

Contribución original

Gabriela Blanco Hernández,^a
 Héctor Gerardo Hernández Rodríguez,^b Carmen Esmer,^c
 Silvana Castro Grespan,^d Erik Núñez Becerrad y Antonio Bravo Orod,^{*}

^a Departamento de Neuropediatría.
 Centro de Rehabilitación Infantil
 Teletón Hidalgo, Blvd. Fomento Minero
 No. 105, Colonia Venta Prieta, CP:
 42080, Pachuca, Hidalgo, México.

^b Departamento de Salud Pública.
 Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Av. Venustiano Carranza No. 2405,
 Colonia Los Filtros, CP: 78210. San Luis Potosí, S.L.P, México

^c Departamento de Neurogenética.
 Hospital Central Dr. Ignacio Morones Prieto, Av. Venustiano Carranza No. 2395, Zona Universitaria, CP: 78290, San Luis Potosí, S.L.P, México.

^d Departamento de Neuropediatría.
 Hospital Central Dr. Ignacio Morones Prieto, Av. Venustiano Carranza No. 2395, Zona Universitaria, CP: 78290, San Luis Potosí, S.L.P, México.

* Autor para correspondencia:
 Antonio Bravo Oro
 Hospital Central "Dr. Ignacio Morones Prieto".

Palabras clave

Prueba de marcha de 6 minutos;
 Valores de referencia; Ejercicio.
 Distancia recorrida; Niños sanos;
 México.

Estandarización de la prueba de marcha de seis minutos en niños mexicanos sanos.

Standardization of the six-minute walk test in healthy mexican children.

Resumen

Objetivo. La prueba de la marcha de seis minutos se utiliza para evaluar el estado funcional de pacientes con enfermedades cardiopulmonares y neuromusculares.

Obtener la distancia recorrida en metros durante 6 minutos y calcular los percentiles para individuos sanos de 5 a 14 años de edad. Durante la prueba se evaluó el impacto sobre la frecuencia cardíaca, tensión arterial y saturación parcial de oxígeno.

Métodos. La prueba se realizó de acuerdo a los lineamientos de la ATS, se incluyeron 370 individuos, 163 mujeres y 207 varones. Previo a la prueba se registró la edad, peso y el índice de masa corporal. Se midió la distancia recorrida en metros y se registró la frecuencia cardíaca, tensión arterial y saturación parcial de oxígeno antes y después de la prueba. Se formaron grupos etarios, el grupo 1: 5-6 años 11 meses, grupo 2: 7-9 años 11 meses, grupo 3: 10-12 años 11 meses y el grupo 4: 13-14 años 11 meses.

Resultados. El promedio de la distancia recorrida fue de 545.68m (± 120.55) con un mínimo de 335 metros y un máximo de 760 metros. Se demostró que la edad, talla y peso son los principales predictores de la distancia recorrida y que las constantes vitales se modificaron mínimamente durante la prueba.

Conclusiones. La prueba de la marcha de seis minutos es segura, fácil y útil como medida comparativa en la evaluación de niños y adolescentes sanos y en el seguimiento de pacientes con enfermedades cardiorrespiratorias y neuromusculares.

Abstract

Objective. The six-minute walk test has been used to assess the functional status of patients with cardiopulmonary and neuromuscular diseases. To obtain the distance in meters for the six-minute walk test and calculate the percentiles for healthy children aged 5-14 years. Also, the impact on heart rate, blood pressure and oxygen saturation was evaluated.

Methods. The test was conducted according to the guidelines of the ATS. 370 children, 163 women and 207 men were included. Prior to the test the age, weight and body mass index was recorded. The distance was measured in meters and heart rate; blood pressure and oxygen saturation was recorded before and after the test. Age groups were formed, group 1: 5-6 years 11 months, group 2: 7-9 years 11 months, group 3: 10-12 years 11 months and group 4: 13-14 years 11 months.

Results. The mean walking distance was 545.68 m (± 120.55 m) with a minimum of 335 m and a maximum of 760 m. We found that age, height, and weight significantly predicts the walking distance, and it was demonstrated that vital signs are changed minimally during testing.

