

ORIGINAL

## Gráficas de normalidad del test de la marcha de seis minutos en escolares sanos de la ciudad de Zaragoza, España

Ana Villamañán Montero<sup>a,\*</sup>, Carlos Martín de Vicente<sup>b</sup>, Juan Pablo García Íñiguez<sup>c</sup> y Feliciano Ramos Fuentes<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Centro de Salud Paracuellos de Jarama, Madrid, España

<sup>b</sup> Unidad de Neumología Pediátrica y Fibrosis Quística, Servicio de Pediatría, Hospital Infantil Miguel Servet, Zaragoza, España

<sup>c</sup> Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos, Servicio de Pediatría, Hospital Infantil Miguel Servet, Zaragoza, España

<sup>d</sup> Departamento de Pediatría, Radiología y Medicina Física, Facultad de Medicina, Universidad de Zaragoza, España

Recibido el 12 de marzo de 2024; aceptado el 20 de junio de 2024

### PALABRAS CLAVE

Test de la marcha de seis minutos;  
Niños sanos;  
Gráficas de percentiles

### Resumen

**Introducción:** El test de la marcha de seis minutos (TM6) es una prueba de esfuerzo que determina la tolerancia al ejercicio en enfermedades crónicas. El objetivo del estudio es elaborar ecuaciones de normalidad de niños sanos de 6 a 12 años para esta prueba en nuestra población infantil de referencia.

**Pacientes y métodos:** Se realizó el TM6 en una muestra de 236 niños analizando diferentes variables pre y posprueba, y se elaboraron ecuaciones de referencia seleccionando aquellas variables significativas ( $p < 0,05$ ).

**Resultados:** Los valores pre y posprueba, respectivamente, de saturación de oxígeno ( $\text{SatO}_2$ ) fueron  $97,82\% \pm 0,64$  y  $97,82\% \pm 0,59$ ; de la frecuencia cardiaca (FC)  $96,59$  latidos por minuto (lpm)  $\pm 16,11$  y  $131,89$  lpm  $\pm 22,64$ ; del grado de disnea (escala de Borg)  $0,52 \pm 0,83$  y  $3,01 \pm 2,42$ , y del grado de fatiga de extremidades inferiores (EEII) (escala de Borg)  $0,68 \pm 0,98$  y  $2,95 \pm 2,26$ . La media de distancia recorrida fue de  $668,03$  m  $\pm 87,36$  (varones  $671,42$  m  $\pm 92,2$  vs. mujeres  $664,22$  m  $\pm 81,81$ ). Se obtuvieron ecuaciones predictivas con las variables edad, talla y diferencia entre FC basal y final. Se crearon gráficas de percentiles de la distancia recorrida en función de la talla.

\* Autora para correspondencia.

Correo electrónico: [anavmontero@gmail.com](mailto:anavmontero@gmail.com) (A. Villamañán Montero).

<https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2024.06.007>

1695-4033/© 2024 Asociación Española de Pediatría. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licencias/by-nc-nd/4.0/>).

**Conclusiones:** La edad, la talla, la práctica regular de ejercicio físico y la obesidad influyen en los resultados. La obtención de valores de referencia del TM6 en niños sanos es necesaria para su utilización en la práctica clínica.

© 2024 Asociación Española de Pediatría. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licencias/by-nc-nd/4.0/>).

## KEYWORDS

Six-minute walk test;  
Healthy children;  
Percentile charts

## Reference charts for the six-minute walk test in healthy school-aged children from the city of Zaragoza, Spain

### Abstract

**Introduction:** The six-minute walk test is a stress test that provides information about exercise tolerance in chronic diseases. The aim of the study was to develop reference equations with normal values for the test in healthy children aged 6 to 12 years in our paediatric reference population.

**Patients and methods:** The six-minute walk test was carried out in a sample of 236 healthy children, analyzing pre- and post-test variables, and we developed reference equations selecting variables that turned out to be significant ( $P < .05$ ).

**Results:** The pre- and post-test values, respectively, were 97.82% (SD, 0.64) vs 97.82% (SD, 0.59) for oxygen saturation; 96.59 bpm (SD, 16.11) vs 131.89 bpm (SD, 22.64) for the heart rate; 0.52 (SD, 0.83) vs 3.01 (SD, 2.42) for the degree of dyspnea (Borg scale) and 0.68 (SD, 0.98) vs 2.95 (SD, 2.26) for the degree of lower extremities fatigue (Borg scale). The average distance walked was 668.03 meters (SD, 87.36) (671.42 m in boys [SD, 92.2] vs 664.22 m in girls [SD, 81.81]). We fitted predictive equations that included the variables age, height and difference between baseline and final heart rate. We also generated percentile charts of the distance walked for height.

**Conclusions:** Age, height, regular physical activity and obesity had an impact on test results. Obtaining reference values for the 6-minute walk test in healthy children is necessary for its application in clinical practice.

