

Valores de referencia del test de marcha en 6 minutos para niños y adolescentes sanos colombianos de 7 a 17 años de edad

Reference values for the six minute walking test in Colombian healthy children and adolescents aged 7 to 17 years

Lina María Ortiz Álvarez, Daniel Camilo Hoyos Castro, Doris Valencia Valencia

RESUMEN

Introducción: El test de marcha en 6 minutos es una prueba de ejercicio submáximo, la cual permite evaluar la capacidad de respuesta al ejercicio; ampliamente aplicada en programas de rehabilitación cardiopulmonar.

Objetivo: Obtener valores de referencia normales del test de marcha en seis minutos para niños y adolescentes sanos colombianos de 7 a 17 años de edad.

Metodología: Estudio descriptivo, observacional no experimental, de corte transversal. Se evaluaron 214 niños y adolescentes de 7 a 17 años de edad, sanos, de la ciudad de Bogotá. Cada participante realizó dos pruebas con 30 minutos de diferencia. Se determinaron como medidas de resultado, la medición de distancia recorrida en metros, frecuencia cardíaca, tensión arterial, saturación de oxígeno, peso en kg, talla en cm, índice de masa corporal, índice cintura cadera y escala de esfuerzo percibido (Escala de Borg).

Resultados: La distancia recorrida (media DS) para la primera prueba correspondió a $615,9 \pm 74,2$ m y en la segunda de $633,3 \pm 75,4$ m, con una diferencia de 17,4 m ($P < 0,05$) entre las dos pruebas. El 79,4% de los participantes obtuvieron una mayor distancia recorrida en metros en la segunda prueba. El Coeficiente de Correlación Intraclase entre las dos pruebas realizadas fue de 0,931 indicando una reproducibilidad de la prueba excelente. Las variables edad en años ($r = 0,603$ $P < 0,0001$), peso ($r = 0,575$; $P < 0,0001$), talla ($r = 0,616$ $P < 0,0001$), índice de masa corporal ($r = 0,345$; $P < 0,0001$) y diferencia de frecuencia cardíaca antes y después de la segunda prueba ($r = 0,286$; $P < 0,0001$) estuvieron correlacionadas significativamente con una mejor distancia recorrida en metros. Se evidenció una correlación inversa entre el peso corporal y la distancia recorrida. No se encontraron diferencias de distancia recorrida entre géneros. Por medio del método de regresión lineal múltiple, se generó una ecuación de referencia para el test de marcha en 6 minutos para niños

Recibido:
10 de febrero de 2016.

Aceptado:
15 de mayo de 2016.

Autores:
Lina María Ortiz Álvarez
M.D. Residente IV año Medicina Física y Rehabilitación. Universidad Nacional de Colombia.

Daniel Camilo Hoyos Castro
M.D. Residente IV año Medicina Física y Rehabilitación. Universidad Nacional de Colombia.

Doris Valencia Valencia
M.D. Profesora asociada.
Departamento de Medicina Física y Rehabilitación. Universidad Nacional de Colombia. Médica epidemióloga; Especialista en Medicina física y Rehabilitación.

Correspondencia:
dvalenciava@unal.edu.co

Conflictos de interés:
Ninguno.

y adolescentes colombianos: $DTM6M = 79,032 + [3,743 \times \text{edad (años)}] + [3,651 \times \text{talla (cm)}] + [4,877 \times \text{IMC (kg/m}^2)] + [0,104 \times \text{Dif FC2 (lpm)}] - [2,777 \times \text{peso (kg)}]$ $R^2 = 45,1\%$; error estándar = 54,71 m.

Conclusión: Se obtuvieron valores y ecuaciones de referencia en población de 7-17 años de edad, por lo que se sugiere su aplicación en las instituciones de rehabilitación colombiana donde se desarrolle esta prueba de tolerancia al ejercicio.

Palabras clave: test de marcha en 6 minutos, rehabilitación cardiopulmonar, niños y adolescentes colombianos.

ABSTRACT

Introduction: The six 6 minutes walking test (SMWT) in a submaximal exercise test, designed to measure the responsiveness to exercise, widely applied in cardiopulmonary rehabilitation programs.

Objective: To obtain normal reference values of test driving in six minutes to healthy children and adolescents Colombians from 7-17 years old.

Materials and Methods: A Descriptive, no-experimental observational, cross-sectional study, 214 children and adolescents were evaluated 7 to 17 years of age healthy Bogota. They were determined as outcome measures in two tests of walking test in 6 minutes applied in each participating with 30 minutes apart, measuring distance traveled in meters, heart rate, blood pressure, oxygen saturation, weight, height, index body mass, waist-hip ratio and Borg scale.

