



# Dessaturação induzida pelo exercício em pacientes com bronquiectasia não fibrocística: testes laboratoriais versus testes clínicos de campo

Cristiane Helga Yamane de Oliveira<sup>1</sup>, Anderson José<sup>2</sup>,  
Anderson Alves de Camargo<sup>1</sup>, Maria Ignez Zanetti Feltrim<sup>3</sup>,  
Rodrigo Abensur Athanzio<sup>4</sup>, Samia Zahi Rached<sup>4</sup>, Rafael Stelmach<sup>4</sup>,  
Simone Dal Corso<sup>1</sup>

1. Programa de Pós-Graduação em Ciências de Reabilitação, Universidade Nove de Julho, São Paulo (SP) Brasil.
2. Programa de Pós-Graduação em Ciências de Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora (MG) Brasil.
3. Serviço de Fisioterapia, Instituto do Coração – InCor – Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo (SP) Brasil.
4. Divisão de Pneumologia, Instituto do Coração – InCor – Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo (SP) Brasil.

Recebido: 1 abril 2020.

Aprovado: 20 outubro 2020.

Trabalho realizado no Programa de Pós-Graduação em Ciências de Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora (MG) Brasil.

## RESUMO

**Objetivo:** Investigar a validade dos testes de caminhada de campo para identificar dessaturação durante o exercício, comparando os testes de exercício laboratoriais e clínicos de campo quanto às respostas cardiorrespiratórias e percepção de esforço em indivíduos com bronquiectasia não fibrocística. **Métodos:** Estudo transversal com 72 participantes não dependentes de oxigênio (28 homens; média de idade: 48,3 ± 14,5 anos; média do VEF<sub>1</sub>: 54,1 ± 23,4% do previsto). Os participantes foram submetidos ao teste de exercício cardiopulmonar (TECP) incremental em esteira e ao *constant work-rate exercise testing* (CWRET, teste de exercício com carga constante) em esteira, com intervalo de 1 h. Em outra visita, foram submetidos ao *incremental shuttle walk test* (ISWT, teste de caminhada incremental) e ao *endurance shuttle walk test* (ESWT, teste de caminhada de resistência), com intervalo de 1 h. A definição de dessaturação foi uma redução da SpO<sub>2</sub> ≥ 4% do repouso ao pico do exercício. **Resultados:** O TECP e o ISWT resultaram em dessaturação de magnitude comparável (-7,7 ± 6,3% vs. -6,6 ± 5,6%; p = 0,10), assim como o fizeram o CWRET e o ESWT (-6,8 ± 5,8% vs. -7,2 ± 6,3%; p = 0,50). Houve concordância entre o TECP e o ISWT quanto ao número de participantes que apresentaram e não apresentaram dessaturação, respectivamente (42 e 14; p < 0,01), bem como entre o CWRET e o ESWT (39 e 16; p < 0,01). A magnitude da dessaturação foi semelhante nos participantes que atingiram ≥ 85% da FC máxima prevista ou não. **Conclusões:** Os testes de exercício de campo apresentaram boa precisão para detectar dessaturação. Os testes de campo podem ser uma alternativa aos testes de laboratório quando o objetivo é investigar a dessaturação durante o exercício em indivíduos com bronquiectasia.

**Descritores:** Bronquiectasia; Oxigênio; Hipóxia; Teste de esforço.

## INTRODUÇÃO

Bronquiectasia é uma doença crônica, progressiva e debilitante caracterizada por inflamação crônica, exacerbações recorrentes e perda progressiva da função pulmonar.<sup>(1)</sup> Há relatos de capacidade de difusão reduzida e doença pulmonar intersticial de base em pacientes com bronquiectasia, contribuindo também para a limitação da troca gasosa pulmonar e dessaturação de oxigênio durante o exercício.<sup>(2,3)</sup>

A dessaturação durante o exercício é um achado comum em doenças respiratórias crônicas<sup>(4)</sup> e já foi demonstrado em pacientes com bronquiectasia.<sup>(5,6)</sup> Uma revisão sistemática oficial da *European Respiratory Society/American Thoracic Society*<sup>(7)</sup> ressaltou a importância de quantificar a dessaturação de oxigênio em pacientes

com doenças pulmonares crônicas. Essa recomendação baseou-se na relação entre dessaturação de oxigênio e desfechos importantes, tais como gravidade da doença, prognóstico e fraqueza muscular.<sup>(7)</sup> Em pacientes com bronquiectasia, troca gasosa comprometida<sup>(8)</sup> e hipoxemia<sup>(9)</sup> são preditores de mortalidade. Nesse contexto, pacientes com dessaturação durante o exercício devem ser monitorados mais regularmente do que aqueles que não apresentam dessaturação durante o exercício, a fim de minimizar possíveis consequências negativas de episódios repetidos de hipoxemia. O teste de exercício cardiopulmonar (TECP) com análise da troca gasosa pulmonar é o padrão ouro para avaliar as causas da limitação do exercício,<sup>(10)</sup> embora seja caro e exija pessoal altamente treinado. Portanto, o TECP não está

### Endereço para correspondência:

Anderson José. Programa de Pós-Graduação em Ciências de Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional, Universidade Federal de Juiz de Fora, Avenida Eugênio do Nascimento, s/n, Dom Bosco, CEP 36038-330, Juiz de Fora (MG) Brasil.  
Tel.: 55 32 2102-3843. E-mail: dr.andersonjose@gmail.com

Apoio financeiro: Este estudo recebeu apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP; Processo n. 2014/01902-0). Anderson José recebeu bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES; Processo n. 1574873), e Simone Dal Corso recebeu bolsa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq; Processo n. 306531/2018-6).  
Recebido: 1 abril 2020.

prontamente disponível na prática clínica e não seria a primeira opção de teste de dessaturação durante o exercício.