© 2024 Asociación Española de Pediatría. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

El test de la marcha de seis minutos (TM6) es una prueba de esfuerzo de tipo submáximo en la cual se busca medir la distancia máxima que un individuo puede recorrer durante un tiempo de seis minutos, caminando lo más rápido posible sin llegar a correr<sup>1,2</sup>. Es una prueba segura, bien tolerada y fácil de realizar<sup>1,3,4</sup>. Además, supone un bajo coste económico y tiene la ventaja de reflejar mejor que otras pruebas la capacidad para realizar las actividades de la vida diaria de los participantes y, por ende, sus limitaciones<sup>1,3,4</sup>. Puede realizarse en individuos sanos para evaluar la condición física o en diferentes enfermedades cardiorrespiratorias, con el fin de estudiar la respuesta a los tratamientos instaurados<sup>1-4</sup>.

Se han publicado más de una veintena de trabajos con ecuaciones de referencia del TM6 en niños de diferentes poblaciones de todo el mundo<sup>5</sup>. Por lo general, las variables predictivas que más influyen en la distancia recorrida son la edad, la talla y la diferencia entre la frecuencia cardiaca (FC) final y la inicial de la prueba<sup>6-14</sup>. Otras variables, como el peso, también han sido consideradas en algunos estudios<sup>8,10-14</sup>, e incluso la longitud de la pierna<sup>9,11</sup>.

Existen diferencias significativas entre las ecuaciones de referencia publicadas para esta prueba debido a la

heterogeneidad en la metodología empleada y a factores que influyen en la capacidad pulmonar de las poblaciones analizadas (ambientales, antropométricos<sup>15-17</sup> y de estilo de vida). Por ello, el objetivo de este trabajo es elaborar ecuaciones de referencia y gráficas de percentiles de normalidad del TM6 de nuestra población pediátrica de Zaragoza (España).

## Pacientes y métodos

Estudio observacional descriptivo transversal con el objetivo de elaborar valores de referencia de niños sanos caucásicos de nuestra población de referencia o entorno geográfico (Zaragoza, España) del TM6, expresado en percentil de metros recorridos. El estudio fue aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica de Aragón (CEICA). Todos los participantes pertenecían a diferentes centros escolares de la ciudad de Zaragoza (España) y para su reclutamiento se entregó una hoja con la información del estudio dirigida a los padres y a los directores de cada centro, un cuestionario de salud que fue cumplimentado por los padres en el que se reflejaban posibles patologías que pudieran presentar los niños y la frecuencia con la que practicaban ejercicio físico, y el consentimiento informado. Se llevó a cabo el proto-

**Tabla 1** Media de edad y de variables antropométricas del grupo total y por sexos

VARIABLES	Total n = 236 (media ± DE)	Varones n = 125 (media ± DE)	Mujeres n = 111 (media ± DE)
Edad (años)	9,05 ± 1,78	9,10 ± 1,89	9,00 ± 1,65
Peso (kg)	34,69 ± 10,94	35,04 ± 11,32	34,30 ± 10,53
Talla (cm)	135,30 ± 11,68	135,54 ± 11,69	135,03 ± 11,72
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	18,52 ± 3,20	18,62 ± 3,25	18,40 ± 3,16
Longitud pierna (cm)	76,72 ± 7,16	76,09 ± 7,14	77,42 ± 7,15
LREI	56,68 ± 1,51	56,12 ± 1,30	57,33 ± 1,48

DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal; LREI: longitud relativa de extremidad inferior.

colo publicado por la *American Thoracic Society*<sup>4</sup>, utilizando un pasillo de 30 m en cada centro escolar, colocando marcas cada 3 m. Previamente a la prueba, se registró el peso en kilogramos, la talla y longitud de extremidad inferior en centímetros, FC en latidos por minuto (lpm), porcentaje de saturación de oxígeno (%SatO<sub>2</sub>), grado de disnea y grado de fatiga de extremidades inferiores (EEII) mostrándoles la escala de Borg<sup>18</sup> modificada para niños (valores comprendidos entre 0 y 10). Además de medir la longitud de la extremidad inferior, se calculó el valor de la longitud relativa de extremidad inferior (LREI) según la fórmula desarrollada por Vallois<sup>15</sup>: extremidad inferior (cm) x 100/talla (cm). Según el resultado, los individuos se clasificaron en: 1) braquiesquelético (individuo con EEII cortas) con una LREI ≤ 54,9; 2) mesoesquelético (individuo con EEII de tamaño medio) con una LREI entre 55 y 56,9; y macroesquelético (individuo con EEII largas) con una LREI ≥ 57. Al finalizar, se volvió a registrar la FC, %SatO<sub>2</sub>, grado de disnea, grado de fatiga de EEII, intensidad a la que se realizó la prueba (% de la FC final en relación con su teórica máxima; FC final x 100/FC máxima teórica) y distancia recorrida en metros.

Para la realización de la base de datos y hoja de registro, así como para la obtención de tablas y gráficos, se utilizaron los programas Microsoft Excel 2016 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, EE. UU.) y SPSS versión 23.0 para Windows (IBM Corporation, Released 2015, IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0, Armonk, NY, EE. UU.). Para la investigación se utilizó el programa R 4.0 R Core Team (2021), R: *A language and environment for statistical computing* (R Foundation for Statistical Computing, Viena, Austria). Las variables cuantitativas fueron exploradas con la prueba de bondad de ajuste a una distribución normal (Shapiro-Wilks). Para evaluar la asociación entre los factores se realizaron pruebas de contraste de hipótesis. En el caso que ambos factores fueran categóricos, se utilizó la prueba  $\chi^2$  o el test *F* de Fisher si no se cumplían las condiciones para utilizar  $\chi^2$ . Para comparar medias entre dos grupos independientes se utilizó el test *U* Mann-Whitney, ANOVA o test *t* de Student, según criterios de normalidad. Para evaluar la relación entre dos variables cuantitativas se calculó el coeficiente de correlación de Spearman y la prueba de hipótesis correspondiente a la correlación. Para evaluar la relación de la distancia total caminada en metros con un subconjunto de las variables analizadas se construyeron modelos de regresión lineal multivariante.

