

ARTICULO

Test de la marcha de los seis minutos en niños escolares.

Autores: Edgar J. Acosta García, Liseti Solano Rodríguez, María Adela Barón y Armando Sánchez

Instituto de Investigaciones en Nutrición (INVESNUT), Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Carabobo. Apartado Postal 3459. El Trigal. Valencia. Venezuela 2002-A. Teléfono: 0241-8915640; 0241-8672852, 0412-8935079.

Autor de correspondencia:

Edgar J. Acosta García

Email: eacosta1@uc.edu.ve;
edgaracosta1357@hotmail.com

RESUMEN

El Test de la Marcha de los 6 minutos (TM6M) es una prueba que provoca un estrés fisiológico submáximo en la capacidad aeróbica de un sujeto. Se evaluaron la distancia recorrida (DTM6M) y las variables fisiológicas asociadas en 75 niños entre 6 y 11 años. La investigación fue descriptiva, correlacional, transversal y de campo realizada en una Unidad Educativa de Valencia, Venezuela. Se determinó la DTM6M mediante el TM6M, el peso, la talla y se calculó el IMC, la frecuencia cardíaca (FC) y se estimó el máximo consumo de oxígeno (VO_2 máx). La DTM6M fue similar en ambos sexos y los niños y niñas de mayor edad recorrieron una mayor distancia que sus similares de menor edad. La DTM6M correlacionó con la FC basal, la FC post-ejercicio y la diferencia de FC únicamente en las hembras, mientras que la estimación del VO_2 máx correlacionó en ambos sexos. Se concluye que las variables predictoras de la DTM6M en varones y hembras fueron la edad y el IMC.

Palabras clave: niños escolares, TM6M, distancia recorrida, frecuencia cardíaca.

ABSTRACT

Six-minute walking test in school children

The six-minute walking test (6MWT) is a test that causes a physiological stress submaximal in the aerobic capacity of a subject. Distance (D6MWT) and associated physiological variables in 75 children aged 6 to 11 years were measured. A descriptive, correlational, transversal and field study in a school of Valencia, Venezuela was conducted. D6MWT was determined by a six minutes walking test (6MWT), weight and height were measured and BMI calculated, heart rate (HR) was measured and maximum oxygen consumption (VO_2 max) estimated. D6MWT was similar in both sexes but older children walked a greater distance than younger. D6MWT correlated with baseline HR, post-exercise HR and HR were different for female children, while the estimate of VO_2 max correlated in both sexes. It is to be concluded that predictor variables of D6MWT in males and females were age and BMI.

Key Word: Schoolchildren, 6MWT, Distance traveled, Heart rate

INTRODUCCIÓN

El Test de la Marcha de los 6 minutos (TM6M) se define como una prueba submáxima, ya que provoca un estrés fisiológico que no demanda el máximo de la capacidad aeróbica de un sujeto y se considera un test simple, objetivo y clínicamente útil que permite estimar la capacidad funcional del individuo en diversas condiciones clínicas de los pacientes (1). El TM6M fue creado hace 20 años para la evaluación de la capacidad funcional o tolerancia al ejercicio, e incluso es utilizado como equivalente a pruebas o tests ergométricos, sobre todo en patologías como las cardiorrespiratorias (2).

En niños sanos ha sido validado y estandarizado en estudios internacionales, empleándose además para valorar el rendimiento en patologías como fibrosis quística, cardiopatía congénita, candidatos a trasplante y en pacientes con discapacidad intelectual (3).

Entre los distintos test de esfuerzo submáximo, el TM6M es considerado el más empleado y ha demostrado correlación entre la distancia recorrida y el consumo máximo de oxígeno, así como también con complicaciones postoperatorias, hospitalizaciones y mortalidad (4, 5, 6).

La validez y reproducibilidad de los resultados del TM6M ha sido puesta a prueba en varias investigaciones y los resultados permiten concluir que la metodología empleada en el test puede ser aplicada en diferentes grupos etarios con diferentes condiciones físicas, incluyendo a niños y adolescentes eutróficos, con sobrepeso u obesos (5, 7).

La estandarización de la distancia recorrida en el TM6M (DTM6M) por niños sanos se ha llevado a cabo en diferentes países de Asia, Europa y America Latina (8, 9, 10, 11). En America, los trabajos llevados a cabo en Chile y México arrojan resultados que pudieran ser empleados como valores de referencia en niños sanos de la población venezolana. Sin embargo, se hace necesario determinar dichos valores de referencia en nuestra población ya que diversos factores ambientales, variables antropométricas, sexo, edad y la motivación con la que se cuente en el momento de realizar la prueba afectan los resultados del TM6M (1, 9, 10, 11). El objetivo del presente estudio consistió en evaluar el desempeño de niños y niñas de 6 a 11 años de la ciudad de Valencia-Venezuela (2008-2009), en cuanto a la distancia recorrida al final del TM6M y de las variables fisiológicas asociadas a dicho test.

