

Validação do constructo e reprodutibilidade intra-avaliador do teste de degrau de 6 minutos em crianças saudáveis de 7-11 anos

Construct validation and intra-rater reproducibility of the 6-minutes step test in healthy children aged 7-11 years

Validez de constructo y reproducibilidad intra-evaluador de la prueba de la marcha de 6 minutos en niños sanos de 7 a 11 años

Recebido: 21/04/2021 | Revisado: 26/04/2021 | Aceito: 04/05/2021 | Publicado: 17/05/2021

Pedro Paulo Simões de Siqueira

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0061-7150>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: ftpedrosimoes@gmail.com

Juliana Baptista Teixeira

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8313-9355>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: julianabt1@hotmail.com

Sulyvan Ítalo Daher Chaves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2673-1517>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: sulyvan_daher@hotmail.com

Anna Myrna Jaguaribe de Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4224-4009>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: anna.myrna@ufrpe.br

Resumo

Objetivo: Validar o teste de degrau de seis minutos (TD6M) e avaliar sua reprodutibilidade para determinação da tolerância ao esforço em crianças saudáveis de 7-11 anos. **Métodos:** Foram incluídas na pesquisa 66 crianças saudáveis, com idade entre 7 e 11 anos completos. Os voluntários foram submetidos ao teste de caminhada de seis minutos (TC6M) e ao TD6M, em ordem aleatória e dias diferentes, com intervalo de no máximo sete dias.

Resultados: Foi observada uma correlação positiva moderada entre a distância percorrida no TC6M e o número de subidas no TD6M ($r=0,43$; $p<0,001$). A reprodutibilidade das variáveis no TD6M foi considerada excelente em relação às variáveis desempenho (número de degraus) ($r=0,92$; IC=0,87 a 0,87; $p<0,001$), pressão arterial sistólica (PAS) imediatamente após ($r=0,87$; IC=0,79 a 0,92; $p<0,001$), PAS-1' recuperação ($r=0,84$; IC=0,74 a 0,90; $p<0,001$), frequência cardíaca (FC) máxima ($r=0,90$; IC=0,83 a 0,94; $p<0,001$), FC-imediatamente após ($r=0,88$; IC=0,81 a 0,93; $p<0,001$) e Fadiga de membros inferiores (MMII)-durante o teste (3o min) (0,86; IC=0,78 a 0,92; $p<0,001$). Apresentaram também uma reprodutibilidade muito boa a PAS-reposo ($r=0,75$; IC=0,59 a 0,84; $p<0,001$), PAS-5' recuperação ($r=0,78$; IC=0,56 a 0,83; $p<0,001$), PAD-reposo ($r=0,74$; IC=0,58 a 0,84; $p<0,001$), pressão arterial diastólica (PAD) imediatamente após ($r=0,72$; IC=0,55 a 0,83; $p<0,001$), PAD-1' recuperação ($r=0,77$; IC=0,63 a 0,86; $p<0,001$), PAD-5' recuperação ($r=0,73$; IC=0,56 a 0,83; $p<0,001$), FC-reposo ($r=0,73$; IC=0,60 a 0,86; $p<0,001$), Fadiga de MMII-imediatamente após ($r=0,72$; IC=0,54 a 0,83; $p<0,001$). Conclusão: O TD6M é seguro, válido e com boa reprodutibilidade intra-avaliador na avaliação da tolerância ao esforço em crianças saudáveis entre 7-11 anos.

Palavras-chave: Validação; Reprodutibilidade; Teste de degrau; Tolerância ao exercício; Teste de campo; Teste submáximo.

Abstract

Objective: To validate the six-minute step test (6MST) and evaluate its reproducibility for determining exercise tolerance in healthy children aged 7-11 years. **Methods:** 66 healthy children, aged between 7 and 11 years old, were included in the research. The volunteers underwent the six-minute walk test (6MWT) and the 6MST. **Results:** A moderate positive correlation was observed between the distance covered on the 6MWT and the number of climbs on the 6MST ($r = 0.43$; $p < 0.001$). The reproducibility of the variables in the 6MST was considered excellent in relation to the variables Performance (number of steps) ($r = 0.92$; CI = 0.87 to 0.87; $p < 0.001$), systolic blood pressure (SBP) immediately after ($r = 0.87$; CI = 0.79 to 0.92; $p < 0.001$), SBP-1' recovery ($r = 0.84$; CI = 0.74 to 0.90; $p < 0.001$), maximum heart rate (HR) ($r = 0.90$; CI = 0.83 to 0.94; $p < 0.001$), HR-immediately after ($r = 0.88$; CI = 0.81 to 0.93; $p < 0.001$) and lower limb (LL) fatigue test (3rd min) (0.86; CI = 0.78 to 0.92; $p < 0.001$). They also showed very good reproducibility at SBP-rest ($r = 0.75$; CI = 0.59 to 0.84; $p < 0.001$), SBP-5' recovery ($r = 0.78$; CI = 0.56 to 0.83; $p < 0.001$), PAD-rest ($r = 0.74$; CI = 0.58 to 0.84; $p < 0.001$), diastolic blood pressure (PAD) immediately after ($r = 0.72$; CI = 0.55 to 0.83; $p < 0.001$), PAD-1' recovery ($r = 0.77$; CI = 0.63 to 0.86; $p < 0.001$), PAD-5' recovery ($r = 0.73$; CI = 0.56 to 0.83; $p < 0.001$), HR-rest ($r = 0.73$; CI = 0.60 to 0.86; $p < 0.001$), LL fatigue test (3rd min) (0.86; CI = 0.78 to 0.92; $p < 0.001$). Conclusion: The 6MST is safe, valid and with good reproducibility intra-rater in the evaluation of exercise tolerance in healthy children aged 7-11 years.