Se completó el estudio con la creación de las gráficas de percentiles para el conjunto de la muestra y para ambos sexos, para determinar valores de referencia del TM6 en función de la talla, y se realizaron con el paquete *Generalized additive models for location, scale and shape* (GAMLSS) (Rigby R.A. and Stasinopoulos D.M. [2005]). En cuanto al análisis estadístico, se estableció el nivel de significación estadística para un valor de  $p < 0,05$ . Se dividió la muestra en cuatro grupos etarios ( $\geq 6 - \leq 8$  años,  $> 8 - \leq 10$  años,  $> 10 - \leq 12$  años y  $> 12$  años) para facilitar el análisis de los resultados, estudiar qué rango de edad era más numeroso, y observar su diferente comportamiento.

## Resultados

Realizaron la prueba 286 niños durante los meses de septiembre de 2018 a mayo de 2019. Fueron excluidos 50 individuos en el análisis final por presentar algún criterio de exclusión (prematuridad, raza no caucásica, enfermedades crónicas, sibilantes recurrentes o asma), quedando como muestra final 236 individuos (125 varones y 111 mujeres). La media de edad y las características antropométricas de todo el grupo y distribuidas por sexo se describen en la [tabla 1](#).

La media de edad fue de 9,05 años ± 1,78, siendo el grupo etario más numeroso el de los seis a ocho años en ambos sexos, con un 37,29% de participantes. La media de peso fue de 34,69 kg ± 10,94; de talla 135,30 cm ± 11,68 y de índice de masa corporal (IMC) 18,52 kg/m<sup>2</sup> ± 3,20. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre varones y mujeres en cuanto a la LREI ( $p < 0,001$ ), predominando en mujeres el tipo macroesquelético y en varones el mesoesquelético. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la intensidad del entrenamiento entre los participantes que practican deporte en su tiempo libre y los que no (62,66% ± 11,25 vs. 61,24% ± 7,57) con un valor de  $p = 0,485$ .

Las variaciones antes y después de la prueba en las variables del %SatO<sub>2</sub>, FC, grado de disnea y grado de fatiga de EEII, media porcentual de la intensidad del esfuerzo y distancia recorrida se expresan en la [tabla 2](#). Los valores del %SatO<sub>2</sub> no variaron entre el inicio y el final de la prueba. En el caso de la FC, hubo una mayor elevación al final de la prueba en el grupo de las mujeres (135,39 lpm ± 21,32 en mujeres vs. 129,78 lpm ± 23,40 en varones). En el cálculo de la intensidad se encontraron diferencias estadísticamente sig-

**Tabla 2** Variables fisiológicas, intensidad del ejercicio, sensación de disnea, fatiga de extremidades inferiores y distancia recorrida del grupo total y por sexos

Variables	Total n = 236 (media ± DE)	Varones n = 125 (media ± DE)	Mujeres n = 111 (media ± DE)
SatO <sub>2</sub> basal (%)	97,82 ± 0,64	97,82 ± 0,51	97,81 ± 0,77
SatO <sub>2</sub> final (%)	97,82 ± 0,59	97,80 ± 0,52	97,84 ± 0,65
SatO <sub>2</sub> final – basal (%)	0,00 ± 0,76	-0,02 ± 0,70	0,03 ± 0,81
FC basal (lpm)	96,59 ± 16,11	96,70 ± 17,44	96,47 ± 14,54
FC final (lpm)	131,89 ± 22,64	129,78 ± 23,40	135,39 ± 21,32
FC final – basal (lpm)	35,30 ± 22,27	32,09 ± 22,22	38,92 ± 21,87
Intensidad (%)	62,58 ± 11,01	61,12 ± 11,39	64,21 ± 10,38
Disnea basal (Borg)	0,52 ± 0,83	0,45 ± 0,73	0,60 ± 0,93
Disnea final (Borg)	3,01 ± 2,42	2,56 ± 2,13	3,53 ± 2,63
Disnea final – basal (Borg)	2,50 ± 2,34	2,11 ± 2,16	2,93 ± 2,46
Fatiga EEII basal (Borg)	0,68 ± 0,98	0,58 ± 0,90	0,80 ± 1,05
Fatiga EEII final (Borg)	3,63 ± 2,45	3,26 ± 2,49	4,05 ± 2,35
Fatiga EEII final – basal (Borg)	2,95 ± 2,26	2,68 ± 2,31	3,25 ± 2,16
Distancia recorrida (m)	668,03 ± 87,36	671,42 ± 92,21	664,22 ± 81,81

DE: desviación estándar; EEII: extremidades inferiores; FC: frecuencia cardiaca; lpm: latidos por minuto; SatO<sub>2</sub>: saturación de oxígeno.