Em estudos anteriores, principalmente com pacientes com DPOC, os testes de caminhada de campo mostraram-se mais sensíveis para detectar a magnitude da dessaturação do que os testes cicloergométricos.<sup>(7)</sup> Um achado semelhante foi observado em indivíduos com bronquiectasia nos quais a magnitude da dessaturação durante um teste de caminhada incremental como o *incremental shuttle walk test* (ISWT), por exemplo, é maior do que durante um teste cicloergométrico incremental como o TECP.<sup>(6)</sup> Esse resultado não é totalmente surpreendente porque caminhar e andar de bicicleta são atividades completamente diferentes. No entanto, o ISWT e o *endurance shuttle walk test* (ESWT, teste de caminhada de resistência) são muito semelhantes quanto ao grau de dessaturação durante o exercício,<sup>(11)</sup> assim como o são o ISWT e o teste de caminhada de seis minutos (TC6) em indivíduos com DPOC.<sup>(12)</sup> Recentemente, um estudo sugeriu que qualquer um dos testes de caminhada de campo (o TC6, ISWT e ESWT) pode ser usado para avaliar o grau de dessaturação durante o exercício em indivíduos com fibrose não cística porque todos os testes resultam em dessaturação de oxigênio equivalente.<sup>(13)</sup> Até o momento, a magnitude da dessaturação em modalidades semelhantes de exercício (de caminhada), porém em contextos diferentes (laboratório ou campo), ainda não foi investigada em indivíduos com bronquiectasia. Aventamos a hipótese de que testes incrementais — o TECP em esteira ou o ISWT — e testes com carga constante — *constant work-rate exercise testing* (CWRET) em esteira ou o ESWT — apresentariam resultados semelhantes quanto à dessaturação. O objetivo deste estudo foi investigar a validade do ISWT e do ESWT para identificar dessaturação durante o exercício, comparando os testes de exercício laboratoriais e clínicos de campo quanto às respostas cardiorrespiratórias e percepção de esforço/fadiga em indivíduos com bronquiectasia não fibrocística.

## MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal com pacientes com bronquiectasia não fibrocística. Os critérios de inclusão foram idade  $\geq 18$  anos, sem dependência de oxigênio, não fumante, sem nenhuma outra doença pulmonar crônica ou cardiovascular e em estado clínico estável (ausência de alterações na espirometria, dispneia, tosse, estado geral, medicamentos e doses, bem como na viscosidade e cor das secreções nas quatro semanas anteriores à entrada no estudo).<sup>(14)</sup> Foram excluídos os pacientes que não conseguiram realizar os testes propostos ou que não conseguiram compreender como realizá-los, assim como o foram aqueles que decidiram não participar do estudo. O diagnóstico de bronquiectasia não fibrocística foi feito em conformidade com a diretriz da *British Thoracic Society*<sup>(14)</sup> e foi confirmado por TCAR.

O estudo foi realizado em duas visitas. Na primeira visita, a espirometria foi realizada, o IMC foi calculado e a percepção de dispneia foi avaliada pela escala modificada do *Medical Research Council* (mMRC).<sup>(15)</sup> Além disso, os participantes foram aleatoriamente divididos em dois grupos: o dos que realizaram o TECP e CWRET e o dos que realizaram o ISWT e ESWT. Um broncodilatador (salbutamol 400  $\mu\text{g}$ ) foi administrado 15 min antes dos testes. Na segunda visita, sete dias depois, a espirometria foi realizada novamente para avaliar a estabilidade clínica, e os participantes realizaram a segunda série de testes. Considerava-se que havia dessaturação caso houvesse uma redução  $\geq 4\%$  da  $\text{SpO}_2$  do repouso ao pico do exercício.<sup>(4)</sup>

A espirometria foi realizada com o sistema Ultima CPX (MGC Diagnostics Corporation, Saint Paul, MN, EUA). Os critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade adotados para os procedimentos técnicos foram os recomendados pelas diretrizes brasileiras de testes de função pulmonar.<sup>(16)</sup> Foram coletados dados referentes à CVF,  $\text{VEF}_1$  e relação  $\text{VEF}_1/\text{CVF}$  em valores absolutos e porcentagem do valor previsto para a população brasileira.<sup>(17)</sup>

O TECP foi realizado em uma esteira (Millennium Classic; Inbramed/Inbrasport, Porto Alegre, Brasil), com o protocolo recomendado por Balke e Ware,<sup>(18)</sup> com velocidade constante estimada com base na aptidão física do participante (função pulmonar e dispneia basal avaliada pela escala mMRC). A cada minuto, foram realizados incrementos de 1% na inclinação. Considerando o período de incremento da carga, o teste deveria durar de 8 a 12 min. Foram medidas continuamente durante o teste a FC (Polar Precision Performance; Polar Electro Inc., Bethpage, NY, EUA) e  $\text{SpO}_2$  (oxímetro de pulso de dedo modelo 9500; Nonin, Plymouth, MN, EUA). A pressão arterial (PA) foi medida a cada 2 min de exercício. A escala de Borg foi usada para avaliar a percepção de dispneia e fadiga dos membros inferiores<sup>(19)</sup> em repouso e imediatamente após o exercício.