<0.001), diastolic blood pressure (PAD) rest ($r = 0.74$; CI = 0.58 to 0.84; $p < 0.001$), DBP -immediately after ($r = 0.72$; CI = 0.55 to 0.83; $p < 0.001$), DBP-1'recovery ($r = 0.77$; CI = 0.63 to 0.86; $p < 0.001$), DBP-5'recovery ($r = 0.73$; CI = 0.56 to 0.83; $p < 0.001$), HR-rest ($r = 0.73$; CI = 0.60 to 0.86; $p < 0.001$), LL fatigue-immediately after ($r = 0, 72$; CI = 0.54 to 0.83; $p < 0.001$). *Conclusion:* The 6MST is safe, valid and with good intra-rater reproducibility in the assessment of exercise tolerance in healthy children aged 7-11 years.

Keywords: Validation; Reproducibility; Step test; Exercise tolerance; Field test; Submaximal test.

Resumen

Objetivo: Validar el test del escalón de 6 min (TE6M) y evaluar su reproducibilidad para determinar la tolerancia al ejercicio en niños sanos de 7 a 11 años. *Metodos:* se incluyeron en la investigación 66 niños sanos, con edades entre 7 y 11 años. Los voluntarios se sometieron a la prueba de marcha de seis minutos (PM6M) y el TE6M, en orden aleatorio y en diferentes días, con un intervalo máximo de siete días. *Resultados:* el 65,2% de los voluntarios fueron mujeres, con una edad media de $9,2 \pm 1,2$ años y un índice de masa corporal (IMC) de $18,7 \pm 3,3$ kg / m². Se observó una correlación positiva moderada entre la distancia recorrida en la PM6M y el número de ascensos en el TE6M ($r = 0,43$; $p < 0,001$). La reproducibilidad de las variables en la PM6M se consideró excelente en relación a las variables Rendimiento (número de pasos) ($r = 0,92$; IC = 0,87 a 0,87; $p < 0,001$), presión arterial sistólica (PAS)-inmediatamente después ($r = 0, 87$; IC = 0,79 a 0,92; $p < 0,001$), recuperación de PAS-1 '($r = 0,84$; IC = 0,74 a 0,90; $p < 0,001$), frecuencia cardíaca (FC) máxima ($r = 0, 90$; IC = 0,83 a 0,94; $p < 0,001$), FC-inmediatamente después ($r = 0,88$; IC = 0,81 a 0,93; $p < 0,001$) y prueba de fatiga de miembros inferiores (FMI) (3er min) (0,86; IC = 0,78 a 0,92; $p < 0,001$). También mostraron muy buena reproducibilidad en PAS-reposo ($r = 0,75$; IC = 0,59 a 0,84; $p < 0,001$), recuperación PAS-5 '($r = 0,78$; IC = 0,56 a 0,83; $p < 0,001$), presión arterial diastólica (PAD)-reposo ($r = 0,74$; IC = 0,58 a 0,84; $p < 0,001$), PAD-inmediatamente después ($r = 0,72$; IC = 0,55 a 0,83; $p < 0,001$), recuperación de PAD-1 ($r = 0,77$; IC = 0,63 a 0,86; $p < 0,001$), recuperación de PAD-5 ($r = 0,73$; IC = 0,56 a 0,83; $p < 0,001$), FC-reposo ($r = 0,73$; IC = 0,60 a 0,86; $p < 0,001$), FMI- inmediatamente después ($r = 0, 72$; IC = 0,54 a 0,83; $p < 0,001$). La fatiga de las extremidades inferiores ($r = 0,23$; IC = -0,24 a -0,52; $p = 0,144$) fue la única variable que mostró una pobre concordancia entre la prueba y la nueva prueba. *Conclusión:* La PM6M es segura, válida y con buena reproducibilidad intra-evaluador en la evaluación de la tolerancia al ejercicio en niños sanos de 7 a 11 años.

Palabras clave: Validación; Reproducibilidad; Prueba de paso; Tolerancia al ejercicio; Prueba de campo; Prueba submáxima.

1. Introdução

Em crianças e adolescentes, a aptidão cardiorrespiratória é um importante marcador de saúde e está relacionada à redução do risco de doenças cardiovasculares e comorbidades associadas, além da melhoria do sistema musculoesquelético e da saúde mental (Takken et al., 2017). Assim, a aptidão física das crianças e adolescentes afeta o estado de saúde e a estrutura para uma vida adulta mais saudável (Carson et al., 2017; Lee, Roh & Kim, 2016).

As crianças e adolescentes apresentam respostas fisiológicas ao exercício físico similares aos adultos. Porém, a tolerância ao esforço e suas limitações nas crianças, durante suas práticas esportivas, decorrem dos processos de crescimento, desenvolvimento e maturação. Diversos fatores, mais evidentes nas crianças, causam a interrupção do exercício como a capacidade metabólica insuficiente e as dificuldades do sistema cardiovascular no suprimento de oxigênio e na remoção do dióxido de carbono produzido pelo metabolismo (Pianosi et al., 2017).