Results: The distance (Media DS) for the first test corresponded to 615.9 ± 74.2 m in the second of 633.3 ± 75.4 m, with a difference of 17.4 m ($P < 0.05$) between the two tests. 79.4% of participants gained a greater distance in meters in the second test. The intraclass correlation coefficient between the two tests was 0.931 indicating excellent test reproducibility. The variables age in years ($r = 0.603$ $P < 0.0001$) weight ($r = 0.575$; $P < 0.0001$), size ($r = 0.616$ $P < 0.0001$), body mass index ($r = 0.345$; $P < 0.0001$) and difference frequency of heart before and after the second test ($r = 0.286$; $P < 0.0001$) were significantly correlated with better distance in meters an inverse correlation between body weight and distance traveled was evident. No differences in distance between the genders was found. Through method of multiple linear regression (Method intro) reference equation for the walk test in 6 minutes to Colombian children and adolescents: $6MWT = 79,032 + [3,743 \times \text{age (years)}] + [3,651 \times \text{height (cm)}] + [4,877 \times \text{BMI (kg/m}^2)] + [0,104 \times \text{Dif HR2 (bpm)}] - [2,777 \times \text{weight (kg)}]$ $R^2 = 45.1\%$; Standard error of estimate = 54,71 m.

Conclusion: Reference equation and values was generated in population 7-17 years old, so its implementation is suggested in Colombian rehabilitation institutions where this develops tolerance test exercise.

Key words: Six minute walking test, cardiopulmonary rehabilitation, Colombian Children and adolescents.

INTRODUCCIÓN

Los estudios de capacidad de ejercicio o tolerancia al ejercicio de los pacientes mediante pruebas o evaluaciones han tenido gran difusión en los últimos años debido a la importancia de identificar condición física inicial, ejecutar controles, evaluar la efectividad de los programas de rehabilitación y tratamientos realizados entre los que se incluyen valoraciones pre y posquirúrgicas (trasplante pulmonar, cardíaco). Una de las herramientas aplicadas en múltiples patologías y programas de rehabilitación cardiopulmonar es el test de marcha en seis minutos. Esta es una prueba clínica clasificada como prueba de ejercicio submáximo, con la que se puede valorar la tolerancia al ejercicio, midiendo la distancia recorrida en 6 minutos, realizando una caminata y, al mismo tiempo, de manera indirecta, documentar el consumo de oxígeno. También es posible la evaluación de diferentes cambios fisiológicos producidos durante el ejercicio a una carga constante en un momento dado mediante esta prueba. Entre las variables susceptibles de ser medidas durante el test se tienen: distancia recorrida, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, saturación de oxígeno, evaluación de la percepción de fatiga muscular y disnea por el paciente mediante una escala cualitativa de percepción como la escala de Borg. Se ha encontrado que esta prueba es un método sencillo, fácil, y no necesita de una gran experiencia para su aplicación, y requiere equipo de monitorización muy básico¹.

Por lo anterior, el test de marcha en 6 minutos se convierte en una herramienta muy valiosa para la valoración de pacientes en quienes se necesite evaluar la capacidad de respuesta al ejercicio submáximo, en patologías crónicas que deterioren el estado general del paciente y limiten su capacidad física, debido a que permite realizar una valoración inicial, seguimiento de pacientes, evaluación después de realizar tratamiento, además de ser una prueba indirecta, que refleja mejor las actividades de la vida diaria de los pacientes². Según la Sociedad Americana de Tórax (ATS), esta prue-

ba permite predecir la supervivencia en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica independiente de otras variables, evalúa la tolerancia al ejercicio físico además de discriminar los pacientes con mayor tasa de ingresos a hospitales³.

En el año 2002 la Sociedad Americana de Tórax presentó las guías para el test de marcha en 6 minutos con el objeto de suministrar las indicaciones para la aplicación del test y brindar un protocolo paso a paso, con las medidas de seguridad y contraindicaciones, además de describir los posibles factores influyentes en los resultados⁴. Existe evidencia científica que permite recomendar esta prueba tanto en niños sanos como en niños con diferentes patologías, incluyendo las enfermedades de tipo neuromuscular y articular al cumplir criterios de confiabilidad y validez⁵. Se han publicado diferentes estudios: en adultos sanos, para establecer valores de referencia normales, como los realizados por Enright P. en 1998⁶; en niños sanos, diferentes estudios entre los cuales se tienen los realizados en China⁷, Brasil⁸, Chile⁵, Suiza⁹ y Austria,¹⁰ relacionando índice de masa corporal y test de marcha en 6 minutos⁽¹¹⁾; en pacientes con peso normal y sobrepeso¹²; en niños y adolescentes con fibrosis quística¹³; también se han realizado estudios implementando esta prueba en pacientes con bronquiolitis obliterante¹⁴, en patología congénita cardíaca¹⁵, en asma¹⁶, diabetes mellitus¹⁷, obesidad¹⁸ y enfermedad renal crónica¹⁹, en enfermedades neuromusculares como la enfermedad de Pompe⁽²⁰⁾ y distrofia muscular de Duchenne.²¹

A pesar de los múltiples estudios existentes a nivel mundial, esta prueba clínica continúa siendo de poca aplicación en población pediátrica, posiblemente debido a la falta de información y difusión respecto a los beneficios y facilidad de aplicación tanto en niños sanos como con algún tipo de enfermedad; con el objeto de valorar la tolerancia al ejercicio físico y de manera indirecta poder valorar el consumo de oxígeno, es decir, la capacidad aeróbica, así mismo se ha presentado dificultad

para obtener valores de referencia en esta población.