O ISWT foi realizado de acordo com a descrição original<sup>(20)</sup> em um corredor de 10 m. O teste era interrompido se o participante não conseguisse acompanhar o ritmo do som. O teste também era interrompido se o participante apresentasse dor torácica, dispneia intolerável, câibras nas pernas, cambaleio, diaforese ou aparência pálida/acinzentada.<sup>(7)</sup> A FC e  $\text{SpO}_2$  foram medidas continuamente durante o teste (por meio dos mesmos aparelhos usados no TECP) e registradas a cada minuto. A PA e a pontuação na escala de Borg referente à percepção de dispneia e fadiga dos membros inferiores<sup>(19)</sup> foram obtidas em repouso e imediatamente após o exercício. O ISWT foi realizado duas vezes (com 30 min de intervalo).<sup>(7)</sup> A melhor distância percorrida foi expressa em valor absoluto e em porcentagem do valor previsto.<sup>(20)</sup>

O CWRET foi realizado uma hora depois do TECP, com a mesma velocidade máxima usada no TECP e inclinação máxima de 75%. O eletrocardiograma, FC e  $\text{SpO}_2$  foram medidos continuamente durante o teste.

A PA foi medida a cada 2 min de exercício. A escala de Borg mediu a percepção de dispneia e fadiga dos membros inferiores<sup>(19)</sup> em repouso e imediatamente após o exercício.

O ESWT foi realizado em conformidade com as recomendações,<sup>(21)</sup> uma hora depois do ISWT e com os mesmos critérios de interrupção. A velocidade no ESWT foi de 85% do consumo de oxigênio no pico do ISWT, determinado por meio da seguinte equação de regressão: consumo de oxigênio =  $4,19 + (0,025 \times \text{distância percorrida no ISWT})$ .<sup>(20,21)</sup> A FC e SpO<sub>2</sub> foram medidas continuamente durante o teste. A PA e a pontuação na escala de Borg referente à percepção de dispneia e fadiga dos membros inferiores<sup>(19)</sup> foram obtidas em repouso e imediatamente após o exercício.

O presente estudo foi conduzido em conformidade com os princípios da Declaração de Helsinque e foi aprovado pelos Comitês de Ética em Pesquisa da Universidade Nove de Julho (Referência n. 451538) e da Universidade Estadual Paulista (Referência n. 0921/11). Todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

### Análise estatística

O teste de Shapiro-Wilk foi usado para determinar se os dados apresentavam distribuição normal ou não normal. Os dados com distribuição paramétrica foram expressos em forma de médias e desvios-padrão, e aqueles com distribuição não paramétrica (pontuação nas escalas de Borg e mMRC) foram expressos em forma de medianas e intervalos interquartis.

O teste t de Student não pareado foi usado para comparar as características basais dos participantes que apresentaram dessaturação ou não. As comparações entre o CPET e ISWT e entre o CWRET e ESWT foram analisadas pelo teste t de Student pareado (dados paramétricos) ou pelo teste de Wilcoxon (dados não paramétricos). A concordância entre o TECP e ISWT e entre o CWRET e ESWT quanto ao nível de dessaturação foi analisada pelo teste do qui-quadrado e coeficiente kappa de Cohen (< 0,00: nenhuma concordância; 0,00-0,20: concordância leve; 0,21-0,40: concordância regular; 0,41-0,60: concordância moderada; 0,61-0,80: concordância substancial; 0,81-1,00: concordância perfeita).<sup>(22)</sup> Também foram calculados a precisão, sensibilidade, especificidade e valores preditivos (e seus respectivos IC95%). O teste t de Student não pareado foi usado para comparar a SpO<sub>2</sub> nos grupos de participantes que atingiram  $\geq 85\%$  e  $< 85\%$  da FC máxima prevista nos testes incrementais e de resistência. O nível de significância adotado foi de  $p < 0,05$ . Todas as análises estatísticas foram realizadas com o programa IBM SPSS Statistics, versão 20.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, EUA). O poder *post hoc* da amostra foi calculado com base no teste do qui-quadrado, pois o presente estudo baseou-se na investigação da relação entre dessaturação (sim ou não) e testes de exercício (ISWT vs. TECP e ESWT vs. CWRET). O programa G\*Power, versão 3.1 (Universidade

Heinrich Heine, Düsseldorf, Alemanha)<sup>(23)</sup> foi usado para essa análise.