Portanto, a avaliação da tolerância ao exercício na criança tem um importante papel não apenas no conhecimento sobre a aptidão cardiorrespiratória, mas também para prescrição do exercício (Bongers, Hulzebos, Van Brussel, & Takken, 2012). Considerado como método padrão para avaliação da tolerância ao exercício, o teste de esforço cardiopulmonar (TECP) oferece medidas precisas, mas requer esforço máximo da criança, tornando seu uso mais difícil por levar o indivíduo até a exaustão voluntária (Evansa, Ferrara, Smitha, Parfitta & Estona, 2015; Maggio et al., 2017). Além disso, o alto custo de operacionalização e manutenção, além da dificuldade de transporte, torna o uso do TECP muito restrito (Maggio et al., 2017; Bohannon, Bubela, Wang, Magasi & Gershon, 2015; Costa et al., 2014)

Em contrapartida, os testes de campo, que possibilitam a avaliação indireta da tolerância ao esforço são comprovadamente efetivos. São testes de simples execução, baixo custo, práticos e podem ser uma boa opção para aplicação em larga escala (Da Costa et al., 2017; Pessoa et al., 2014; Martins, Gonçalves, Mayer & Schivinsk, 2014). Dentre eles, estão o

teste de caminhada de seis minutos (TC6M) e o teste de degrau de seis minutos (TD6M). Ambos se enquadram nos limiares submáximos e são melhores tolerados pelos indivíduos. O TC6M é bem utilizado na população pediátrica, porém seu uso requer um amplo espaço e pode dificultar sua aplicação (Cacau et al., 2017; Mylius, Paap & Takken, 2016; Grosbais et al., 2016). Já o TD6M, é adaptável a qualquer ambiente, além de fácil transporte, porém não é encontrado na literatura seu uso em crianças e adolescentes (Da Costa et al., 2017; Grosbais et al., 2016).

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo avaliar a validação de constructo e a reprodutibilidade intra-avaliador do TD6M para determinar a tolerância ao esforço em crianças saudáveis com idade entre 7-11 anos completos, uma vez que existe certa escassez de estudos voltados para esse público.

2. Metodologia

Trata-se de um estudo cruzado randomizado aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), sob parecer nº 2.632.501. Foram incluídas na pesquisa crianças saudáveis de ambos os sexos recrutadas em uma escola pública de ensino fundamental, com idade entre 7 e 11 anos completos. Já os critérios de exclusão compreendiam alterações ortopédicas e neurológicas, distúrbios respiratórios, como asma, qualquer doença cardiovascular ou respiratória que impedisse a realização dos testes ou dificuldade em compreender os testes e eram questionados aos pais. Todas as crianças incluídas no estudo assinavam o termo de assentimento e os seus responsáveis assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

O cálculo amostral foi realizado utilizando o GPower statistical package, Version 3.1.3 (Franz Faul; Universität, Kiel, Germany), para correlações moderadas ($r=0,5$) entre os valores de desempenho de cada teste. Desta forma, foi considerado um erro tipo I de 5% e 95% de poder estatístico, com 0,47 de tamanho de efeito, resultando em um tamanho amostral de 63 indivíduos.

Inicialmente, os voluntários passavam por uma anamnese, para coleta de dados pessoais, avaliação antropométrica, e medida do comprimento dos membros inferiores. Para a medição do comprimento do membro inferior, a criança era posicionada em decúbito dorsal e era medida, com fita métrica, a distância da cicatriz umbilical até o maléolo medial direito (Arcuri et al., 2016). Em seguida, foi aplicado com a criança, como também encaminhado para os responsáveis, o questionário internacional de atividade física (IPAQ) Forma Curta, para avaliar o nível de atividade física da criança (Matsudo et al., 2001).

Os testes foram realizados em dois dias, com no mínimo dois e no máximo sete dias de intervalo entre eles, cuja sequência era determinada por randomização através do site *randomization.com*. Desta maneira, no primeiro dia de avaliação a criança realizava teste-reteste do TC6M ou do TD6M e no segundo dia, o outro teste-reteste, com intervalo mínimo de 30 minutos entre cada realização. Neste intervalo, era solicitado que a criança voltasse para a sala de aula e se mantivesse em repouso, sentada. Os incentivos verbais durante os testes foram realizados a cada minuto do teste, conforme as recomendações da *American Thoracic Society (2002)*. Além disso, por se tratar de um teste aplicado à população pediátrica, eram fornecidos outros incentivos verbais como “muito bem”, “isso, continua” a cada 30 segundos de teste. Os testes foram conduzidos por dois avaliadores, um para conduzir e outro para contar o número de voltas realizadas durante o TC6M e a quantidade de subidas nos degraus durante o TD6M.

O TD6M foi realizado em um degrau feito de madeira com as seguintes dimensões: 20cm de altura, 80cm de comprimento e 40cm de largura, apresentando superfície antiderrapante. As crianças foram orientadas a subir e descer o degrau, mantendo um ritmo que possibilitasse subir o maior número possível de degraus durante o tempo de seis minutos. Os voluntários podiam intercalar os membros inferiores para as subidas, sem fazer apoio dos membros superiores, os quais permaneciam estacionários ao longo do corpo. Já o TC6M foi realizado num corredor plano, com 30 metros de comprimento e extremidades demarcadas através de cones sinalizadores. Os voluntários eram orientados a caminhar a maior distância

possível, realizando voltas ao redor dos cones, o mais rápido que conseguissem, sem correr, durante os seis minutos de teste. O desempenho era verificado pela distância percorrida durante o teste, considerando os valores de referência da distância percorrida, para crianças saudáveis brasileiras entre 7 e 12 anos (Cacau et al., 2017).

As variáveis fisiológicas, como frequência cardíaca (FC) (Polar®, modelo FT1) e fadiga de membros inferiores (MMII) (Escala de Borg modificada) (Borg, 1982) foram verificadas no repouso, a cada minuto dos testes e no período de recuperação (imediatamente após e no primeiro e quinto minuto após o teste). Já a pressão arterial (PA) foi avaliada pelo método auscultatório, utilizando um esfigmomanômetro (Premium®) e um estetoscópio (Rappaport) e verificada no repouso, imediatamente, no primeiro e no quinto minuto após o teste.

Ambos os testes seriam interrompidos, caso a criança atingisse a frequência cardíaca máxima estimada [$FC_{Máx} = 208 - (0,7 \times idade)$] (Machado & Danadai, 2011; Tanaka, Monahan & Seals, 2001), apresentasse sinais de fadiga excessiva ou a pedido da própria criança. Caso isso ocorresse, a criança era orientada a parar e descansar em posição ortostática (podendo se apoiar contra a parede), porém o cronômetro continuava contando, e a criança deveria retomar o teste assim que possível (FC em 10 batimentos abaixo do valor de FC máxima) até o término do sexto e/ou terceiro minuto. Nenhuma criança do estudo precisou interromper os testes.