Conclusions. The present form of the six-minute walk distance test is safe, easy, feasible and useful as a comparative measure in the evaluation of healthy children and adolescents and in monitoring patients with cardiorespiratory and neuromuscular diseases.

Keywords. Six-minute walking distance test; Reference value; Exercise; Walked distance; Healthy children; Mexico.

Keywords

Six-minute walking distance test; Reference value; Exercise; Walked distance; Healthy children; Mexico.

Correspondencia:

Antonio Bravo Oro
Hospital Central "Dr. Ignacio Morones Prieto".
Av. Venustiano Carranza No. 2395, Zona Universitaria.
CP: 78290, San Luis Potosí, S.L.P, México.
Teléfono: + 52 (444) 8-11-25-97
Fax: + 52 (444) 8-13-56-20
Correo electrónico: neurologobravo@gmail.com

Introducción

La prueba de la marcha de seis minutos (PM6) es una herramienta originalmente diseñada para determinar la tolerancia al ejercicio en adultos. Surge como respuesta a la necesidad de evaluar el daño funcional que producen ciertas enfermedades cardiopulmonares y neuromusculares a través de la capacidad para caminar del paciente. Tiene su antecedente en el test de caminata de 12 minutos aplicado por primera vez en 1968 en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica.¹⁴

En el 2002, la Sociedad Americana de Tórax (ATS) publicó las recomendaciones que describen el propósito, indicaciones, limitaciones, contraindicaciones y los aspectos técnicos en cuanto a equipo requerido, preparación del paciente y dimensiones del escenario. La prueba consiste en medir la distancia recorrida (DR) durante 6 minutos y cuantificar los cambios en la Frecuencia Cardiaca (FC), Tensión Arterial (TA), saturación parcial de oxígeno (SpO₂) y la presencia de fatiga y disnea antes y después de la caminata.⁵

La PM6 es un método objetivo para evaluar la progresión de enfermedades neuromusculares, un excelente predictor de morbilidad y mortalidad y la respuesta a intervenciones. Es muy utilizada por su bajo costo y la facilidad en su aplicación ya que no requiere de conocimientos especiales ni de tecnología sofisticada. Por sus características de tiempo e intensidad, se considera una prueba submáxima que utiliza vías metabólicas principalmente aeróbicas, por lo tanto la convierte en un buen indicador de la tolerancia al ejercicio, ya que provoca un stress fisiológico en los sistemas cardiorrespiratorios y muscular en condiciones de demanda aeróbica.⁶

Se han realizado varias validaciones en niños sanos y con patologías cardiopulmonares, como fibrosis quística, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, hipertensión pulmonar, insuficiencia cardiaca y en enfermedades neuromusculares en diferentes países.⁷⁻¹¹ En los últimos años en México, la prueba se utiliza primordialmente en la evaluación de

individuos con enfermedades genéticas sometidos a tratamientos como la terapia de reemplazo enzimático en los desórdenes lisosomales o como el uso de esteroides en los pacientes con distrofia muscular de Duchenne.^{12,13} Esto obliga a contar con valores de referencia propios que puedan ser utilizados como una medida objetiva para evaluar la respuesta a intervenciones terapéuticas.

El objetivo de este trabajo fue obtener los valores de la distancia recorrida en metros y calcular los percentiles que puedan ser usados como referencia para individuos de 5 a 14 años de edad sanos en la ciudad de San Luis Potosí, México, que se encuentra a 1,860 metros sobre el nivel del mar. También se evaluó el impacto de la prueba sobre las constantes vitales como frecuencia cardiaca, tensión arterial y saturación parcial de oxígeno.