**Tabla 3** Ecuaciones de referencia del TM6 en varones y mujeres

Ecuaciones de referencia del TM6 en varones y mujeres	
V	$353,31 + (50,48 \times Edada) + (80,50 \times EdadB) + (63,05 \times EdadC) + (1,22 \times \Delta FC \text{ final-basal}) + (1,73 \times \text{Talla en cm})$
M	$410,92 + (34,18 \times Edada) + (66,82 \times EdadB) + (95,46 \times EdadC) + (1,14 \times \Delta FC \text{ final-basal}) + (1,28 \times \text{Talla en cm})$

*Edada* (valor 1 para edad nueve a 10 años y 0 para el resto); *EdadB* (valor 1 para edad 11-12 años y 0 para el resto); *EdadC* (valor 1 para edad > 12 años y 0 para el resto); FC: frecuencia cardiaca; M: mujeres; TM6: test de la marcha de seis minutos; V: varones; Δ: diferencia.

nificativas entre varones y mujeres (varones  $61,12\% \pm 11,39$ ; mujeres  $64,21\% \pm 10,38$ ;  $p=0,049$ ), con valores medios en torno al 60%. El grado basal y final de disnea y fatiga de EEII fue mayor en mujeres. La distancia media recorrida en la muestra global fue de  $668,03 \text{ m} \pm 87,36$  (varones  $671,42 \text{ m} \pm 92,21$ ; mujeres  $664,22 \text{ m} \pm 81,81$ ;  $p=0,528$ ). Existe un aumento estadísticamente significativo de la distancia caminada a mayor edad (media de  $600,46 \text{ m} \pm 51,79$  en varones de seis años vs.  $758,10 \text{ m} \pm 83,18$  a los 12 años con  $p=0,002$ ; y  $570,11 \text{ m} \pm 34,82$  en mujeres de seis años vs.  $766,33 \text{ m} \pm 5,68$  en las de 12 años, con  $p=0,000$ ). También se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,034$ ) en la distancia caminada entre los que practicaban ejercicio físico en su tiempo libre (distancia media de  $668,50 \text{ m} \pm 58,8$ ) vs. los que no ( $617,60 \text{ m} \pm 61$ ). A través del cuestionario de salud, el 85,1% de los participantes realizaban una o más veces a la semana actividad física en su tiempo libre y ninguna actividad el 7,2%.

Se llevó a cabo la correlación de Spearman entre la distancia recorrida y las diferentes variables antropométricas y fisiológicas por sexos. Se tuvieron en cuenta valores de  $r$  a partir de 0,4 (correlación moderada), siendo alta a partir de 0,6, y muy alta a partir de 0,8. Se encontró que los parámetros con mayor correlación fueron edad ( $r=0,704$ ), talla en centímetros ( $r=0,646$ ), longitud de pierna ( $r=0,614$ ), dife-

rencia en cuanto a la FC final y basal ( $r=0,525$ ), e intensidad a la que se realiza la prueba ( $r=0,488$ ). No hubo correlación con el peso, ni para la muestra global ni para los varones ( $r=0,397$  y  $r=0,377$ , respectivamente) y sí para las mujeres ( $r=0,423$ ), siendo la  $p < 0,05$  en los tres grupos. La correlación con el IMC fue baja en el grupo total y en ambos sexos (muestra global  $r=0,088$ ; varones  $r=0,090$ ; mujeres  $r=0,083$ ), con una  $p > 0,05$  en todos ellos.

Se diseñó un modelo de regresión lineal multivariante para obtener ecuaciones predictivas de la prueba de TM6 en niños caucásicos sanos de 6 a 12 años. Para ello, se analizó la correlación entre la distancia recorrida y las diferentes variables antropométricas y fisiológicas (edad, peso, talla, IMC, LREI, %SatO<sub>2</sub>, FC, intensidad de entrenamiento, sensación de disnea y grado de fatiga de EEII). Se seleccionaron aquellas con  $p < 0,05$ , que resultaron ser edad, especificando grupos etarios (a excepción del grupo  $6 \leq 8$  años para el que no se encontraron resultados válidos), talla expresada en centímetros y diferencia de FC final-basal. Las ecuaciones obtenidas se muestran en la [tabla 3](#), para varones y para mujeres. Las [figuras 1 y 2](#) representan las gráficas de percentiles para ambos sexos, en función de la talla y la distancia recorrida.

Para comprobar si el peso y el IMC influían en los resultados, se realizó un segundo análisis descriptivo de todas las variables de los sujetos con obesidad (IMC mayor al