Para análise estatística foi utilizado o SPSS 20.0 (software IBM). A normalidade da distribuição dos dados foi verificada pelo teste Kolmogorov-Smirnov. Os dados foram expressos em média \pm desvio padrão e mediana e intervalo interquartil.

Foi utilizado o teste *t* de Student pareado para comparação das médias da distância percorrida entre o teste-reteste do TC6M e do TD6M, respectivamente. Para comparação das variáveis categóricas foi realizado o teste de Qui-quadrado ou o teste Exato de Fisher. Na análise da reprodutibilidade e confiabilidade intrateste do TD6M foi calculado o coeficiente de correlação intraclasse (CCI), no qual foi adotada a classificação dos valores de acordo com os critérios de interpretação de Weir (2005) como: pobre ($CCI < 0,2$), razoável ($CCI > 0,21$ e $< 0,4$), boa ($CCI > 0,41$ e $< 0,6$), muito boa ($CCI > 0,61$ e $< 0,8$) e excelente ($CCI > 0,81$). A análise de concordância para o desempenho dos dois TD6M foi realizada de acordo com os princípios propostos por Bland-Altman. Na ausência do teste “padrão-ouro”, foi realizada a validação do constructo do tipo convergente com um teste de constructo similar (TC6M), através da correlação de Pearson.

3. Resultados

Um total de 68 crianças foram analisadas para os critérios de elegibilidade, sendo 66 crianças recrutadas e randomizadas. Não houve perda durante o processo. A característica da amostra é demonstrada na Tabela 1.

Tabela 1. Características gerais da amostra.

	Total (n=66)
Sexo	
Feminino n (%)	43 (65,2%)
Masculino n (%)	23 (34,8%)
Idade, anos	9,2 ± 1,2
Peso, Kg	37,9 ± 10,2
Altura, m	1,41 ± 0,11
IMC, kg/m²	18,7 ± 3,3
Comprimento de MMII, cm	81,4 ± 7,5
Estado Nutricional, n (%)	
Baixo Peso	1 (1,5%)
Normal	34 (51,5%)
Sobrepeso	19 (28,8%)
Obesidade	12 (18,2%)
Nível de Atividade física – Pais, n (%)	Total (n= 22)
Inativo	13 (59,1%)
Ativo	9 (40,9%)
Nível de Atividade física – Criança, n (%)	Total (n=59)
Inativo	41 (69,5%)
Ativo	18 (30,5%)

IMC: Índice de massa corporal; *Dados expressos em n (%) para variáveis categóricas e em média ± DP ou mediana (intervalo interquartil) para variáveis contínuas. Fonte: Autores.

Com relação ao desempenho no TC6M, foi observada maior distância percorrida no segundo TC6M (517,3±67,18 m vs. 529,5±61,78 m), não sendo diferente no TD6M (179,6±33,56 degraus vs. 185,6±35,96 degraus), no qual as crianças apresentaram melhor desempenho no segundo teste, conseguindo subir um maior número de degraus. Conforme a Tabela 2, foram encontradas diferenças significativas entre o teste e o reteste com relação ao desempenho no TC6M (-12,21±46,30m; p=0,03) e no TD6M (-6,01±17,43 degraus; p=0,006) (Tabela 2).

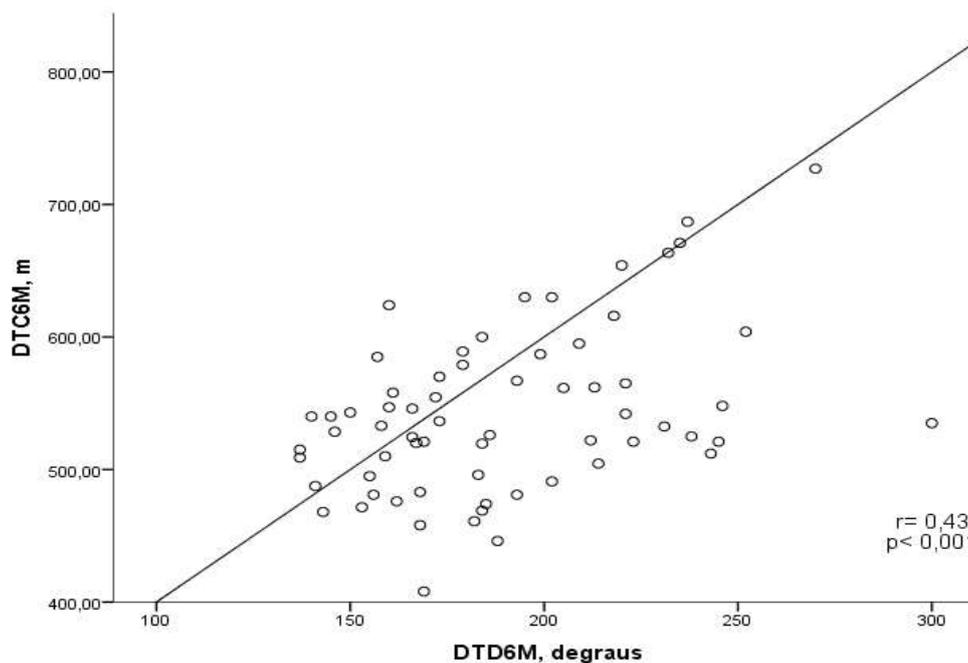
Tabela 2. Desempenho no teste e reteste do teste de caminhada de seis minutos e do teste de degrau de seis minutos.