Para Colombia hasta el momento no se conocen estudios publicados sobre valores de referencia del test de marcha en 6 minutos para población pediátrica, ni para población adulta sana o con algún tipo de patología.

Los objetivos del estudio fueron establecer valores estandarizados del test de marcha en seis minutos para población infantil, generar una ecuación que nos permitiera predecir cuántos metros puede un niño y adolescente colombiano recorrer con base en datos descriptivos del mismo individuo, y calcular la fiabilidad y reproducibilidad del test en nuestro país.

PACIENTES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, observacional no experimental, de corte transversal. Se evaluaron 214 (103 mujeres) niños y adolescentes sanos entre 7 y 17 años, asistentes a dos colegios de la ciudad de Bogotá (localidad de Suba y Puente Aranda). Previamente se aplicó una encuesta evaluación cardiovascular preparticipativa para deportistas de nivel competitivo de 12 elementos, según recomendaciones de la Asociación Americana del Corazón,²² la cual fue completada por los padres de cada menor; esto permitió detectar patologías cardiorrespiratorias, musculoesqueléticas y otras, tanto agudas como crónicas, así como el uso de medicamentos y la existencia de antecedentes familiares de importancia. Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de exclusión: enfermedad pulmonar por parte del niño o adolescente, saturación de O₂ menor del 92 %, antecedente patológico de enfermedad cardíaca, arritmia no controlada o frecuencia cardíaca basal mayor a 120 latidos/min, hipertensión arterial, enfermedad renal aguda, hepatitis aguda, consumo de medicamentos con afectación de respuesta cardiorrespiratoria durante el ejercicio (digitálicos, salicilatos, quinidina), estenosis aórtica severa, enfermedades coronarias severas, desórdenes metabólicos

(glucogénesis, tipo I y V), enfermedades hematológicas, hipotensión ortostática, niños o adolescentes con trastornos musculoesqueléticos, índice de cintura cadera y de masa corporal anormales, y padres que no acepten realización de estudio, no firmen consentimiento informado o no diligencien la encuesta de estado de salud.²³ Para el presente estudio se excluyeron seis niños debido a obesidad (un niño), antecedente personal de talasemia (un niño), antecedente familiar de evento coronario antes de los 50 años (un niño) y por no firma de consentimiento informado (tres niños)

El día de la prueba fueron tomadas medidas antropométricas (peso, talla, índice de masa corporal, índice cintura/cadera); después de ello se tomaron constantes vitales como tensión arterial (mmHg), frecuencia cardíaca (latidos por minuto) y saturación de oxígeno (%) luego de un período de reposo de al menos cinco minutos en posición sentada, y también se midió la sensación subjetiva de disnea y de fatiga muscular en miembros inferiores mediante la escala modificada de Borg. Se les indicó a los participantes no haber realizado actividad física vigorosa hasta dos horas antes de la realización de la prueba. Los participantes fueron instruidos de acuerdo con el protocolo estandarizado por la Sociedad Americana de Tórax (2002) para la realización de la prueba de caminata en seis minutos; esta se realizó en un sitio techado, sobre una superficie plana de 30 metros de longitud, delimitada por dos conos reflectantes, con espacio para permitir que los niños giraran alrededor de ellos. Se realizaron marcas cada tres metros sobre la superficie a utilizar, para facilitar el registro de la distancia recorrida. Se les explicó a los participantes que el objetivo era caminar lo más rápido que pudieran, en la medida de sus posibilidades, durante 6 minutos, sin trotar o correr. Los niños utilizaron ropa y calzado cómodos y adecuados. Durante la prueba se utilizaron los incentivos verbales protocolizados por la Sociedad Americana de Tórax⁴. La prueba fue supervisada por dos médicos residentes de cuarto año de medicina física y rehabilitación. Inmediatamente después de la prueba se tomaron nuevamente medidas

de tensión arterial, frecuencia cardíaca, saturación de oxígeno y la sensación subjetiva de fatiga muscular en miembros inferiores y de disnea. Treinta minutos después de finalizada la prueba, esta se repitió tomando las mismas medidas ya mencionadas antes y después de ella; se seleccionó la mejor prueba de las dos expresada en metros recorridos por el participante. Durante la realización del test no se presentó ninguna complicación médica.

La investigación fue desarrollada con la previa autorización del comité docente del Departamento de Medicina Física y Rehabilitación, el comité de Ética Médica Universidad Nacional de Colombia y la autorización de las instituciones educativas. El consentimiento informado, los procedimientos planeados y la información recogida, el análisis y la publicación se realizara bajo los criterios éticos que se encuentran en la declaración de Helsinki, revisión de 2013; la Resolución 008430 de 1993 del Ministerio Nacional de Salud de Colombia, artículo 25 del capítulo III; así como las normas éticas internacionales para la investigación en humanos y el Decreto 2378 de 2008.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis estadístico descriptivo de los datos demográficos, con el objetivo de tener una descripción de la población de estudio, teniendo como datos relevantes la distancia recorrida en el test de marcha, la edad, el peso, la talla y el índice de masa corporal. Acto seguido, se realizó la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov para una muestra, con el objetivo de observar si las variables se ajustan a la distribución normal.