## RESULTADOS

Foi recrutada uma amostra de conveniência composta por 92 indivíduos, 17 dos quais não quiseram participar do estudo. Portanto, 75 foram incluídos no estudo. Destes, 3 foram excluídos (2 não realizaram todos os testes e 1 não realizou os testes corretamente). Portanto, foram estudados 72 indivíduos, 28 dos quais eram do sexo masculino. A maioria dos participantes era do sexo feminino e apresentava peso normal, com distúrbio ventilatório obstrutivo e/ou restritivo na espirometria (Tabela 1). No que tange às características basais, a única diferença entre os que apresentaram dessaturação e os que não apresentaram dessaturação durante o exercício foram os resultados dos testes de função pulmonar (Tabela 1).

Comportamento semelhante foi observado na SpO<sub>2</sub>, minuto a minuto, durante os testes incrementais e com carga constante (Figura 1). A maioria dos indivíduos apresentou dessaturação em todos os testes (TECP: 74%; ISWT: 65%; CWRET: 64%; ESWT: 68%). Não houve diferença entre os testes de caminhada incrementais e com carga constante quanto aos níveis de dessaturação (Tabela 2). A análise de concordância entre o TECP e o ISWT demonstrou que, dos 72 participantes do estudo, 42 apresentaram dessaturação em ambos os testes, e 14 não apresentaram dessaturação em nenhum dos dois testes (teste do qui-quadrado = 17,287;  $p < 0,01$ ). No tocante à comparação entre o CWRET e o ESWT, 45 dos 72 participantes apresentaram dessaturação em ambos os testes, e 15 não apresentaram dessaturação em nenhum dos dois testes (teste do qui-quadrado = 16,394;  $p < 0,01$ ). A análise retrospectiva de ambos os testes do qui-quadrado revelou um poder de 0,99. A Tabela 3 resume a análise de concordância.

A distância, tempo total de exercício, FC, PA sistólica, percepção de dispneia e fadiga dos membros inferiores foram maiores no TECP que no ISWT. De modo semelhante, a FC, PA sistólica e percepção de dispneia foram maiores no CWRET que no ESWT (Tabela 2). Independentemente do teste, a dessaturação foi semelhante nos participantes que atingiram pelo menos 85% da FC máxima prevista ou não (Tabela 2).

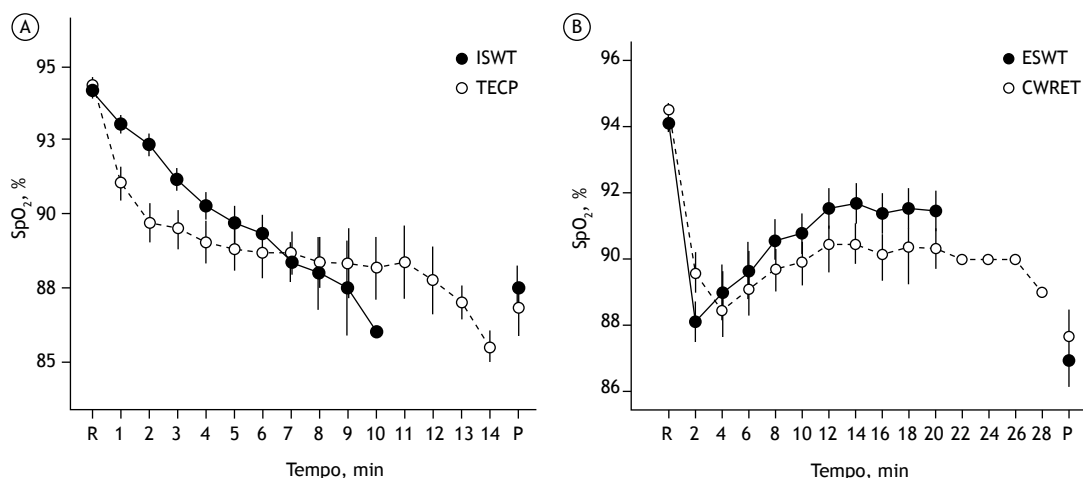
## DISCUSSÃO

Testes de exercício de campo com perfis semelhantes aos de testes de exercício laboratoriais resultam em dessaturação de oxigênio semelhante em indivíduos com bronquiectasia. As respostas cardiorrespiratórias e a percepção de esforço foram maiores nos testes de laboratório do que nos testes de campo. Os testes de campo são precisos para detectar dessaturação, exigindo menos esforço dos participantes do que os testes de laboratório.