	Teste	Reteste	Melhor Teste	ΔT (Teste – Reteste)	<i>p</i> -Valor ¹
TC6M , distância (m)	517,3 ± 67,18	529,5 ± 61,78	541,99 ± 61,19	-12,21 ± 46,30	0,03
TD6M , número de subidas no degrau	179,6 ± 33,56	185,6 ± 35,96	189,45 ± 35,8	-6,01 ± 17,43	0,006

TC6M: Teste de caminhada de 6 minutos; TD6M: Teste de degrau de 6 minutos. *Dados expressos em média ± desvio padrão e diferença de média (Intervalo de confiança de 95%). *Teste t pareado: Teste 1 vs. Teste 2. Fonte: Autores.

Pela análise da correlação entre a distância percorrida no TC6M e o número de degraus subidos no TD6M, foi verificada uma correlação positiva moderada entre essas variáveis ($r=0,43$; $p<0,001$) (Figura 1).

Figura 1. Correlação entre a distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos (DTC6) e o número de degraus subidos no teste de degrau de seis minutos (DTD6).



Fonte: Autores.

Sobre a reprodutibilidade do TD6M com relação ao desempenho do teste (Tabela 3), o coeficiente de correlação intraclassa (CCI) apresentou uma reprodutibilidade excelente em relação às variáveis desempenho (número de degraus) ($r=0,92$; $IC=0,87$ a $0,87$; $p<0,001$), PAS_{-imediatamente após} ($r=0,87$; $IC=0,79$ a $0,92$; $p<0,001$), PAS_{-1ª recuperação} ($r=0,84$; $IC=0,74$ a $0,90$; $p<0,001$), FC_{máxima} ($r=0,90$; $IC=0,83$ a $0,94$; $p<0,001$), FC_{-imediatamente após} ($r=0,88$; $IC=0,81$ a $0,93$; $p<0,001$) e fadiga de MMII-meio do teste (3^o min) ($0,86$; $IC=0,78$ a $0,92$; $p<0,001$). Apresentaram também uma reprodutibilidade muito boa a PAS_{-repouso} ($r=0,75$; $IC=0,59$ a $0,84$; $p<0,001$), PAS_{-5ª recuperação} ($r=0,78$; $IC=0,56$ a $0,83$; $p<0,001$), PAD_{-repouso} ($r=0,74$; $IC=0,58$ a $0,84$; $p<0,001$).

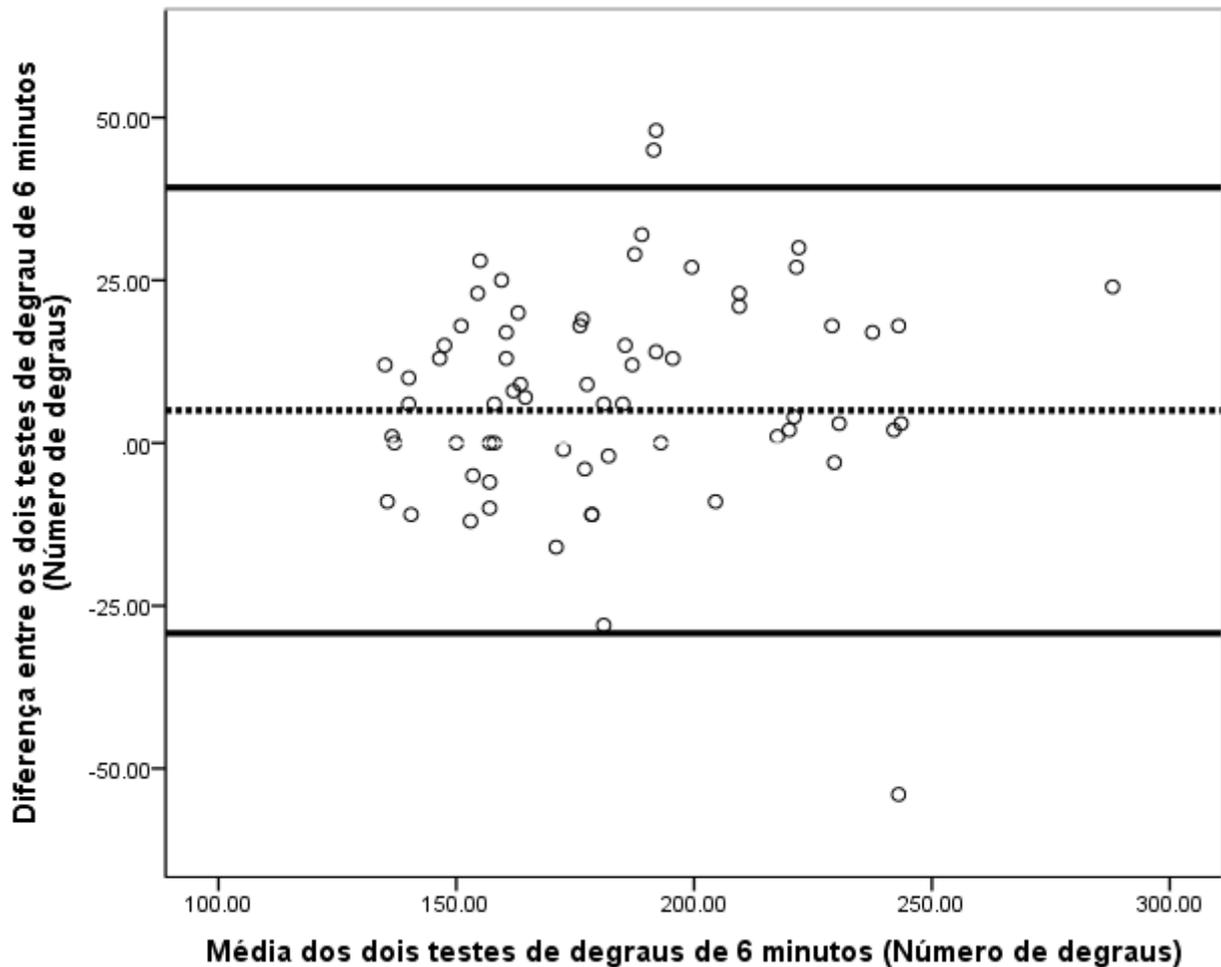
PAD-imediatamente após ($r=0,72$; IC=0,55 a 0,83; $p<0,001$), PAD-1'recuperação ($r=0,77$; IC=0,63 a 0,86; $p<0,001$), PAD-5'recuperação ($r=0,73$; IC=0,56 a 0,83; $p<0,001$), FC-reposo ($r=0,73$; IC=0,60 a 0,86; $p<0,001$), fadiga de MMII-imediatamente após ($r=0,72$; IC=0,54 a 0,83; $p<0,001$). A fadiga de MMII-reposo ($r=0,23$; IC=-0,24 a -0,52; $p=0,144$) foi a única variável que apresentou uma pobre concordância entre o teste e reteste.