Métodos

Los participantes se seleccionaron entre los alumnos de dos escuelas privadas, a quienes se les realizó examen físico y se descartó historia de enfermedades crónicas y cardiopulmonares por interrogatorio a los padres. La PM6 se realizó con base en los lineamientos técnicos sugeridos por la ATS,⁵ y lo publicado por Gochicoa R en 1993.¹⁴ El estudio se efectuó previo consentimiento firmado por el padre o tutor y con la aprobación del comité de ética del Hospital Central "Dr. Ignacio Morones Prieto". Se incluyeron individuos de ambos sexos que realizaron entre 3 y 5 horas de actividad física semanales, de 5 a 14 años de edad cursando algún nivel de educación primaria o secundaria. Se consideró a los niños con peso y talla dentro de los percentiles normales para la edad (OMS), sanos, clase I de acuerdo a la clasificación funcional pediátrica de la hipertensión pulmonar para niños de 5 a 16 años.¹⁵

Los individuos permanecieron sentados durante diez minutos en los que se registró la edad en años, se obtuvo la FC en Latidos por Minuto (LPM), TA

en mmHg con esfigmomanómetro calibrado HERGOM® y la SpO2 con un oxímetro MEDEA® modelo CMS50QA. Se les explicó que debían recorrer la mayor distancia posible caminando rápidamente sin correr. También, se les indicó que deberían ir y volver tantas veces como pudieran con una trayectoria lo más recta posible, pudiendo disminuir la velocidad o detenerse si lo consideraban necesario y reanudar la prueba si se autorizaba por el evaluador, debían estar concentrados y evitar hablar durante la prueba. Posteriormente, se obtuvo el peso utilizando una báscula METRO® calibrada, la talla en posición de pie con un estadiómetro de pared SECA® y se calculó el índice de masa corporal (IMC) (kg/m^2).

La caminata se realizó en un espacio abierto con superficie de cemento, plana, dura, con una longitud de 30 metros en línea recta señalizada con cinta brillante en toda su trayectoria y con marcas cada 3 metros. En los extremos se colocaron conos reflectantes a 0.5 m de la línea final, para que pudieran dar vuelta. La prueba fue aplicada y supervisada por personal médico, que recibió instrucción teórica y práctica. Al finalizar los seis minutos, se les preguntó síntomas de fatiga percibidos, se midió FC, TA y SpO2 y se dio por finalizada la prueba.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó Excel 2010, los resultados se expresan en media aritmética y como medida de dispersión se calculó desviación estándar (DE). Se calcularon promedio, mínimo, máximo, varianza y se aplicó la prueba de t-de Student (pareada) para comparación de variaciones en la FC, tensión arterial sistólica (TAS), tensión arterial diastólica (TAD), tensión arterial media (TAM) y SpO2 antes y después de la prueba. Para la DR se calcularon los percentiles del 2.5 al 97.5 por grupos de edad y género.

Resultados

Se incluyeron 433 niños, 163 mujeres y 207 varones, todos lograron concluir la PM6 sin complicaciones. Se excluyeron 63 niños con IMC en percentiles por debajo de 3 o por arriba de 97 para edad y sexo.

Se analizaron los promedios de la DR de acuerdo a la edad y se decidió formar grupos etarios con intervalos de 2 o 3 años, para tener los resultados en formato similar al de otras publicaciones.¹⁶⁻¹⁸ En el grupo 1 se incluyeron 73 individuos de 5 a 6 años con 11 meses, en el grupo 2 fueron 115 individuos de 7 a 9 años con 11 meses, el grupo 3 con 118 individuos de 10 a 12 años 11 meses, y el grupo 4 con 64 adolescentes de 13 años a 14 años 11 meses. La cantidad de hombres y mujeres por grupo etario no mostró diferencias estadísticamente significativas. Las medidas antropométricas de los individuos se muestran en la **Tabla 1**, se comparó el peso, talla e IMC según los grupos etarios sin encontrar diferencias estadísticamente significativas al comparar hombres y mujeres.

El promedio de la DR fue de 545.68m con desviación estándar de 120.55m con un mínimo de 335m y un máximo de 760m. Los promedios de la DR por grupo etario y por género se muestran en la **Figura 1**, no se encontró diferencia de acuerdo al género.

En la **Figura 2** se muestran los percentiles de la DR por grupo de edad, se calculó la varianza entre grupos encontrando un incremento progresivo y significativo de la DR de acuerdo a la edad sin diferencia de acuerdo al género.

En la **Tabla 2** se muestra el análisis de la DR por minuto en cada uno de los subgrupos etarios de la DR por minuto. En la **Tabla 3** se muestran los promedios y un análisis por género (**Tabla 3A**) de la FC, SpO2, TAS, TAD y TAM basal y después de la prueba de la muestra general.