Se realizó un análisis de correlación entre la variable dependiente mejor distancia del test de marcha en 6 minutos y las variables independientes edad, género, peso, talla, IMC, índice de cintura cadera, y diferencia de la frecuencia cardíaca (inicial vs. final), con el objetivo de saber cuáles de estas variables tenían una correlación significativa con la variable de-

pendiente. Con las variables que resultaron tener correlación con la distancia recorrida, se realizó una regresión lineal múltiple (método Intro), para crear la ecuación que nos permita predecir esta distancia.

Dentro del estudio interesaba saber si realmente había una diferencia importante en la frecuencia cardíaca antes y después de realizar el test, como grupo general y discriminado por géneros. Para el primero se realizó una prueba de signos de Wilcoxon, y para lo segundo se utilizó una prueba U de Mann-Whitney.

Adicionalmente, se realizaron análisis descriptivos para crear los normogramas, tablas de frecuencias, y tablas para datos descriptivos relevantes de las variables. Además se realizaron análisis de dispersión, con el objetivo de ver qué tan agrupadas estaban las observaciones y su relación entre sí.

Se realizó Prueba T-Student para muestras independientes, para comparar si la distancia recorrida es similar entre hombres y mujeres. Si bien la distancia no sigue una distribución normal, dado que el tamaño de la muestra es grande, la prueba tiene validez.

Finalmente se realizó una prueba de fiabilidad, por medio del cálculo del coeficiente de correlación intraclase, para evaluar el grado de consistencia entre las mediciones de las pruebas realizadas y concluir si el estudio es reproducible o no.

Para el análisis de los resultados, se utilizó el *software* SPSS 22.0, para Mac. En todos los casos los resultados fueron considerados significativos cuando $p < 0,05$.

RESULTADOS

Se llenaron adecuadamente 220 encuestas por parte de los padres y/o acudientes. Seis niños fueron excluidos debido a que presentaron uno o más criterios de exclusión. Todos los participantes completaron la prueba sin

complicaciones, detenciones ni efectos adversos. Las características antropométricas son mostradas en las tablas 1 y 2. Los parámetros de signos vitales antes y después de cada prueba se encuentran en la tabla 3. Hubo diferencias significativas para el porcentaje de aumento de la frecuencia cardíaca (47,2% mujeres; 45,8% hombres), tensión arterial sistólica (13,2% mujeres; 18,5% hombres), tensión arterial diastólica (10,6% mujeres; 8,5% hombres) y disminución de la saturación de oxígeno (1,3% hombres). Cinco minutos después de la realización de las pruebas todas las variables analizadas retornaron a valores basales. En

las tablas 4 y 5 se expresan los valores de distancia recorrida por edad y sexo.

Por medio del cálculo del coeficiente de correlación intraclase se evaluó la fiabilidad y reproducibilidad de la prueba. El coeficiente calculado entre las dos pruebas fue de 0,931, que indica una reproducibilidad excelente. El promedio de distancia recorrida en la primera prueba fue $615,9 \pm 74,2$ m y en la segunda fue $633,3 \pm 75,4$ m, con una diferencia promedio entre las dos pruebas de 17,4 m, que se muestran en la tabla 6 y la figura 1. El 79,4% de los participantes recorrieron mayor

Tabla 1. Características antropométricas. Género masculino.

Grupo etáreo	n	Talla en cm		Peso Kg		IMC Peso/talla ²		ICC	
		Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
7-8 años	23	125	7	24	4	15.59	1.52	0.82	0.05
9-12 años	40	145	9	40	9	19.03	2.82	0.86	0.05
13-15 años	32	165	8	54	6	20.52	1.62	0.82	0.03
16-17 años	16	173	5	61	5	16.27	1.93	0.81	0.05
Total 111									

Tabla 2. Características antropométricas. Género femenino.

Grupo etáreo	n	Talla en cm		Peso Kg		IMC Peso/talla ²		ICC	
		Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
7-8 años	23	122	6	24	4	16,27	1,79	0,81	0,02
9-12 años	40	146	10	39	9	18,05	2,43	0,8	0,03
13-15 años	24	157	7	53	7	21,31	2,48	0,77	0,05
16-17 años	16	165	9	55	9	20,01	2,04	0,78	0,04
Total 103									

Tabla 3. Parámetros de signos vitales antes y después de cada prueba.

Variables	Mujeres			Hombres		
	Inicio	Final	Diferencia (%)	Inicio	Final	Diferencia (%)
FC	83 ± 12	120 ± 19	47,2 ± 30,9% *	85 ± 12	121 ± 18	45,8 ± 27,1% *
TAS	99±76	103 ± 10	13,2 ± 15,8% *	97± 12	117 ± 107	18,5 ± 87,4% *
TAD	60 ± 8	65 ± 7	10,6 ± 15,2% *	61 ± 6	66 ± 7	8,5 ± 11,7% *
SAO ₂	95 ± 2	94± 3	-0,3 ± 3,1%	95 ± 2	93 ± 2	-1,3 ± 2,7% *
EBR	0,5 ± 1,0	3,4 ± 2,0		0,4±0,7	2,8 ± 2,0	
EBM	0,6 ± 0,9	3,8 ± 2,4		0,4 ± 0,9	3,1± 2,1	

EBR: Escala de Borg Respiratorio; EBM: Escala de Borg Muscular; *: p<0,05.