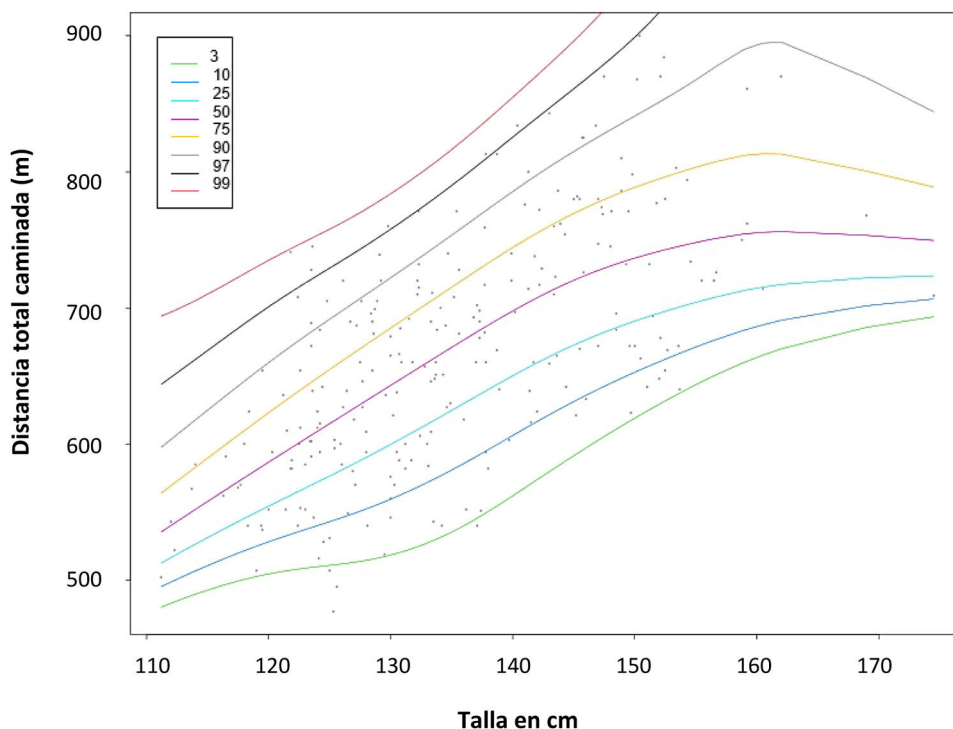


Figura 1 Gráfica de percentiles en varones (distancia-talla).

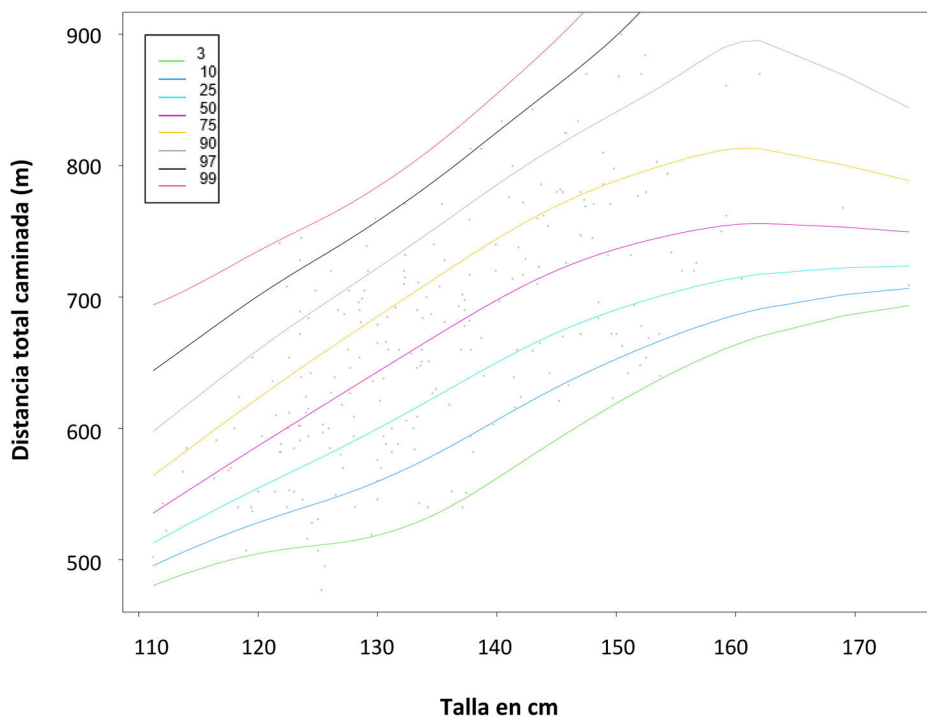


Figura 2 Gráfica de percentiles en mujeres (distancia-talla).

percentil 95,  $n=45$ ) y se compararon con aquellos sin obesidad ( $IMC \leq$  al percentil 95,  $n=191$ ) (tabla 4), destacando diferencias estadísticamente significativas en la talla (percentil  $71,96 \pm 24,73$  en obesos y percentil  $48,27 \pm 30,52$  en no obesos), en la FC basal ( $103,73 \pm 17,37$  lpm en obesos y  $94,91 \pm 15,37$  lpm en no obesos), en la FC final

( $140,47 \pm 18,20$  lpm en obesos y  $129,87 \pm 23,15$  lpm en no obesos) y en la distancia recorrida ( $637,62 \pm 76,48$  m en obesos y  $675,20 \pm 88,40$  m en no obesos). Sin embargo, en el modelo de regresión lineal multivariante, las variables que de nuevo mostraron una correlación significativa fueron las mismas que para la muestra total (edad, talla y diferencia

**Tabla 4** Comparativa de algunas variables en el grupo de pacientes con obesidad y sin obesidad, y el grado de significación estadística