MATERIALES Y METODOS

La investigación realizada fue descriptiva, correlacional, transversal y de campo, llevada a cabo en 75 escolares niños y niñas, con edades entre 6 y 11 años, sin enfermedad aparente y seleccionados al azar de una Unidad Educativa del Municipio Naguanagua, Valencia, Venezuela (2008-2009).

Recolección de la información y de las muestras. La investigación se realizó siguiendo los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos (12). Previo a la evaluación se les informó a los padres o representantes de los niños, el objetivo de la investigación, y se obtuvo su consentimiento por escrito. Se utilizó una historia clínica donde se registró la edad, el peso, la talla, el Índice de Masa Corporal (IMC), entre otras variables de interés. Con la finalidad de poder comparar con los resultados obtenidos de las variables estudiadas con los de diferentes investigaciones y de tener grupos ponderados se crearon dos grupos etarios para cada sexo: uno de 6 a 8 y otro de 9 a 11 años de edad.

Variables e indicadores antropométricos

Peso. Se midió en una balanza de pie, calibrada, marca Health-o-Meter, con el sujeto descalzo y con una bata ligera, ubicándosele en el centro de la balanza en posición de atención antropométrica, dándole la espalda a la doble romana, con los brazos a ambos lados del cuerpo y mirando al frente (13).

Talla. Se determinó mediante el uso de un estadiómetro marca Holtain, sin zapatos, con la cabeza en el plano de Frankfort, con los hombros relajados para evitar la lordosis que se produce cuando se colocan los hombros hacia atrás (13).

Índice de Masa Corporal (IMC). Con los resultados de las mediciones realizadas se calculó el IMC mediante la ecuación de Quetelet (14)

Test de la marcha de los 6 minutos

Durante la realización del test se contó con la participación de 3 operadores. Un operador que instruyó e incentivó a los participantes y supervisó el recorrido de los mismos en el trayecto previamente establecido. El segundo operador registró el número de vueltas y el recorrido de la última vuelta y el tercer

operador se encargó de registrar la frecuencia cardiaca de los participantes. El circuito o trayecto a recorrer, las explicaciones preliminares que se impartieron a los participantes antes del test, los incentivos verbales empleados durante el recorrido fueron los establecidos por la Sociedad Americana del Tórax (15).

Frecuencia Cardiaca (FC). Luego de un reposo de al menos 10 minutos sentado se procedió a medir la FC basal (FCB). Al final del test se determinó la FC post-ejercicio (FCP) y un minuto después de tomar la FCP se midió la FC de recuperación (FCR). Las mediciones de FC se llevaron a cabo con un estetoscopio marca Littmann

Estimación del máximo consumo de oxígeno (VO₂máx). La estimación del VO₂máx (ml/kg/min) se realizó a través de la fórmula propuesta por el Colegio Americano de Medicina del Deporte para aquellos niños que caminaron con una intensidad entre 50 y 100 metros por minutos, mientras que para los niños que caminaron con una intensidad de entre 100 y 130 metros por minutos se utilizó la fórmula del Colegio Americano de Medicina del Deporte modificada por el equipo de trabajo del Centro Actividad Física y Salud "Manuel Fajardo"(16).

El VO₂máx (L/min) se obtuvo de la siguiente forma:

$$VO_{2,máx}(L/\text{min}) = VO_{2,máx}(ml/kg/\text{min}) \left(\frac{\text{Peso}(kg)}{1000} \right)$$

Análisis Estadísticos. Los resultados se expresaron en medias y desviación estándar. La distribución estadística de los datos se analizó con el test de Kolmogorov-Smirnov y las diferencias de medias de dos poblaciones se analizaron empleando la prueba *t* de Student y el test U-Mann-Whitney. Las correlaciones entre las variables se evaluaron a través de las pruebas de correlación de Pearson y Spearman. La deducción de la ecuación referencial para la estimación de la DTM6M se realizó a través de la regresión lineal múltiple. El nivel de significancia empleado fue de $p < 0,05$ y los datos se procesaron por medio de los programas estadísticos SPSS versión 12.0

RESULTADOS

Se estudiaron 75 niños (42,1% masculino y 57,9% femenino) cuyas edades, variables antropométricas, variables fisiológicas y la DTM6M por sexo se muestran en la tabla 1, en la cual se evidencia que no hubo diferencia significativa de esas variables entre los varones y las hembras.