**Tabela 1.** Características da amostra total e dos participantes com e sem dessaturação.<sup>a</sup>

Variável	Amostra total (N = 72)	Grupo		p
		Sem dessaturação (n = 14)	Com dessaturação (n = 58)	
Idade, anos	48 ± 15	51 ± 16	48 ± 14	0,48
Sexo masculino	28 (38,9)	3 (21,4)	25 (43,1)	0,11
Peso, kg	64,4 ± 14,4	64,2 ± 17,0	64,5 ± 13,8	0,96
Estatuta, m	1,6 ± 0,1	1,6 ± 0,1	1,6 ± 0,1	0,53
IMC, kg/m <sup>2</sup>	25,3 ± 5,5	25,5 ± 6,4	25,3 ± 5,3	0,89
Pontuação na mMRC	2,0 [1,0-2,0]	2,0 [0,8-2,0]	2,0 [1,0-2,0]	0,55
CVF, L	2,3 ± 0,8	2,6 ± 0,8	2,3 ± 0,8	0,22
CVF, % previsto	68,7 ± 20,0	82,2 ± 22,5	65,5 ± 18,2	0,02
VEF <sub>1</sub> , L	1,5 ± 0,6	1,9 ± 0,6	1,4 ± 0,6	0,01
VEF <sub>1</sub> , % previsto	54,1 ± 23,4	74,1 ± 27,7	49,3 ± 19,6	< 0,01
VEF <sub>1</sub> /CVF	0,6 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,01

mMRC: escala modificada de dispneia do *Medical Research Council*. <sup>a</sup>Valores expressos em forma de média ± dp, n (%) ou mediana [IIQ].



**Figura 1.** Em A, comparação entre o *incremental shuttle walk test* (ISWT, teste de caminhada incremental) e o teste de exercício cardiopulmonar (TECP) quanto à variação da SpO<sub>2</sub> durante os testes. Em B, comparação entre o *endurance shuttle walk test* (ESWT, teste de caminhada de resistência) e *constant work-rate exercise testing* (CWRET, teste de exercício com carga constante) quanto à variação da SpO<sub>2</sub> durante os testes. A barra de erro (P) corresponde ao erro-padrão.

A dessaturação de oxigênio geralmente não pode ser prevista a partir de dados obtidos em repouso. Portanto, o teste de exercício é importante para determinar quais pacientes podem apresentar dessaturação durante o esforço.<sup>(24)</sup> Como o TECP não está prontamente disponível na prática clínica, os testes de caminhada de campo podem ser uma alternativa para a avaliação da dessaturação durante o exercício, pois são baratos e fáceis de realizar.<sup>(7)</sup>

Já se demonstrou dessaturação durante o exercício em pessoas com bronquiectasia.<sup>(6)</sup> Nessa população, o nível de dessaturação é maior durante o ISWT do que durante o TECP realizado em cicloergômetro.<sup>(6)</sup> Além disso, 21% dos pacientes que apresentaram dessaturação durante o ISWT não apresentaram dessaturação durante o TECP.<sup>(6)</sup> Resultados semelhantes foram observados em indivíduos com DPOC.<sup>(12,25,26)</sup> Esse achado pode ter ocorrido porque o TECP incremental foi realizado em cicloergômetro. No entanto, um teste de caminhada incremental em esteira também resultou

em PaO<sub>2</sub> significativamente mais baixa do que um teste incremental em cicloergômetro em indivíduos com DPOC.<sup>(27)</sup> Portanto, testes realizados em cicloergômetro podem subestimar a dessaturação real durante o exercício, o que torna os testes de caminhada mais sensíveis para detectar dessaturação.<sup>(7)</sup>

No presente estudo, os testes de caminhada apresentaram níveis comparáveis de dessaturação, mesmo com abordagens diferentes (testes de exercício incrementais ou de resistência). Um estudo demonstrou que o nível de dessaturação em indivíduos com bronquiectasia foi semelhante durante o TC6, ISWT e ESWT (-6,8 ± 6,6; -6,1 ± 6,0 e -7,0 ± 5,4, respectivamente) e sugeriu que qualquer um dos testes de caminhada de campo pode ser usado para avaliar o nível de dessaturação durante o exercício nesses indivíduos.<sup>(13)</sup> O mesmo foi observado em pacientes com DPOC quando o ISWT foi comparado com o ESWT<sup>(11)</sup> e o TC6.<sup>(26)</sup>

**Tabela 2.** Desempenho, respostas cardiorespiratórias e percepção de dispneia e fadiga dos membros inferiores durante os testes de caminhada (N = 72).<sup>a</sup>