VARIABLES	Con obesidad n = 45 (media ± DE)	Sin obesidad n = 191 (media ± DE)	Valor p
Edad (años)	9,18 ± 1,76	9,03 ± 1,80	0,6
Talla (percentil)	71,96 ± 24,73	48,27 ± 30,52	< 0,001
LREI	56,72 ± 1,87	56,68 ± 1,42	0,9
FC basal (lpm)	103,73 ± 17,37	94,91 ± 15,37	0,003
FC final (lpm)	140,47 ± 18,20	129,87 ± 23,15	0,001
FC final – basal (lpm)	36,73 ± 20,84	34,96 ± 22,64	0,6
Disnea basal (Borg)	0,63 ± 0,79	0,49 ± 0,84	0,13
Disnea final (Borg)	2,80 ± 2,43	3,07 ± 2,42	0,5
Disnea final – basal (Borg)	2,17 ± 2,40	2,57 ± 2,33	0,2
Fatiga EEII basal (Borg)	0,92 ± 1,18	0,63 ± 0,92	0,13
Fatiga EEII final (Borg)	3,79 ± 2,33	3,59 ± 2,48	0,6
Fatiga EEII final – basal (Borg)	2,87 ± 2,16	2,97 ± 2,28	> 0,9
Distancia recorrida (m)	637,62 ± 76,48	675,20 ± 88,40	0,005

DE: desviación estándar; EEII: extremidades inferiores; FC: frecuencia cardiaca; lpm: latidos por minuto; LREI: longitud relativa de extremidad inferior.

de FC), por lo que se mantuvo la misma ecuación que para el grupo total.

## Discusión

El TM6 determina la capacidad al esfuerzo físico del individuo y permite valorar en enfermedades cardiorrespiratorias la respuesta a una determinada medida terapéutica<sup>1-4</sup>. En este sentido, resulta útil para evaluar los efectos de la rehabilitación pulmonar, de los diferentes tratamientos farmacológicos y del estado de los pacientes antes y después de la cirugía pulmonar y cardiaca<sup>19</sup>. También se emplea para valorar la indicación y titulación de la oxigenoterapia domiciliaria o durante el ejercicio, correlacionándose con la mejoría subjetiva de la disnea tras las medidas terapéuticas<sup>19</sup>.

En el TM6, la variable principal a estudio es la distancia recorrida en metros a lo largo de los seis minutos que dura la prueba y, para ello, existen diferentes ecuaciones de normalidad extraídas de población sana adulta<sup>20-22</sup> e infantil<sup>6-14</sup> con una amplia variabilidad entre ellas. Estas diferencias están relacionadas, entre otros motivos, con factores antropométricos propios de cada raza (mayor o menor longitud de piernas), el estado nutricional, la práctica de ejercicio físico regular o la hipoxia en sujetos con vivienda en regiones a gran altura<sup>19</sup>. La elección de una u otra ecuación puede suponer un error de interpretación de los resultados, por lo que se recomienda comparar a los sujetos con los valores de normalidad de la población de procedencia. En nuestro país, se han publicado diversos artículos y trabajos donde se revisa el protocolo del TM6 y su utilidad en diferentes patologías<sup>1,23</sup>, destacando la monitorización del curso clínico de algunas enfermedades y la evaluación de la eficacia de las terapias implementadas<sup>24</sup>. Otro estudio prospectivo publicado en 2017 se llevó a cabo en niños y adultos afectados de fibrosis quística a los que se les realizó el TM6 para intentar predecir su evolución respiratoria en función de los

resultados<sup>25</sup>. El único trabajo publicado en España donde se determinaron los valores de referencia del TM6 en niños, es el estudio «SEMIMAP» del año 2010, donde se compararon los resultados con los obtenidos en niños con enfermedades respiratorias<sup>26</sup>.

En el presente estudio se elaboraron, a partir de una muestra de niños sanos caucásicos de 6 a 12 años de diferentes escuelas de la ciudad de Zaragoza, España, los valores de referencia expresado en metros recorridos del TM6 para ambos sexos, así como las gráficas en percentiles según la distancia recorrida y la talla, por ser esta última la variable que más influye en el resultado<sup>6,26</sup>. Para estimar la muestra necesaria para su elaboración, se consultaron los datos que constaban en el Instituto Nacional de Estadística, a fecha del 1 de enero de 2019, residiendo en la provincia de Zaragoza un total de 69.164 niños de entre seis y 12 años<sup>27</sup>. Con base en esto, se estimó que con un nivel de confianza del 95% y un margen de error máximo del 5%, sería adecuado conseguir un tamaño muestral aproximado de 382 niños. También se tuvo en cuenta el criterio de otros autores como Pellegrino et al.<sup>28</sup> que exponen que es necesario una muestra mínima de 100 individuos para asegurar que no existen diferencias significativas entre la ecuación de referencia y los valores poblacionales. En diferentes publicaciones las muestras variaban ampliamente (entre 100 y casi 6.000 participantes)<sup>6-14</sup>, con edades comprendidas entre los tres y los 18 años, aunque la gran mayoría fueron realizados en sujetos con edades similares a las de este estudio.