Tabla 4. Mejor distancia recorrida. Género masculino.

Grupo etáreo	n	Media	Desviación estándar	Mediana	Rango	Percentil 25	Percentil 75
7-8 años	23	568.3	82.5	600.0	288.0	507.1	630.0
9-12 años	40	633.0	38.0	635.5	195.7	607.5	660.0
13-15 años	32	686.7	71.1	699.0	266.0	636.0	733.5
16-17 años	16	706.4	42.7	711.2	150.0	668.5	739.5
Total 111							

Tabla 5. Mejor distancia recorrida. Género femenino.

Grupo etáreo	n	Media	Desviación estándar	Mediana	Rango	Percentil 25	Percentil 75
7-8 años	26	564.7	67.3	572.5	233.0	502.0	629.9
9-12 años	39	642.4	33.1	639.0	126.0	630.0	667.0
13-15 años	24	669.7	62.4	660.0	262.0	621.0	720.0
16-17 años	14	681.4	59.6	697.5	168.0	637.0	727.0
Total 111							

distancia en la segunda prueba, mientras que el 20,6% de los mismos recorrieron mayor distancia en la primera.

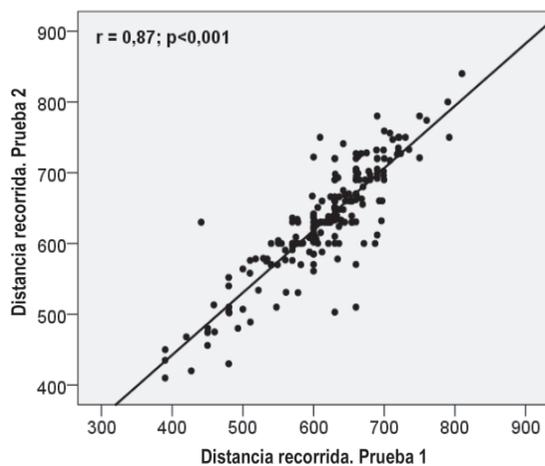


Figura 1. Comparación entre la primera y segunda prueba.

Usando la correlación de Pearson, se encontró que la edad en años ($r = 0,603$; $P < 0,0001$), el peso en kilogramos ($r = 0,575$; $P < 0,0001$), la altura en centímetros ($r = 0,616$; $P < 0,0001$), el índice de masa corporal ($r = 0,345$; $P < 0,0001$) y la diferencia de frecuencia cardíaca antes y después de la segunda prueba ($r = 0,286$; $P < 0,0001$) estuvieron correlacionadas significativamente con la distancia recorrida en la prueba de marcha en seis minutos. Posteriormente se usó un modelo de regresión lineal múltiple para seleccionar la mejor combinación de variables independientes con el fin de predecir la distancia recorrida durante la prueba. Esto permitió determinar que la edad, el peso, la talla, el índice de masa corporal y la diferencia de frecuencia cardíaca representan el 45,1% de la distancia recorrida y corresponden al mejor modelo para la ecuación. Dado que el género no tuvo una correlación significativa con la variable depen-

Tabla 6. Diferencia entre la primera y segunda prueba.

Distancia (m)	Media \pm DS			Correlación
	Prueba 1	Prueba 2	Diferencia	
Mujeres	607,3 \pm 69,9	628,7 \pm 72,2	-21,4 \pm 40,0 *	0,842*
Hombres	623,9 \pm 67,9	637,5 \pm 78,4	-13,6 \pm 36,2 *	0,893*
Total	615,9 \pm 74,2	633,3 \pm 75,4	-17,4 \pm 38,1 *	0,870*

diente evaluada, tanto niños como niñas se analizaron de manera conjunta y se obtuvo la siguiente fórmula para predecir la distancia recorrida en la prueba:

$$\text{Distancia recorrida} = 79,032 + [3,743 \times \text{edad (años)}] + [3,651 \times \text{talla (cm)}] + [4,877 \times \text{IMC (kg/m}^2\text{)}] - [2,777 \times \text{peso (kg)}]$$

$$R^2 = 45,1\%; \text{ error estándar} = 54,71 \text{ m.}$$

La correlación de los valores obtenidos en cada niño con las ecuaciones de Geiger, Li, Priesnitz y Gatica se muestra en las figuras 2-5. Observamos que hubo una moderada correla-

ción con los datos obtenidos por Geiger ($r = 0,6$; $P < 0,01$), Priesnitz ($r = 0,56$; $P < 0,01$) y Gatica ($r = 0,52$; $P < 0,01$), y débil con los datos obtenidos por Li ($r = 0,38$; $P < 0,01$).