Variável	TECP	ISWT	p	CWRET	ESWT	p
SpO <sub>2</sub>	86,8 ± 7,0	87,5 ± 6,0	0,23	86,8 ± 6,9	86,9 ± 7,2	0,17
ΔSpO <sub>2</sub>	-7,7 ± 6,3	-6,6 ± 5,6	0,10	-6,8 ± 5,8	-7,2 ± 6,3	0,50
Distância, m	690,14 ± 265,8	455,4 ± 123,3	< 0,01	797,7 ± 490,4	756,4 ± 559,6	0,57
Velocidade, km/h	4,7 ± 1,0	5,3 ± 0,8	< 0,01	4,7 ± 1,0	5,1 ± 0,7	< 0,01
Inclinação, %	10,4 ± 4,0	N/A	N/A	7,9 ± 3,0	N/A	N/A
Distância, % do previsto	N/A	57,0 ± 15,2	N/A	N/A	N/A	N/A
Tempo, min	8,5 ± 2,5	7,11 ± 1,28	< 0,01	9,9 ± 5,8	8,9 ± 6,5	0,29
FC, bpm	148,9 ± 19,3	135,1 ± 20,4	< 0,01	144,7 ± 19,8	135,7 ± 20,3	< 0,01
FC, % do previsto	87,0 ± 9,0	78,9 ± 11,4	< 0,01	84,5 ± 9,9	79,3 ± 11,8	< 0,01
FC ≥ 85% do previsto	44 (61,1)	23 (31,9)	< 0,01	30 (41,7)	26 (36,1)	< 0,01
SpO <sub>2</sub> (FC ≥ 85% do previsto)	87,3 ± 5,8	86,8 ± 5,9	0,77	87,9 ± 5,5	85,6 ± 7,4	0,19
ΔSpO <sub>2</sub> (FC ≥ 85% do previsto)	-7,1 ± 5,0	-7,6 ± 5,8	0,74	-6,5 ± 4,8	-8,3 ± 6,1	0,23
FC < 85% do previsto	28 (38,9)	49 (60,1)	< 0,01	42 (58,3)	46 (63,9)	< 0,01
SpO <sub>2</sub> (FC < 85% do previsto)	86,1 ± 8,4	87,9 ± 6,1	0,33	87,5 ± 7,1	87,7 ± 7,0	0,91
ΔSpO <sub>2</sub> (FC < 85% do previsto)	-8,6 ± 8,0	-6,2 ± 5,5	0,17	-7,0 ± 6,4	-6,6 ± 6,4	0,73
PAS, mmHg	154,8 ± 17,7	136,3 ± 20,2	< 0,01	153,1 ± 16,3	138,1 ± 17,8	< 0,01
PAD, mmHg	79,9 ± 10,5	77,3 ± 9,5	0,48	79,4 ± 11,5	77,0 ± 10,2	0,05
Escala de Borg, dispneia	5 [4-8]	4 [3-7]	< 0,01	5 [4-7]	4 [2-6]	< 0,01
Escala de Borg, membros inferiores	5 [3-7]	3 [2-6]	< 0,01	4 [2-7]	4 [2-6]	0,30

TECP: teste de exercício cardiopulmonar; ISWT: *incremental shuttle walk test* (teste de caminhada incremental); CWRET: *constant work-rate exercise testing* (teste de exercício com carga constante); ESWT: *endurance shuttle walk test* (teste de caminhada de resistência); ΔSpO<sub>2</sub>: SpO<sub>2</sub> em repouso menos SpO<sub>2</sub> no pico do exercício; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica. <sup>a</sup>Valores expressos em forma de média ± dp, n (%) ou mediana [IIQ].

**Tabela 3.** Precisão, sensibilidade, especificidade, valores preditivos e concordância entre os testes de exercício laboratoriais e clínicos de campo.<sup>a</sup>

Variável	ISWT vs. TECP	ESWT vs. CWRET
Precisão	77,8 (66,4-86,7)	83,3 (72,7-91,1)
Sensibilidade	79,3 (66,0-89,0)	84,9 (72,4-93,3)
Especificidade	73,7 (48,8-90,9)	79,0 (54,4-94,0)
VPP	89,4 (76,9-96,5)	84,9 (72,4-93,3)
VPN	56,0 (34,9-75,6)	65,2 (42,7-83,6)
Kappa	0,481 (0,265-0,649)	0,475 (0,234-0,678)

ISWT: *incremental shuttle walk test* (teste de caminhada incremental); TECP: teste de exercício cardiopulmonar; ESWT: *endurance shuttle walk test* (teste de caminhada de resistência); CWRET: *constant work-rate exercise testing* (teste de exercício com carga constante); VPP: valor preditivo positivo; e VPN: valor preditivo negativo. <sup>a</sup>Valor (IC95%).

Testes de exercício incrementais e de resistência induziram respostas cardiovasculares e ventilatórias mais intensas e maior percepção de dispneia quando realizados em esteira em vez de em um corredor. Isso ocorre porque existem diferenças importantes entre essas duas formas de caminhar quanto à mecânica da marcha.<sup>(28-31)</sup> Caminhar na esteira exige maior esforço e maior gasto de energia para manter o controle do equilíbrio lateral.<sup>(29,31,32)</sup> Além disso, a maioria dos pacientes não está familiarizada com essa atividade.<sup>(33)</sup> No entanto, em nosso estudo, os participantes foram autorizados a apoiar suas mãos na esteira. Quando os indivíduos caminham com a mão apoiada na esteira, há uma redução considerável da demanda da caminhada e suas respostas mudam significativamente. Quando o apoio das mãos é permitido, o controle do equilíbrio corporal aumenta, e o consumo de energia e a demanda para manter o controle do equilíbrio diminuem.<sup>(29,31,32)</sup>

Como o apoio das mãos foi permitido no presente estudo, o tempo de exercício aumentou e, conseqüentemente, foram observadas respostas cardiopulmonares mais intensas e maior percepção de dispneia nos testes realizados em esteira.