Tabela 3. Reprodutibilidade do Teste de Degrau de Seis Minutos, comparando o teste-reteste.

	Teste	Reteste	CCI (IC95%)	p-Valor
Desempenho (número de degraus)	179,6 ± 33,56	185,6 ± 35,96	0,929 (0,875 a 0,875)	<0,001
PAS-reposo	95,96 ± 10,03	95,47 ± 9,78	0,754 (0,598 a 0,849)	<0,001
PAS-imediatamente após	115,73 ± 12,61	115,88 ± 13,88	0,873 (0,792 a 0,922)	<0,001
PAS-1'recuperação	106,38 ± 11,22	106,71 ± 12,28	0,844 (0,746 a 0,905)	<0,001
PAS-5'recuperação	96,89 ± 9,06	98,89 ± 11,00	0,786 (0,650 a 0,869)	<0,001
PAD-reposo	62,29 ± 6,30	61,38 ± 6,08	0,747 (0,589 a 0,845)	<0,001
PAD-imediatamente após	64,67 ± 7,57	62,92 ± 8,05	0,729 (0,558 a 0,834)	<0,001
PAD-1'recuperação	63,80 ± 7,44	62,86 ± 7,30	0,777 (0,637 a 0,863)	<0,001
PAD-5'recuperação	62,83 ± 8,06	63,61 ± 7,23	0,735 (0,568 a 0,838)	<0,001
FC-reposo	94,56 ± 12,94	98,61 ± 12,15	0,735 (0,601 a 0,863)	<0,001
FC máx.	170,12 ± 18,67	173,38 ± 19,38	0,901 (0,834 a 0,940)	<0,001
FC-imediatamente após	166,24 ± 20,52	168,74 ± 20,97	0,888 (0,818 a 0,932)	<0,001
Fadiga de MMII-reposo	0,36 ± 0,77	0,64 ± 1,75	0,232 (-0,248 a -0,528)	0,144
Fadiga de MMII-meio do teste (3º min)	4,52 ± 3,53	4,64 ± 3,46	0,869 (0,786 a 0,920)	<0,001
Fadiga de MMII-imediatamente após	5,08 ± 3,72	5,15 ± 3,82	0,724 (0,548 a 0,831)	<0,001

CCI: coeficiente de correlação intraclassa; IC95%, intervalo de confiança de 95%; FC: frequência cardíaca; FC_{máxima}= Frequência cardíaca máxima PAS: pressão arterial sistêmica; PAD: pressão arterial diastólica; MMII: membros inferiores. Fonte: Autores.

Figura 2. Gráfico de Bland-Altman de concordância entre o teste-reteste do teste de degrau de 6 minutos (Erro Médio= 5,0152).



Fonte: Autores.

Para verificação da confiabilidade do TD6M foi utilizado o método Bland-Altman, o qual expõe a concordância entre o desempenho dos indivíduos no teste e reteste. Foi observado um erro médio de 5,01 degraus (95% IC: 39,2 a -29,21 degraus) (Figura 2).

4. Discussão

Este estudo teve como objetivo validar o teste de degrau de 6 minutos (TD6M) e avaliar sua reprodutibilidade em uma amostra de crianças saudáveis brasileiras. Foi possível verificar que o TD6M, em crianças saudáveis de 7-11 anos completos, se mostrou um teste de campo válido para avaliar a tolerância ao esforço. Também se mostrou um teste reprodutível em relação às variáveis hemodinâmicas.

Na avaliação do desempenho no teste-reteste, foram observadas diferenças na distância percorrida no TC6M e no número de subidas no TD6M. Portanto, houve efeito de aprendizado, já que os voluntários apresentaram melhor desempenho no segundo teste. Esse comportamento pode ser justificado pela necessidade do indivíduo de se habituar a uma tarefa exigida pela diminuição de possíveis fatores psicológicos, como ansiedade e por uma devida adaptação neuromuscular exigida pelo esforço (Rodrigues, Mendes & Viegas, 2004). Desta forma, na população do presente estudo, sugerimos a necessidade de um segundo teste na prática clínica para a avaliação da tolerância ao esforço. Esses resultados são contrários aos apresentados por

Baptista et al., (2020), que não encontraram em seu estudo efeito de aprendizado para o teste de degrau de 3 minutos (TD3M) em crianças saudáveis. Esse resultado pode ser explicado pelo TD3M ter um tempo mais curto, o que facilita o engajamento no teste e não necessita exclusivamente da motivação da criança.