Tabla 1. Características antropométricas de la población total de estudio por grupo de edad.

Grupo (n)	PESO (kg)	TALLA (cm)	IMC (m2)
I (73)	21.3 (±2.6)	115.4(±4.7)	16.0 (±1.7)
II (115)	26.9 (±5.7)	126.9(±7.0)	16.0 (±2.1)
III (118)	39.6 (±6.3)	143.4(±7.8)	19.2 (±2.6)
IV (64)	51.0 (±6.9)	155.4(±8.0)	21.0 (±1.7)
TOTAL (370)	33.9 (±11.9)	134.8(±15.4)	18.04 (±2.9)

*Los valores se presentan como promedio y entre paréntesis desviación estándar.

Tabla 2. Promedio de distancia recorrida por minuto.

Grupo Completo	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	
1 min	88.17 (±21.27)	69.16 (±11.06)	72.90 (±10.21)	103.07 (±13.97)	108.77 (±11.32)
2 min	86.92 (±23.45)	67.42 (±12.43)	73.67 (±12.56)	102.87 (±19.84)	105.42 (±18.74)
3 min	89.21 (±27.55)	72.47 (±22.81)	68.90 (±20.12)	105.98 (±11.54)	112.90 (±21.26)
4 min	91.43 (±29.67)	63.37 (±22.62)	78.40 (±23.92)	111.45 (±20.56)	111.40 (±19.65)
5 min	90.47 (±25.84)	71.83 (±16.10)	73.51 (±16.13)	107.60 (±17.89)	110.14 (±25.98)
6 min	99.48 (±32.15)	75.92 (±21.57)	84.25 (±23.27)	113.96 (±25.57)	127.03 (±32.69)

Entre paréntesis desviación estándar.

Tabla 3. Promedios y desviación estándar por grupos etarios de frecuencia cardiaca, tensión arterial media y saturación parcial de oxígeno.

Grupo	FC (lpm)§		TAM(mmHg)§		SpO2 (%)§	
	Basal	Post	Basal	Post	Basal	Post
I	94.99 (±12.09)	106.79 (±16.12)	68.58 (±5.58)	69.61 (±6.16)	95.78 (±1.84)	95.22 (±1.86)
II	90.99 (±11.79)	99.82 (±12.51)	73.50 (±5.78)	74.10 (±7.02)	96.73 (±2.01)	95.80 (±1.91)
III	93.03 (±15.00)	111.22 (±19.24)	76.95 (±7.69)	84.48 (±6.69)	95.28 (±1.98)	95.24 (±2.20)
IV	84.55 (±12.57)	116.17 (±14.87)	85.10 (±6.05)	91.45 (±7.26)	96.28 (±1.87)	94.22 (±2.11)

§ comparados con t pareada sin encontrar diferencia estadística (no se muestran los datos).

FC: frecuencia cardiaca, TAM: tensión arterial media y SpO2: saturación parcial de oxígeno.

Tabla 3A. Promedios y desviación estándar por género de la FC, TAS, TAD, TAM y SpO2 basal y después de la prueba.

	Femeninos (n= 163)		Masculinos (n= 207)	
	Basal	Final	Basal	Final
FC	90.5 (±13.55)	112.1 (±18.38)	91.9 (±13.52)	104.2 (±15.21)
TAS	99.6 (±11.26)	104.9 (±14.44)	99.4 (±11.79)	102.5 (±14.84)
TAD	64.0 (±7.80)	68.1 (±9.37)	63.5 (±8.06)	67.0 (±9.23)
TAM	75.8 (±8.11)	80.4 (±10.34)	75.5 (±8.49)	78.9 (±10.35)
SpO2	96.0 (±2.18)	95.0 (±2.14)	96.0 (±2.18)	95.4 (±2.06)

La diferencia en el incremento de la FC comparada con t de Student ($p=0.00001$)

FC: frecuencia cardiaca, TAS: tensión arterial sistólica, TAD: tensión arterial diastólica, TAM: tensión arterial media, SpO2: saturación parcial de oxígeno.

