hadelı 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. <https://doi.org/10.1378/chest.120.1.88>.
36. 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):330-6. <https://doi.org/10.1183/09031936.00094006>.
37. Ross RM. ATS/ACCP statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;167(10):1451. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.167.10.950>.
38. McKeough ZJ, Large SL, Spencer LM, Cheng SW, McNamara RJ. An observational study of self-reported sedentary behaviour in people with chronic obstructive pulmonary disease and bronchiectasis. *Braz J Phys Ther*. 2020;24(5):399-406. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.05.005>.
39. Karpman C, Benzo R. Gait speed as a measure of functional status in COPD patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2014;9:1315-20. <https://doi.org/10.2147/COPD.S54481>.
40. DePew ZS, Karpman C, Novotny PJ, Benzo RP. Correlations between gait speed, 6-minute walk distance, physical activity, and self-efficacy in patients with severe chronic lung disease. *Respir Care*. 2013;58(12):2113-9. <https://doi.org/10.4187/respcare.02471>.