Os indivíduos que apresentaram dessaturação apresentaram parâmetros de função pulmonar piores. Esse resultado não é surpreendente, pois a dessaturação durante o exercício está relacionada com menor VEF<sub>1</sub> e pior prognóstico.<sup>(33)</sup> A magnitude da dessaturação foi semelhante nos grupos de participantes que atingiram ou não a FC máxima prevista (≥ 85% e < 85%, respectivamente) nos testes de caminhada incrementais e com carga constante. Esses achados sugerem que a maior carga cardíaca ocorreu em virtude de um melhor desempenho nos testes, e não de uma resposta taquicárdica à hipoxemia. Quando



indivíduos saudáveis que apresentaram dessaturação após o ISWT foram comparados com aqueles que não apresentaram dessaturação após o teste, não foi observada nenhuma diferença entre os grupos quanto ao estresse cardíaco ( $88,3 \pm 9,3\%$  vs.  $87,6 \pm 9,6\%$  da FC máxima prevista).<sup>(34)</sup>

O presente estudo tem algumas limitações. Embora tenhamos usado uma amostra de conveniência, uma análise *post hoc* de poder indicou que nossa amostra foi suficiente para demonstrar associações entre os testes comparados em relação a nosso objetivo principal. A função pulmonar foi analisada apenas por meio de espirometria. Sabemos que a avaliação da DLCO aumentaria a sensibilidade para detectar alterações na troca gasosa. No entanto, o objetivo do estudo não foi investigar os determinantes da dessaturação durante o exercício. Embora a SpO<sub>2</sub> tenha sido registrada a cada minuto, uma comparação mais precisa dos testes quanto ao tempo de dessaturação não foi possível em nosso estudo.

Em suma, a magnitude da dessaturação foi semelhante nos testes de caminhada incrementais (TECP e ISWT) e os testes de caminhada com carga constante (CWRET e ESWT), o que demonstra que os testes de caminhada de campo apresentaram boa precisão para detectar dessaturação. As respostas cardiorrespiratórias e a percepção de esforço e fadiga

foram maiores nos testes de exercício de laboratório do que nos de campo. Nesse contexto, os testes de caminhada de campo podem ser uma alternativa aos testes de laboratório quando o objetivo é investigar a dessaturação durante o exercício em indivíduos com bronquiectasia.

## CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

CHYO: concepção e desenho do estudo; aquisição, análise e interpretação dos dados; redação do manuscrito e aprovação final da versão a ser publicada. AJ: análise e interpretação dos dados; revisão crítica do manuscrito; redação do manuscrito e aprovação final da versão a ser publicada. AAC: concepção e desenho do estudo; análise dos dados; revisão crítica do manuscrito e aprovação final da versão a ser publicada. MIZF: análise dos dados; revisão crítica do manuscrito e aprovação final da versão a ser publicada. RAA e SZR: análise e interpretação dos dados; revisão crítica do manuscrito e aprovação final da versão a ser publicada. RS: concepção e desenho do estudo; análise e interpretação dos dados; revisão crítica do manuscrito e aprovação final da versão a ser publicada. SDC: concepção e desenho do estudo; análise e interpretação dos dados; redação do manuscrito; revisão crítica do manuscrito e aprovação final da versão a ser publicada.