El TM6, al ser una prueba de esfuerzo submáximo, no exige realizar un ejercicio extenuante que suponga una sobrecarga cardiorrespiratoria con grandes variaciones de la FC y/o %SatO<sub>2</sub>, aunque esta es útil para cuantificar de forma fiable la capacidad del sujeto para realizar un esfuerzo sin alcanzar el umbral anaeróbico<sup>19</sup>. En cuanto a los cambios observados en este estudio de las variables fisiológicas al finalizar la prueba, hubo un incremento aproximado de la FC de unos 60 lpm, siendo algo mayor en mujeres, con apenas modificaciones en la %SatO<sub>2</sub>. La intensidad media del

esfuerzo en el total de la muestra en ambos sexos fue del 60%, considerándolo un valor adecuado para lo exigido para la prueba (intensidad moderada para un rango de 50-60% con respecto a la FC máxima)<sup>29,30</sup>. La sensación subjetiva de disnea y fatiga, según la escala de Borg, aumentó de 3-5 puntos para ambas, siendo estos hallazgos similares a los recogidos en la literatura<sup>6,8,10,12</sup>.

Al correlacionar la distancia total caminada con las variables antropométricas y fisiológicas, se obtuvo que la edad, la talla en centímetros, la longitud de pierna, la diferencia en cuanto a la FC final y basal, y la intensidad a la que se realiza la prueba, fueron las que mayor correlación presentaron con un valor de  $p < 0,05$ .

En el trabajo publicado por Li et al.<sup>6</sup>, encontraron mayores valores de correlación en las variables de edad, talla, FC final, diferencia de FC; en el de Limsuwan et al.<sup>9</sup> fueron la talla, la longitud de pierna, FC final, diferencia de FC y consumo de O<sub>2</sub> y en el de Oliveira et al.<sup>11</sup> la edad, el peso, la talla y la longitud de pierna. El peso también influyó en los resultados de nuestra muestra, ya que las personas con obesidad (definidos como IMC > percentil 95) recorrieron, de forma estadísticamente significativa, menor distancia comparado con aquellos sin obesidad.

Para la elaboración de las ecuaciones de referencia (tabla 3), se tomaron aquellas variables independientes (antropométricas y fisiológicas) cuya  $p$  fuese significativa en el modelo de regresión multivariante al compararlo con la distancia recorrida (variable dependiente), siendo la edad, la talla expresada en centímetros y la diferencia de FC final-basal las que finalmente se incluyeron. Estas variables son también las más empleadas en las diferentes ecuaciones publicadas en la literatura<sup>6-14</sup>. La longitud de la pierna, variable empleada por otros autores<sup>9,11</sup>, podría ser útil en pacientes en los que la talla no pueda ser correctamente determinada, o no se corresponda con la edad, como ocurre en algunas enfermedades crónicas o algunos defectos esqueléticos como la cifoescoliosis<sup>9</sup>. Por último, se crearon gráficas de percentiles (figuras 1 y 2) entre las variables distancia recorrida en metros y la talla en centímetros, al ser esta la que más influencia tiene en el resultado final de la prueba<sup>6-14</sup>.

## Conclusiones

El presente estudio aporta unos valores de referencia y gráficas de normalidad del TM6 de niños sanos caucásicos de 6 a 12 años de la ciudad de Zaragoza, España. Estos datos serán utilizados para su empleo en pacientes pediátricos con enfermedades cardiorrespiratorias de ese intervalo de edad y que procedan de dicha población, teniendo presente que la edad, la talla, la práctica regular de ejercicio físico y la obesidad influyen en los resultados.

## Financiación

Este trabajo no ha recibido ningún tipo de financiación.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. González-Mangado N, Rodríguez-Nieto MJ. Prueba de la marcha de los 6 minutos. *Med Respir*. 2016;9:15-22.
2. Gochicoa-Rangel L, Mora-Romero U, Guerrero-Zúñiga S, Silva-Cerón M, Cid-Juárez S, Velázquez-Uncal M, et al. Prueba de caminata de seis minutos: Recomendaciones y procedimientos. *Neumol Cir Tórax*. 2019;78(S2):164-72, <http://dx.doi.org/10.35366/NTS192J>.
3. Enright PL. The Six-Minute Walk Test. *Respir Care*. 2003;48:783-5.
4. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. *Am J Resp Crit Care Med*. 2002;166:111-7, <http://dx.doi.org/10.1164/ajrccm.166.1.at1102>.
5. Rodríguez-Núñez I, Mondaca F, Casas B, Ferreira C, Zenteno D. Normal values of 6-minute walk test in healthy children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Rev Chil Pediatr*. 2018;89:128-36, <http://dx.doi.org/10.4067/S0370-41062018000100128>.
6. Li AM, Yin J, Au JT, So HK, Tsang T, Wong E, et al. Standard reference for the six-minute-walk test in healthy children aged 7 to 16 years. *Am J Respir Crit Care Med*. 2007;176:174-80, <http://dx.doi.org/10.1164/rccm.200607-883OC>.
7. Geiger R, Strasak A, Treml B, Gasser K, Kleinsasser A, Fischer V, et al. Six-minute walk test in children and adolescents. *J Pediatr*. 2007;150:395-9.e1-2, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2006.12.052>.
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;44:1174-9, <http://dx.doi.org/10.1002/ppul.21062>.
9. Limsuwan A, Wongwandee R, Khowsathit P. Correlation between 6-min walk test and exercise stress test in healthy children. *Acta Paediatr*. 2010;99:438-41, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1651-2227.2009.01602.x>.
10. 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. *Rev Med Chile*. 2012;140:1014-21, <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872012000800007>.
11. Oliveira AC, Rodrigues CC, Rolim DS, Souza AAL, Nascimento OA, Jardim JR, et al. Six-minute walk test in healthy children: Is the leg length important? *Pediatr Pulmonol*. 2013;48:921-6, <http://dx.doi.org/10.1002/ppul.22696>.
12. Ortiz Álvarez LM, Hoyos Castro DC, Valencia Valencia D. Valores de referencia del test de marcha en 6 minutos para niños y adolescentes sanos colombianos de 7 a 17 años de edad. *Rev Col Med Fis Rehab*. 2016;26:19-29, <http://dx.doi.org/10.28957/rcmfr.v26n1a2>.
13. Vandoni M, Correale L, Puci MV, Galvani C, Codella R, Togni F, et al. Six minute walk distance and reference values in healthy Italian children: A cross-sectional study. *PLoS One*. 2018;13:e0205792, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0208179>.
14. Kasović M, Štefan L, Petrić V. Normative data for the 6-min walk test in 11-14 year-olds: a population-based study. *BMC Pulm Med*. 2021;21:2972976, <http://dx.doi.org/10.1186/s12890-021-01666-5>.
15. Vallois HV. Anthropometric Techniques. *Curr Anthropol*. 1965;6:127-43.
16. Sirvent Belando JE, Garrido Chamorro RP. Valoración antropométrica de la composición corporal: Cineantropometría. España: Publicaciones de la Universidad de Alicante; 2009. p. 151-3.
17. Quanjer PH, Stanojevic S, Cole TJ, Baur X, Hall GL, Culver BH, et al. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95-yr age range: The global lung