Tabla 1. Edad, variables antropométricas, fisiológicas y DTM6M por sexo.

VARIABLES	Todos	Masculino	Femenino	p
Edad (Años)	8,4±1,3	8,4±1,4	8,4±1,2	0,912
Peso (kg)	30,3±8,2	30,1±8,7	31,0±7,9	0,534
Talla (cm)	129,9±9,4	130,3±10,1	130,4±9,2	0,927
IMC (Kg.m ⁻²)	17,7±3,2	17,4±3,3	18,1±3,3	0,396
FCB (lpm)	83,0±12,9	83,7±12,2	82,6±13,5	0,721
FCP (lpm)	124,8±22,1	122,9±19,7	126,1±23,7	0,312
Diferencia FC (lpm)	41,8±9,2	39,2±7,5	43,5±10,2	0,243
VO ₂ máx relativo (ml/kg/min)	14,6±3,2	14,5±3,3	14,4±3,2	0,628
VO ₂ máx (L.min ⁻¹)	0,44±0,16	0,44±0,16	0,45±0,17	0,892
DTM6M (m)	568,5±57,3	565,2±65,3	566,3±55,8	0,567

Los resultados se expresan en Media±Desviación Estándar / IMC: Índice de Masa Corporal / FCB: Frecuencia Cardiaca Basal / FCP: Frecuencia Cardiaca Postejercicio / lpm: latidos por minuto / DTM6M: Distancia recorrida en el test de la marcha de los 6 minutos

Por sexo y grupos etarios no se observó diferencia significativa entre los resultados de las variables antropométricas, la DTM6M y las variables fisiológicas estudiadas (Tablas 2-3).

Tabla 2. Edad y variables antropométricas por grupos etarios y sexo

Variables	6 a 8 años		p
	Masculino	Femenino	
Edad (Años)	7,46±0,93	7,50±0,82	0,901
Peso (kg)	27,02±7,61	26,76±5,67	0,763
Talla (cm)	124,14±7,62	124,29±5,63	0,817
IMC (kgm ⁻²)	17,27±3,35	17,22±2,90	0,817
Variables	9 a 11 años		p
	Masculino	Femenino	
Edad (Años)	9,77±0,56	9,51±0,34	0,281
Peso (kg)	34,23±8,92	35,88±7,42	0,413
Talla (cm)	138,90±6,35	137,36±7,34	0,721
IMC (kgm ⁻²)	17,53±3,29	19,03±3,62	0,217

Los resultados se expresan en Media±Desviación Estándar/IMC: Índice de Masa Corporal

Tabla 3. DTM6M y variables fisiológicas por grupos etarios y sexo

Variables	6 a 8 años		p
	Masculino	Femenino	
DTM6M (m)	542,73±58,62	539,29±47,14	0,845
FCB (lpm)	82,40±15,84	75,06±13,82	0,097
FCP (lpm)	120,00±23,95	112,00±22,58	0,370
Diferencia FC (lpm)	37,60±15,33	36,94±14,32	0,911
VO ₂ máx relativo (ml/kg/min)	13,57±2,87	12,79±1,75	0,845
VO ₂ máx (L.min ⁻¹)	0,36±0,12	0,34±0,07	0,790
Variables	9 a 11 años		p
	Masculino	Femenino	
DTM6M (m)	615,86±49,67	596,85±49,64	0,683
FCB (lpm)	85,78±7,24	84,53±12,27	0,770
FCP (lpm)	129,33±8,49	134,67±22,91	0,123
Diferencia FC (lpm)	43,56±11,57	50,13±15,11	0,290
VO ₂ máx relativo (ml/kg/min)	16,76±3,56	16,26±3,45	0,683
VO ₂ máx (L.min ⁻¹)	0,58±0,17	0,58±0,15	0,683

Los resultados se expresan en Media±Desviación Estándar / DCT6M: Distancia en el test de la caminata de los 6 minutos/ FCB: Frecuencia Cardiaca Basal / FCP: Frecuencia Cardiaca Postejercicio / lpm: latidos por minuto/ DTM6M: Distancia recorrida en el test de la marcha de los 6 minutos

La DTM6M correlacionó significativamente con la edad, la talla, el IMC, la FCB, la

diferencia FC, el VO₂máx (ml/kg/min) y el VO₂máx (L/min) (Tabla 4)

Tabla 4. Correlación entre la DTM6M y sexo, edad, variables antropométricas y fisiológicas.