## REFERÊNCIAS

- Lambrecht BN, Neyt K, GeurtsvanKessel CH. Pulmonary defense mechanisms and inflammatory pathways in bronchiectasis. *Eur Respir Mon.* 2011;52:11-21. <https://doi.org/10.1183/1025448x.10003210>
- King PT, Holdsworth SR, Freezer NJ, Villanueva E, Farmer MW, Guy P, et al. Lung diffusing capacity in adult bronchiectasis: a longitudinal study. *Respir Care.* 2010;55(12):1686-1692.
- Drain M, Elborn JS. Assessment and investigation of adults with bronchiectasis. *Eur Respir Mon.* 2011;52:32-43. <https://doi.org/10.1183/1025448x.10003410>
- 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. <https://doi.org/10.1378/chest.120.1.88>
- Jenkins S, Čecins N. Six-minute walk test: observed adverse events and oxygen desaturation in a large cohort of patients with chronic lung disease. *Intern Med J.* 2011;41(5):416-422. <https://doi.org/10.1111/j.1445-5994.2010.02169.x>
- de Camargo AA, Amaral TS, Rached SZ, Athanazio 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):892-899. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.11.019>
- Singh SJ, Puhan MA, Andrianopoulos V, Hernandez NA, Mitchell KE, Hill CJ, et al. An official systematic review of the European Respiratory Society/American Thoracic Society: measurement properties of field walking tests in chronic respiratory disease. *Eur Respir J.* 2014;44(6):1447-1478. <https://doi.org/10.1183/09031936.00150414>
- Loebinger MR, Wells AU, Hansell DM, Chinyanganya N, Devaraj A, Meister M, et al. Mortality in bronchiectasis: a long-term study assessing the factors influencing survival. *Eur Respir J.* 2009;34(4):843-849. <https://doi.org/10.1183/09031936.00003709>
- Onen ZP, Gulbay BE, Sen E, Yildiz OA, Saryal S, Acican T, et al. Analysis of the factors related to mortality in patients with bronchiectasis. *Respir Med.* 2007;101(7):1390-1397. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2007.02.002>
- Radtke T, Crook S, Kaltsakas G, Louvaris Z, Berton D, Urquhart DS, et al. ERS statement on standardisation of cardiopulmonary exercise testing in chronic lung diseases. *Eur Respir Rev.* 2019;28(154):180101. <https://doi.org/10.1183/16000617.0101-2018>
- Sandland CJ, Morgan MD, Singh SJ. Detecting oxygen desaturation in patients with COPD: incremental versus endurance shuttle walking. *Respir Med.* 2008;102(8):1148-1152. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2008.03.007>
- 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):766-773. <https://doi.org/10.1378/chest.126.3.766>
- Corso SD, Boldorini JC, de Camargo AA, José A, Rached SZ, Athanazio RA, et al. Physiological Responses During Field Walking Tests in Adults with Bronchiectasis. *Respir Care.* 2020;65(5):618-624. <https://doi.org/10.4187/respcare.07171>
- Pasteur MC, Bilton D, Hill AT; British Thoracic Society Bronchiectasis non-CF Guideline Group. British Thoracic Society guideline for non-CF bronchiectasis. *Thorax.* 2010;65 Suppl 1:i1-58. <https://doi.org/10.1136/thx.2010.136119>
- Kovelis D, Segretti NO, Probst VS, Lareau SC, Brunetto AF, Pitta F. Validation of the Modified Pulmonary Functional Status and Dyspnea Questionnaire and the Medical Research Council scale for use in Brazilian patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Bras Pneumol.* 2008;34(12):1008-1018. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132008001200005>
- Sociedade Brasileira de Pneumologia. Diretrizes para testes da função pulmonar. *J Pneumol.* 2002;28(Suppl 3):S44-S58.
- Pereira CA, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J Bras Pneumol.* 2007;33(4):397-406. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132007000400008>
- BALKE B, WARE RW. An experimental study of physical fitness of Air Force personnel. *U S Armed Forces Med J.* 1959;10(6):675-688. <https://doi.org/10.21236/ADA036235>
- Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14(5):377-381. <https://doi.org/10.1249/00005768-198205000-00012>
- 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):1019-1024. <https://doi.org/10.1136/thx.47.12.1019>
21. Revill SM, Morgan MD, Singh SJ, Williams J, Hardman AE. The endurance shuttle walk: a new field test for the assessment of endurance capacity in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 1999;54(3):213-222. <https://doi.org/10.1136/thx.54.3.213>
  22. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977;33(1):159-174. <https://doi.org/10.2307/2529310>
  23. Faul F, Erdfelder E, Buchner A, Lang AG. Statistical power analyses using G\*Power 3.1: tests for correlation and regression analyses. *Behav Res Methods*. 2009;41(4):1149-1160. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149>
  24. Stewart RI, Lewis CM. Arterial oxygenation and oxygen transport during exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respiration*. 1986;49(3):161-169. <https://doi.org/10.1159/000194875>
  25. Poulain M, Durand F, Palomba B, Ceugniet F, Desplan J, Varray A. 6-minute walk testing is more sensitive than maximal incremental cycle testing for detecting oxygen desaturation in patients with COPD. *Chest*. 2003;123(5):1401-1407. <https://doi.org/10.1378/chest.123.5.1401>
  26. Luxton N, Alison JA, Wu J, Mackey MG. Relationship between field walking tests and incremental cycle ergometry in COPD [published correction appears in *Respirology*. 2013 Oct;18(7):1158]. *Respirology*. 2008;13(6):856-862. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1843.2008.01355.x>
  27. Mahler DA, Gifford AH, Waterman LA, Ward J, Machala S, Baird JC. Mechanism of greater oxygen desaturation during walking compared with cycling in patients with COPD. *Chest*. 2011;140(2):351-358. <https://doi.org/10.1378/chest.10-2415>
  28. Chang MD, Shaikh S, Chau T. Effect of treadmill walking on the stride interval dynamics of human gait. *Gait Posture*. 2009;30(4):431-435. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2009.06.017>
  29. de Almeida FG, Victor EG, Rizzo JA. Hallway versus treadmill 6-minute-walk tests in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Care*. 2009;54(12):1712-1716.
  30. Almodhy M, Beneke R, Cardoso F, Taylor MJ, Sandercock GR. Pilot investigation of the oxygen demands and metabolic cost of incremental shuttle walking and treadmill walking in patients with cardiovascular disease. *BMJ Open*. 2014;4(9):e005216. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-005216>
  31. Ortega JD, Fehlman LA, Farley CT. Effects of aging and arm swing on the metabolic cost of stability in human walking. *J Biomech*. 2008;41(16):3303-3308. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2008.06.039>
  32. Umberger BR. Effects of suppressing arm swing on kinematics, kinetics, and energetics of human walking. *J Biomech*. 2008;41(11):2575-2580. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2008.05.024>
  33. Holland AE, Spruit MA, Troosters T, Puhan 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):1428-1446. <https://doi.org/10.1183/09031936.00150314>
  34. Seixas DM, Seixas DM, Pereira MC, Moreira MM, Paschoal IA. Oxygen desaturation in healthy subjects undergoing the incremental shuttle walk test. *J Bras Pneumol*. 2013;39(4):440-446. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132013000400007>