DISCUSIÓN

Este trabajo de investigación brinda una aproximación en la obtención de los valores y ecuaciones de referencia para predecir la distancia recorrida en el test de marcha en 6 minutos para niños, niñas y adolescentes colombianos siguiendo protocolo actual vigente según ATS⁴. Para Colombia no existen trabajos publicados

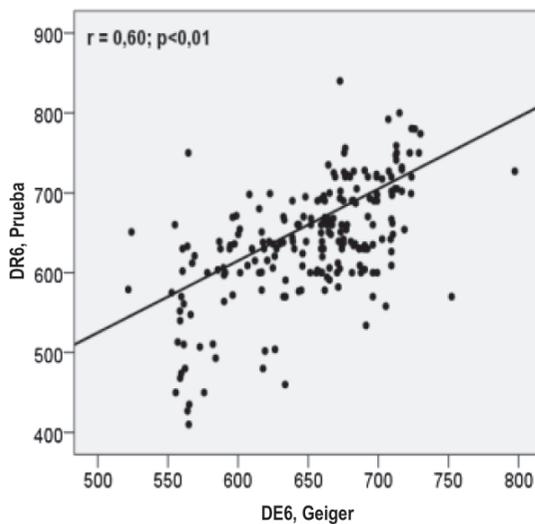


Figura 2. Correlación valores predictivos de Geiger.

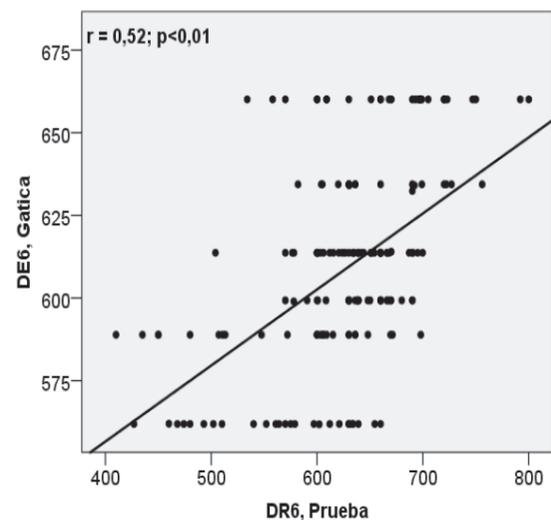


Figura 4. Correlación valores predictivos de Gatica.

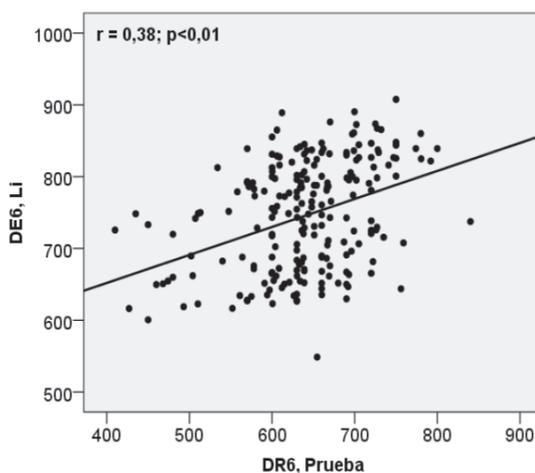


Figura 3. Correlación valores predictivos de Li.

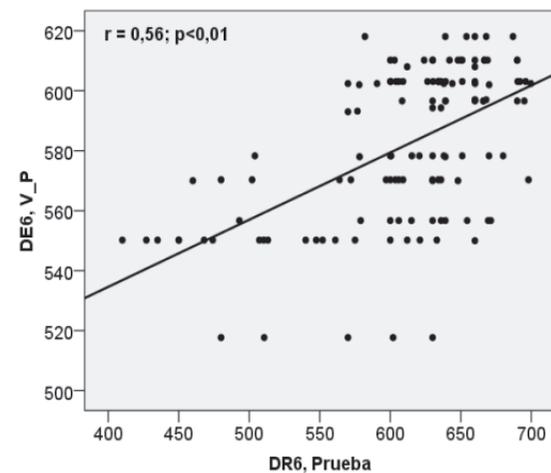


Figura 5. Correlación valores predictivos de Priesnitz.

acerca de la aplicación de esta prueba en población pediátrica y adolescente, además tampoco hay valores de referencia avalados por las sociedades científicas nacionales. Los resultados de este estudio mostraron que la distancia recorrida durante la prueba de caminata en seis minutos está correlacionada con la edad, el peso, la estatura y la diferencia en la frecuencia cardíaca. Seis estudios previos evaluaron niños sanos usando la prueba de caminata en seis minutos; cuatro de ellos presentaron ecuaciones de referencia. Se evidenció el efecto de aprendizaje con la realización de dos pruebas en el mismo día; el 79,4% de los participantes obtuvo una mayor distancia recorrida en metros durante la segunda prueba. En nuestra investigación se encontró una media de distancia recorrida para la primera prueba de $615,9 \pm 74,2$ m y en la segunda de $633,3 \pm 75,4$ m, con una diferencia de 17,4 m ($P < 0,05$). Estos resultados son similares a investigaciones realizadas previamente, específicamente en pacientes con enfermedades crónicas^{24,25}, y a las recomendaciones emitidas por la ATS⁴ en donde se recalca la importancia en la realización de una segunda prueba para el test de marcha en seis minutos; se encontró además una correlación positiva entre las distancias recorridas en las dos pruebas, lo que demuestra que quienes recorrieron una distancia mayor en la primera prueba también lo hicieron en la segunda. De la misma forma, nuestro estudio mostró un coeficiente de correlación intraclase de 0,93, lo que indica que la prueba de caminata en seis minutos es reproducible; Li mostró un ICC de 0,94 realizando la segunda días posteriores a la primera⁷, y Priesnitz tuvo un ICC de 0,74 aplicando las dos pruebas el mismo día⁸.