- function 2012 equations. *Eur Respir J.* 2012;40:1324–43, <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.00080312>.
18. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exercise.* 1982;14:377–81, <http://dx.doi.org/10.1249/00005768-198205000-00012>.
  19. Barón Ó, Díaz G. Caminata de seis minutos: propuesta de estandarización del protocolo y aplicación práctica para la evaluación de la hipertensión pulmonar con especial referencia a la de los niños. *Rev Colomb Cardiol.* 2016;23:59–67, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rccar.2015.05.011>.
  20. Casanova C, Celli BR, Barria P, Casas A, Cote C, de Torres JP, et al. The 6-min walk distance in healthy subjects: Reference standards from seven countries. *Eur Respir J.* 2011;37:150–6, <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.00194909>.
  21. Pérez-Lugo LM, Lobelo-Angulo JP, Varela-Prieto L, Quijano-del Gordo CI, Santiago-Henríquez E. Distancia recorrida en la prueba de caminata de seis minutos en población adulta sana en una institución de salud de la ciudad de Barranquilla. *Rev Colomb Neumol.* 2021;32:20–6, <http://dx.doi.org/10.30789/rcneumologia.v32.n2.2020.529>.
  22. Oliveira MJ, Marçõa R, Moutinho J, Oliveira P, Ladeira I, Lima R, et al. Reference equations for the 6-minute walk distance in healthy Portuguese subjects 18-70 years old. *Pulmonology.* 2019;25:83–9, <http://dx.doi.org/10.1016/j.pulmoe.2018.04.003>.
  23. Casanova Macario C, Velasco González MV, de Torres Tajés JP. La prueba de la marcha de 6 minutos en las enfermedades respiratorias crónicas. *Med Respir.* 2011;4:57–67.
  24. Ridruejo Sáez R, Serrano Castro PJ, Pascual I, Suárez MÁ, Zalba Etayo B, Tarancón C, et al. El test de la marcha de los seis minutos en hipertensión pulmonar de cualquier etiología. *Arch Med.* 2009;5:7.
  25. Velasco González MV. Prueba de la marcha de seis minutos y evaluación multidimensional en pacientes con Fibrosis Quística. [Tesis doctoral]. Tenerife: Universidad de La Laguna; 2017. p. 195.
  26. Fidalgo Marrón L. Estudio «SEMIMAP»: estudio metodológico del test de la marcha de seis minutos en población infantil. [Tesis doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2010. p. 257.
  27. Instituto Nacional de Estadística. Población residente por fecha, sexo y edad. [consultado 6 Feb 2022]. Disponible en: <https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=56945&L=0>
  28. Pellegrino R, Viegí G, Brusasco V, Crapo RO, Burgos F, Casaburi R, et al. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur Respir J.* 2005;26:948–68, <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.05.00035205>.
  29. Ortín Ortín EJ. Valoración de la prescripción de Ejercicio Físico en los profesionales de Atención Primaria de la Región de Murcia. [Tesis doctoral]. Murcia: Universidad Católica San Antonio de Murcia; 2011.
  30. Pérez Ruiz M, Villa Asensi JR, Sanz Santiago V, López Mojares L, Aznar Laín S, Santana Sosa E. El ejercicio es medicina en la Fibrosis Quística. Federación Española de Fibrosis Quística: España; 2016 [consultado 9 Feb 2024]. Disponible en: <https://fqualenciana.com/wp-content/uploads/el-ejerc%C3%A9Dcio-es-medicina.pdf>