Com relação à validação do TD6M em crianças saudáveis entre 7 e 11 anos completos, foi encontrada uma correlação positiva moderada entre a distância percorrida no TC6M e o número de subidas no TD6M, indicando que o TD6M é válido para a avaliação da tolerância ao esforço na população descrita. O TD6M já foi validado em indivíduos com apneia obstrutiva do sono tratados com pressão positiva contínua nas vias aéreas (Magalhães et al., 2020). O TD6M também foi validado em indivíduos saudáveis por Arcuri et al., (2016), apresentando forte correlação em relação ao desempenho no TC6M. No entanto, Reychler et al., (2018) encontraram uma correlação fraca entre a distância percorrida no TC6M e o número de degraus do TD6M, em crianças saudáveis, entre 6 e 12 anos.

O TC6M é um teste bem aceito e divulgado na literatura como uma das referências para avaliar as respostas dos mecanismos incluídos no exercício submáximo, metabolismo muscular, além dos sistemas respiratório, cardiovascular e neuromuscular (Reychler et al., 2018). Sendo apresentado como um teste com critérios de avaliação bem definidos quanto à capacidade funcional de exercício (CFE), o que torna segura a sua utilização como fator de comparação e validação de outros instrumentos (Morales et al., 2011; Mänttari et al., 2018). No entanto, testes menos restritivos são frequentemente solicitados, principalmente pela dificuldade de um ambiente físico adequado e com menos restrições (Reychler et al., 2018). Apesar das inúmeras vantagens de outros testes de campo, o TD6M não necessita de um local amplo e horizontal para sua execução, pois o degrau pode ser facilmente deslocado e utilizado em um espaço mínimo, possibilitando uma melhor monitorização do paciente (Andrade, Cianci, Malaguti & Corso, 2012).

Sobre a reprodutibilidade, os resultados encontrados no presente estudo, apontaram que TD6M apresentou reprodutibilidade excelente e muito boa com relação ao desempenho e às variáveis hemodinâmicas, com exceção da fadiga de $MMII_{\text{repouso}}$, que foi a única variável que apresentou uma pobre concordância entre o teste e reteste. Esses dados corroboram os encontrados por Arcuri et al., (2016), que obtiveram uma reprodutibilidade excelente quanto ao desempenho para o TD6M em adultos jovens saudáveis. Resultados semelhantes também foram encontrados por Magalhães et al., (2020) que analisaram indivíduos com apneia obstrutiva do sono tratados com pressão positiva contínua nas vias aéreas e obtiveram uma excelente reprodutibilidade com relação ao desempenho e às variáveis cardiovasculares analisadas. Esses achados reforçam que o teste de degrau pode ser considerado uma avaliação com protocolo simples e facilmente executável, porém outros estudos devem ser realizados para examinar se o TD6M é reprodutível e confiável em avaliações que exijam mais dias, visto que o intervalo de tempo entre as medidas influencia na interpretação da confiabilidade (Souza, Alexandre & Guirardello, 2017).

O presente estudo apresenta algumas limitações, como não fazer a estratificação por sexo, tendo em vista que existem mais crianças do sexo feminino. Além disso, não usar o teste de esforço cardiopulmonar (TECP) para validação do TD6M, caracterizando uma validação de critério do tipo concorrente, utilizando o padrão-ouro para medir a tolerância ao esforço como referência. No entanto, optamos por fazer uma validação de constructo com TC6M, que apresenta validação e uma boa correlação com o TECP para avaliar a tolerância ao esforço.

5. Conclusão

Desta forma, concluímos que o TD6M é considerado um teste seguro, válido e de boa reprodutibilidade intra-avaliador para determinar a tolerância ao esforço em crianças saudáveis de 7-11 anos completos. Além de ser um teste de fácil aplicabilidade, de baixo custo e podendo ser realizado em ambientes que não requerem muito espaço físico, tornando sua utilização viável na aplicação em larga escala para a avaliação da tolerância ao esforço, tanto na área do atendimento clínico dos serviços público e privado, quanto na área acadêmica referente ao ensino e à pesquisa. Sugerimos outros estudos com

amostras maiores que permitam a estratificação por faixa etária para estabelecer valores de referência mais estreitos para cada faixa de idade.