Encontramos una correlación positiva entre la distancia recorrida y la talla, la edad, el peso, el índice de masa corporal y la diferencia de frecuencia cardíaca al final e inicio de la prueba, lo que está en concordancia con los estudios previos^{5,8-10,26}. En nuestro estudio se evidenció una correlación inversa entre el peso corporal y la distancia recorrida, similar a los hallazgos de Priesnitz⁸ y contrario a lo encontrado por Lammers,²⁷ mostrando que sujetos más pesados recorren distancias más

cortas. En nuestros resultados se encontró una correlación positiva entre la diferencia de frecuencia cardíaca basal y final, y la distancia recorrida por el participante, hallazgo que también fue demostrado por Li⁷ y Priesnitz⁸, dado que esta variable representa el esfuerzo realizado por el participante al ejecutar la prueba. Al realizar el análisis con el modelo de regresión lineal múltiple se encontró que estas variables representan el 45,1% de la distancia obtenida; es probable que factores como actividad física previa, motivación durante realización del test, grado de seguimiento de instrucciones, atención y habilidades motoras de cada uno de los participantes podrían explicar una mayor distancia recorrida; en las guías de la Asociación Americana de Tórax del año 2002⁴, se hace referencia a los factores que pueden afectar los resultados de la prueba para un aumento de distancia recorrida considerándose la edad, la talla alta, el sexo masculino, la motivación alta y el grado de compresión de la prueba; Priesnitz y cols.⁸ y Gatica y cols.⁵ encontraron en sus modelos de regresión lineal valores de r^2 de 36,6% y 34,4% respectivamente, demostrando la influencia de otros factores en la distancia recorrida. Para nuestra población no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la distancia recorrida entre géneros, tal como lo demostraron las investigaciones de Priesnitz⁸ y Lammers,²⁷ por lo tanto los datos de niños y niñas fueron analizados juntos. Por otro lado Li, Geiger, Ulrich y Gatica^{5,7,9,10} sí encontraron diferencias significativas entre géneros, por lo cual se generaron diferentes ecuaciones de referencia por cada sexo. Al comparar la distancia recorrida por cada participante contra la distancia estimada mediante las ecuaciones de referencia de los estudios realizados por Geiger, Li, Priesnitz y Gatica, encontramos una correlación moderada con Varella Priesnitz, Gatica y Geiger, y baja correlación con Li, lo cual podría explicarse por diferencias de grupo étnico y etario y características antropométricas.

Las variaciones observadas en la frecuencia cardíaca, la tensión arterial sistólica y diastólica,

y la saturación de oxígeno están de acuerdo con el comportamiento fisiológico esperado en individuos sanos durante una prueba submáxima. Tal como fue demostrado por Lammers²⁷ y Priesnitz⁸, las principales variables retornaron a los valores de reposo a los pocos minutos de haber finalizado la prueba.

CONCLUSIONES

En este estudio se muestra cómo la mayor distancia recorrida en el test de marcha en seis minutos para los niños y adolescentes colombianos está influenciada de manera directa por la edad, la talla y la diferencia de frecuencia cardíaca antes y después de la prueba, y de manera inversa con el peso. Dado el efecto de aprendizaje encontrado y la alta reproducibilidad de la prueba, se recomienda realizar dos test de marcha en 6 minutos y seleccionar el mejor desempeño. Se generó una ecuación de referencia para aplicación en población colombiana de 7 a 17 años de edad, como se desarrolló en otros estudios de referencia a nivel mundial, por lo que sugerimos su aplicación en las instituciones de rehabilitación colombiana donde se aplique este test. Es una prueba de tolerancia al ejercicio, fácil, económica, práctica y reproducible, como lo demuestra la literatura.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen el apoyo brindado por los colegios Corazonista del norte y Sorrento de la ciudad de Bogotá; a sus directores, profesores y alumnos por su buena disposición con el desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS

1. Aquino ES, Mourão FAG, Souza RKV, Glicério BM, Coelho CC. Análise comparativa do teste de caminhada de seis minutos em crianças e adolescentes saudáveis. *Rev Bras Fisioter.* 2010;14(1):75-80.