Variables	r	p
Sexo	0,056	0,631
Edad (Años)	0,563	0,000*
Peso (kg)	0,062	0,634
Talla (cm)	0,403	0,001*
IMC (kgm ⁻²)	-0,256	0,047*
FCB (lpm)	0,230	0,054
FCP (lpm)	0,383	0,001*
Diferencia FC (lpm)	0,305	0,009*
VO ₂ máx relativo (ml/kg/min)	0,557	0,000*
VO ₂ máx (L.min ⁻¹)	0,547	0,000*

IMC: Índice de Masa Corporal / FCB: Frecuencia Cardíaca Basal FCP: Frecuencia Cardíaca Postejercicio / lpm: latidos por minuto *p<0,05

La ecuación predictora de la DTM6M en ambos sexos viene dada por $DTM\ 6M = 444,68 + 27,88(Edad) - 6,40(IMC)$ Este modelo explica el 45,8% de la

variabilidad en la distancia recorrida por varones y hembras (valores de R cuadrado) (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis de regresión lineal múltiple para factores asociados con la DTM6M

	Coefficiente no estandarizado	Error Estándar	P
Edad (Años)	27,88	4,59	0,000
IMC (Kg.m ⁻²)	-6,40	1,79	0,001
R cuadrado		0,458	
Cambio de R cuadrado		0,458	

IMC: Índice de Masa Corporal

DISCUSIÓN

El principal parámetro a considerar en el TM6M es la distancia recorrida (1) y en la investigación aquí realizada, dicha distancia difiere de trabajos llevados a cabo en varios países de América y Europa. Al respecto, Escobar y cols (10) en Chile, así como también Geiger y cols (8) en Austria obtienen resultados en varones y hembras de 6 a 8

años y de 9 a 11 años superiores a los encontrados en el presente trabajo. De igual forma, Li y cols (9) en China reportaron que los niños y adolescentes de 7 a 16 años de edad caminaron una mayor DTM6M. Probablemente los resultados hallados por Escobar y cols (10), Geiger y cols (8) y Li y cols (9) superen los encontrados en la presente investigación, debido a que en esos estudios los sujetos evaluados superaron en

talla a los niños y niñas analizados en esta investigación, ya que es ampliamente referido que la distancia recorrida en el TM6M aumenta con la talla. Por otra parte, esta variación encontrada en cuanto a la DTM6M en diferentes poblaciones confirma la importancia de estandarizar los valores de referencia de dicha variable en los diferentes grupos etarios y sexos.

En cuanto a la correlación entre la DTM6M con el sexo, la edad y las variables antropométricas, diferentes investigaciones confirman dichas correlaciones (3, 8, 9, 10, 17). Sin embargo, en la presente investigación la DTM6M no correlacionó con el sexo ni con el peso, mientras que si lo hizo con la edad ($p=0,000$), la talla ($p=0,001$) y el IMC ($p=0,047$), siendo la correlación negativa con esta última variable. Por grupos de edad, los varones de 9 a 11 años recorrieron una distancia significativamente mayor (615,86 m) que los de 6 a 8 años (542,73 m) ($p=0,007$). Asimismo, las hembras de mayor edad (9 a 11 años) recorrieron una distancia significativamente superior (596,85 m) que las de 6 a 8 años (539,29 m) ($p=0,003$).

La DTM6M correlacionó significativamente con FCP ($p=0,001$) y con la Diferencia de FC ($p=0,009$) en la totalidad de los niños y niñas evaluadas. Sin embargo, cuando se corrige por sexo, en los varones dicha correlación desaparece, mientras que en las hembras las correlaciones dadas por la DTM6M/FCP ($p=0,002$), DTM6M/Diferencia FC ($p=0,023$) fueron significativas. Además, en las hembras la correlación DTM6M/FCB también fue significativa ($p=0,029$). En contraste con los resultados hallados en la presente investigación, Li y cols (9) reportaron que las correlaciones entre la DTM6M y la FCB, la FCP y la diferencia de FC fueron significativas tanto en los varones como en las hembras.

DTM6M correlacionó significativamente con la estimación del VO_2 máx (L/min y ml/kg/min) tanto en la totalidad de los sujetos estudiados como en los varones ($r=0,54$; $p=0,003$) y las

hembras ($r=0,55$; $p=0,001$). Al respecto, Morinder y cols (5) reportaron una "correlación baja" ($r=0,34$) entre la DTM6M y la estimación del máximo consumo de oxígeno en niños y adolescentes obesos.