Referências

- Andrade, C. H. S. D., Cianci, R. G., Malaguti, C., & Dal Corso, S. (2012). The use of step tests for the assessment of exercise capacity in healthy subjects and in patients with chronic lung disease. *Jornal brasileiro de pneumologia*, 38(1), 116-124.
- Arcuri, J. F., Borghi-Silva, A., Labadessa, I. G., Sentanin, A. C., Candolo, C., & Di Lorenzo, V. A. P. (2016). Validity and reliability of the 6-minute step test in healthy individuals: a cross-sectional study. *Clinical journal of sport medicine*, 26(1), 69-75.
- ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. (2002). ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*, 166, 111-117.
- Baptista, J. T., Ferreira, S. T. B. P., Bernardino, M. E. C., Silva Magalhães, M. G., Bezerra, P., & Jaguaribe de Lima, A. M. (2020). The three-minute step test showed good construct validity and intra-rater reliability in healthy children aged 7-11 years. *Acta paediatrica*, 109(11), 2354-2355.
- Bohannon, R. W., Bubela, D. J., Wang, Y. C., Magasi, S. S., & Gershon, R. C. (2015). Six-minute walk test versus three-minute step test for measuring functional endurance (Alternative Measures of Functional Endurance). *Journal of strength and conditioning research/national strength & conditioning association*, 29(11), 3240.
- Bongers, B. C., Hulzebos, E. H., Van Brussel, M., & Takken, T. (2012). Pediatric norms for cardiopulmonary exercise testing. *Uitgeverij BOXPress, s'-Hertogenbosch*, 2(3), 30-34.
- Borg, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion (1982). *Journal of medicine & Science in sports & Exercise*, 14 (5), 377-381.
- Cacau, L. D. A. P., Carvalho, V. O., dos Santos Pin, A., Daniel, C. R. A., Ykeda, D. S., de Carvalho, E. M., ... & de Santana-Filho, V. J. (2017). Reference Values for the 6-min Walk Distance (6MWT) in Healthy Children Aged 7 to 12 Years in Brazil: Main Results of the TC6minBRASIL Multi-Center Study. *Respiratory Care*.
- Carson, V., Lee, E. Y., Hewitt, L., Jennings, C., Hunter, S., Kuzik, N., & Tremblay, M. S. (2017). Systematic review of the relationships between physical activity and health indicators in the early years (0-4 years). *BMC public health*, 17(5), 33-63.
- Da Costa, C. H., da Silva, K. M., Maiworm, A., Raphael, Y., Parnayba, J., Da Cal, M., ... & Rufino, R. (2017). Can we use the 6-minute step test instead of the 6-minute walking test? An observational study. *Physiotherapy*, 103(1), 48-52.
- da Costa, J. N., Arcuri, J. F., Gonçalves, I. L., Davi, S. F., Pessoa, B. V., Jamami, M., & Di Lorenzo, V. A. (2014). Reproducibility of cadence-free 6-minute step test in subjects with COPD. *Respiratory care*, 59(4), 538-542.
- Evans, H. J., Ferrar, K. E., Smith, A. E., Parfitt, G., & Eston, R. G. (2015). A systematic review of methods to predict maximal oxygen uptake from submaximal, open circuit spirometry in healthy adults. *Journal of science and medicine in sport*, 18(2), 183-188.
- Grosbois, J. M., Riquier, C., Chehere, B., Coquart, J., Béhal, H., Bart, F., & Chenivesse, C. (2016). Six-minute stepper test: a valid clinical exercise tolerance test for COPD patients. *International journal of chronic obstructive pulmonary disease*, 11, 657.
- Lee, H. T., Roh, H. L., & Kim, Y. S. (2016). Cardiorespiratory endurance evaluation using heart rate analysis during ski simulator exercise and the Harvard step test in elementary school students. *Journal of physical therapy science*, 28(2), 641-645.
- Machado, F. A., & Denadai, B. S. (2011). Validade das equações preditivas da frequência cardíaca máxima para crianças e adolescentes. *Arquivos brasileiros de cardiologia*, 97(2), 136-140.
- Magalhães, M. G. S., Teixeira, J. B., Santos, A. M. B., Clímaco, D. C. S., Silva, T. N. S., & Lima, A. M. J. D. (2020). Construct validity and reproducibility of the six-minute step test in subjects with obstructive sleep apnea treated with continuous positive airway pressure. *Jornal brasileiro de pneumologia*, 46(3).
- Maggio, A. B., Vuistiner, P., Crettenand, A., Tabin, R., Martin, X. E., Beghetti, M., ... & Deriaz, O. (2017). Adapting the "Chester step test" to predict peak oxygen uptake in children. *Swiss medical weekly*, 147, w14435.
- Mänttari, A., Suni, J., Sievänen, H., Husu, P., Vähä-Ypyä, H., Valkeinen, H., & Vasankari, T. (2018). Six-minute walk test: a tool for predicting maximal aerobic power (VO₂ max) in healthy adults. *Clinical physiology and functional imaging*, 38(6), 1038-1045.
- Martins R., Gonçalves R.M., Mayer A.F., Schivinsk C.I.S. (2014). Confiabilidade e reprodutibilidade do teste de caminhada de seis minutos em crianças saudáveis. *Fisioterapia & pesquisa*, 21(3), 279-284.
- Matsudo, S., Araújo, T., Marsudo, V., Andrade, D., Andrade, E., & Braggion, G. (2001). Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Revista brasileira de atividade física e saúde*, 05-18.
- Morales-Blanhir, J. E., Palafox Vidal, C. D., Rosas Romero, M. D. J., García Castro, M. M., Londoño Villegas, A., & Zamboni, M. (2011). Six-minute walk test: a valuable tool for assessing pulmonary impairment. *Jornal brasileiro de pneumologia*, 37(1), 110-117.
- Mylius, C. F., Paap, D., & Takken, T. (2016). Reference value for the 6-minute walk test in children and adolescents: a systematic review. *Expert review of respiratory medicine*, 10(12), 1335-1352.
- Pessoa, B. V., Arcuri, J. F., Labadessa, I. G., Costa, J. N., Sentanin, A. C., & Di Lorenzo, V. A. P. (2014). Validity of the six-minute step test of free cadence in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Brazilian journal of physical therapy*, 18(3), 228-236.

- Pianosi, P. T., Liem, R. I., McMurray, R. G., Cerny, F. J., Falk, B., & Kemper, H. C. (2017). Pediatric exercise testing: value and implications of peak oxygen uptake. *Children*, 4(1), 6.
- Reychler, G., Audag, N., Dewulf, S., Mestre, N. M., & Caty, G. (2018). Validation of 6 min step test and 4-m gait speed in children: A randomized cross-over study. *Gait & posture*, 61, 19-24.
- Rodrigues, S. L., Mendes, H. F., & Viegas, C. A. D. A. (2004). Teste de caminhada de seis minutos: estudo do efeito do aprendizado em portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica. *Jornal brasileiro de pneumologia*, 30(2), 121-125.
- Souza, A. C. D., Alexandre, N. M. C., & Guirardello, E. D. B. (2017). Propriedades psicométricas na avaliação de instrumentos: avaliação da confiabilidade e da validade. *Epidemiologia e serviços de saúde*, 26, 649-659.
- Takken, T., Bongers, B. C., Van Brussel, M., Haapala, E. A., & Hulzebos, E. H. (2017). Cardiopulmonary exercise testing in pediatrics. *Annals of the american thoracic Society*, 14(Supplement 1), S123-S128.
- Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the american college of cardiology*, 37(1), 153-156.
- Weir, J. P. (2005). Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(1), 231-240.