2. Bowen JB, Votto JJ, Thrall RS, Haggerty MC, Stockdale-Woolley R, Bandyopadhyay T, et al. Functional status and survival following pulmonary rehabilitation. *Chest.* 2000; 118(3):697-703.
3. Rabinovich RA, Vilaró J, Roca J. Evaluación de la tolerancia al ejercicio en pacientes con EPOC. Prueba de marcha de 6 minutos. *Archivos de Bronconeumología.* 2004;40(2):80-5.
4. Laboratories ATSCoPSfCPF. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *American journal of respiratory and critical care medicine.* 2002;166(1):111.
5. Gatica D, Puppo H, Villarroel G, San Martín I, Lagos R, Montecino JJ, et al. Valores de referencia del test de marcha de seis minutos en niños sanos. *Revista médica de Chile.* 2012;140(8):1014-21.
6. Enright PL, Sherrill DL. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998;158(5 Pt 1):1384-7.
7. Li AM, Yin J, Yu CC, Tsang T, So HK, Wong E, et al. The six-minute walk test in healthy children: reliability and validity. *Eur Respir J.* 2005;25(6):1057-60.
8. Priesnitz CV, Rodrigues GH, Stumpf Cda S, Viapiana G, Cabral CP, Stein RT, et al. Reference values for the 6-min walk test in healthy children aged 6-12 years. *Pediatr Pulmonol.* 2009;44(12):1174-9.
9. Ulrich S, Hildenbrand FF, Treder U, Fischler M, Keusch S, Speich R, et al. Reference values for the 6-minute walk test in healthy children and adolescents in Switzerland. *BMC Pulm Med.* 2013;13(1):49.
10. Geiger R, Strasak A, Tremml B, Gasser K, Kleinsasser A, Fischer V, et al. Six-minute walk test in children and adolescents. *J Pediatr.* 2007;150(4):395-9, 9 e1-2.
11. Roush J, Guy J, Purvis M. Reference values and relationship of the six minute walk test and body mass index in healthy third grade school children. *Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice.* 2006;4(3):3.

12. Pathare N, Haskvitz EM, Selleck M. 6-Minute Walk Test Performance in Young Children who are Normal Weight and Overweight. *Cardiopulm Phys Ther J*. 2012;23(4):12-8.
13. Cunha MT, Rozov T, de Oliveira RC, Jardim JR. Six-minute walk test in children and adolescents with cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol*. 2006;41(7):618-22.
14. Zenteno D, Puppo H, González R, Pavón D, Vera R, Torres R, et al. Test de marcha de seis minutos en niños con bronquiolitis obliterante postviral: Correlación con espirometría. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*. 2008;24(1):15-9.
15. Moalla W, Gauthier R, Maingourd Y, Ahmaidi S. Six-minute walking test to assess exercise tolerance and cardiorespiratory responses during training program in children with congenital heart disease. *Int J Sports Med*. 2005;26(9):756-62.
16. Andrade LB, Silva DA, Salgado TL, Figueroa JN, Lucena-Silva N, Britto MC. Comparison of six-minute walk test in children with moderate/severe asthma with reference values for healthy children. *J Pediatr (Rio J)*. 2014;90(3):250-7.
17. Jegdic V, Roncevic Z, Skrabic V. Physical fitness in children with type 1 diabetes measured with six-minute walk test. *Int J Endocrinol*. 2013;2013:190454.
18. Makni E, Moalla W, Trabelsi Y, Lac G, Brun JF, Tabka Z, et al. Six-minute walking test predicts maximal fat oxidation in obese children. *Int J Obes (Lond)*. 2012;36(7):908-13.
19. Watanabe FT, Koch VH, Juliani RC, Cunha MT. Six-minute walk test in children and adolescents with renal diseases: tolerance, reproducibility and comparison with healthy subjects. *Clinics (Sao Paulo)*. 2016;71(1):22-7.
20. Dubrovsky A, Chloca F, Corderi JR, Jauregui A. P.17.3 Changes in the six minute walk test (6MWT) in Pompe disease. *Neuromuscular Disorders*. 2013;23(9-10):827.
21. Henricson E, Abresch R, Han JJ, Nicorici A, Goude Keller E, de Bie E, et al. The 6-Minute Walk Test and Person-Reported Outcomes in Boys with Duchenne Muscular Dystrophy and Typically Developing Controls: Longitudinal Comparisons and Clinically-Meaningful Changes Over One Year. *PLoS Curr*. 2013;5.
22. Maron BJ, Thompson PD, Ackerman MJ, Balady G, Berger S, Cohen D, et al. Recommendations and considerations related to preparticipation screening for cardiovascular abnormalities in competitive athletes: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism: endorsed by the American College of Cardiology Foundation. *Circulation*. 2007;115(12):1643-455.
23. Pivarnik J. Overview of aerobic exercise testing in children and adolescents 20/05/2016. Available from: <http://www.uptodate.com/contents/overview-of-aerobic-exercise-testing-in-children-and-adolescents> - H29.
24. de Almeida FG, Victor EG, Rizzo JA. Hallway versus treadmill 6-minute-walk tests in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respiratory care*. 2009;54(12):1712-6.
25. Redelmeier DA, Bayoumi AM, Goldstein RS, Guyatt GH. Interpreting small differences in functional status: the Six Minute Walk test in chronic lung disease patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997;155(4):1278-82.
26. Escobar Cabello M, López Suárez Clic A, Véliz Medina C, Crisóstomo H, Pinochet Urzúa R. Test de marcha en 6 minutos en niños chilenos sanos. *Kinesiología*. 2001(62): 16-20.
27. Lammers AE, Hislop AA, Flynn Y, Haworth SG. The 6-minute walk test: normal values for children of 4-11 years of age. *Arch Dis Child*. 2008;93(6):464-8.