Con respecto a las ecuaciones de referencia para la determinación de la DTM6M en adultos, se ha encontrado como variables predictoras el IMC, peso, la talla y la edad (17). En niños, Li y cols (9) dedujeron ecuaciones para varones y hembras por separado, en las que las variables predictoras de la DTM6M fueron la talla y la diferencia de FC, cuyos modelos explicaban el 43,5% de la variabilidad en la distancia recorrida en los varones y el 37,3% en las hembras. En el presente trabajo, no se encontró correlación entre la DTM6M y el sexo por lo que la ecuación de referencia de la DTM6M deducida se obtuvo para varones y hembras por igual. En esta, las variables predictoras involucradas fueron el IMC y la edad, y el modelo obtenido logró explicar el 45,8% de la variabilidad en la distancia recorrida por varones y hembras.

Es probable que la ausencia de correlación entre la DTM6M y el sexo, el peso, la FCP y la Diferencia de FC en la presente investigación se deba al tamaño de la muestra, por lo tanto se recomienda para futuras investigaciones una ampliación de la misma con el objeto de verificar dichos resultados.

En conclusión, la DTM6M fue similar en niños y niñas pertenecientes a los mismos grupos etarios. Los niños y niñas de mayor edad recorrieron una mayor distancia que sus similares de menor edad, en todo caso dicho recorrido fue inferior a la reportada en otras investigaciones. La DTM6M correlacionó con la FCB, FCP y la diferencia de FC únicamente en las hembras, mientras que con la estimación del VO_2 máx correlacionó tanto en varones como con las hembras. Las variables predictoras de la DTM6M en varones y hembras fueron la edad y el IMC.

REFERENCIAS

1. Enright PL. The six-minute walk test. *Respir Care* 2003; 48(8): 783-5.
2. Cunha MT, Rozov T, de Oliveira RC, Jardim JR. Six-minute walk test in children and adolescents with cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol* 2006; 24: 321-54
3. Li AM, Yin J, Yu CC, Tsang T, So HK, Wong E, Chan D, Hon EK, Sung R. The six-minute walk test in healthy children: reliability and validity. *Eur Respir J* 2005; 25: 1057-1060
4. Solway S, Brooks D, Lacasse Y, Thomas S. A qualitative systemic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. *Chest* 2001; 119: 256-70.
5. Morinder G, Mattsson E, Sollander C, Marcus C, Larsson UE. Six-minute walk test in obese children and adolescents: Reproducibility and validity. *Physiother Res Int* 2008; 40(2): 25-31.
6. Calders P, Deforche B, Verschelde S, Bouckaert J, Chevalier F, Bassle E, Tanghe A, De Bode P, Franckx H. Predictors of 6-minute walk test and 12-minute walk/run test in obese children and adolescents. *Eur J Pediatr* 2008;167(5):563-8
7. Larsson UE, Reynisdottir S. The six-minute walk test in outpatients with obesity: reproducibility and known group validity. *Physiother Res Int.* 2008; 13(2):84-93
8. Geiger R, Strasak A, Treml B, Gasser K, Kleinsasser A, Fischer V, Geiger H, Loeckinger A, Stein JI. Six-minute walk test in children and adolescents. *J Pediatr* 2007; 150(4):395-9.
9. Li AM, Yin J, Jun T, Hung KS, Tsang T, Wong E, Fok T, Pak CN. Standard reference for the six-minute-walk test in healthy children aged 7 to 16 years. *Am J Respir Crit Care Med* 2007; 176:174-180
10. Escobar M, López A, Veliz C, Cristomo S, Pinochet R. Test de Marcha en 6 minutos en niños Chilenos. *Kinesiología* 2001; 62: 16-20.
11. Nájera MP, Domínguez ME, Rodríguez A, Gómez J. Diferencia de la prueba de caminata de 6 minutos entre un espacio abierto y uno cerrado. *Rev Inst Nal Enf Resp Mex* 2001; 14: 16-21
12. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki. Ginebra; 2004.
13. Weiner JS, Lourie SA. *Practical Human Biology*. Academic Press. Londres, RU. 1981; 189 pp.
14. Quetelet LA (1871). *Anthropetrie ou mesure des différentes facultés del l'homme*. Citado en Muquardt C. *Eur. J. Clin. Nutr.* 1994; 48: 369-375
15. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166: 111-7.
16. American Heart Association. Exercise standards: A statement for health professionals from the American Heart Association. *Circulation* 1990; 82(62): 2286- 2322.
17. Enright P, Sherrill D. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 158: 1384-1387