Discusión

La PM6 es una herramienta clínica que permite obtener información del estado físico tanto en personas sanas como en pacientes con diferentes patologías pulmonares y neurológicas en los que su limitación funcional se refleja directamente en la distancia recorrida. Estudios previos han demostrado que la prueba es reproducible y segura para niños sanos y que puede utilizarse en diferentes estados patológicos para evaluar el estado funcional, la progresión de enfermedades neurodegenerativas y la respuesta a las intervenciones.^{16,17,20}

En los niños, los factores que pueden determinar la cantidad de metros recorridos son diversos, entre ellos la edad, el sexo, el peso, la talla y la motivación durante la prueba.^{16,17,21} En nuestro estudio encontramos que el principal predictor de la distancia recorrida es la edad (Tabla 4), por cada año se recorren en promedio 36.69m más, explicando el 71% de la variabilidad de la DR. Al comparar nuestros resultados (Tabla 5) con otros realizados en población pediátrica, se observa que la menor DR se obtuvo en el estudio realizado por Lammers et al.¹⁶ que incluyó niños

de 4 años en adelante; Geiger et al.¹⁷ incluyeron niños de 3 años aunque se les permitió correr y caminar durante la prueba. Diferentes autores han documentado dificultad para concluir la prueba en niños menores de 4 años; en nuestra serie observamos que los niños a partir de los 5 años lograron seguir instrucciones y finalizarla sin incidentes evidenciando la suficiente madurez neurológica para realizar la prueba de principio a fin sin dificultad. También se observó que el desempeño en la PM6 es significativamente mejor a partir de los 10 años de edad (Fig. 2), el promedio de DR en éste fue de 655.54m muy similar a lo ya publicado en adultos sanos mexicanos (605m).²² Concluimos que en este tipo de prueba la maduración y habilidades neuromusculoesqueléticas se alcanzan por completo alrededor de esta edad probablemente antes del inicio de la pubertad.

Es cuestión debatible si es la talla o la edad el principal predictor del desempeño durante la prueba, nosotros observamos que después de la edad, es la talla un factor que modifica la DR (Tabla 2). Se observó que por cada centímetro de talla que

Tabla 4. Correlación de los parámetros antropométricos, FC, TAS, TAD, SpO2 con la distancia recorrida.

	Edad	Peso	Talla	IMC	FC Basal	TAS Basal	TAD Basal	SpO2 Basal
R	0.845	0.769	0.797	0.574	0.082	0.499	0.429	0.504
r^2	0.714	0.591	0.635	0.330	0.007	0.249	0.184	0.254
b	36.696	7.785	6.231	23.366	0.729	5.212	6.513	7.308
t	30.322	23.074	25.283	13.461	1.574	11.033	9.099	11.181
p	<<0.0001	<<0.0001	<<0.0001	<<0.0001	0.116	<<0.0001	<<0.0001	<<0.0001

R: correlación de pearson; r^2 : coeficiente de determinación; b: incremento promedio por unidad de la variable; t de Student para medir significancia estadística; p: valor de significancia.

FC: frecuencia cardiaca, TAS: tensión arterial sistólica, TAD: tensión arterial diastólica, TAM: tensión arterial media, SpO₂: saturación parcial de oxígeno.

se incrementa se recorren en promedio 6.23m de tal manera que el 63% de la variabilidad de la DR se explica por la talla. Li et al.²⁰ utilizaron la talla para la construcción de las curvas de referencia estándar, ya que entre todos los factores antropométricos fue el más discriminativo. Se piensa que la talla pudiera ser un mejor parámetro cuando se trata de obtener valores de estandarización para utilizarlas en poblaciones diferentes ya que la talla varía dependiendo del origen racial.

En adultos se menciona que el peso es uno de los mayores determinantes del desempeño en la prueba de marcha.²² En los niños con normopeso aunque con variaciones dentro de la normalidad se observó que el peso también influye sobre la distancia recorrida aunque en menor magnitud que la talla y la edad; por cada kilogramo de peso se recorren en promedio 7.78m más, explicando el 59% de la variabilidad.

El efecto del género destaca en varios de los estudios, se piensa que a mayor masa muscular se podría tener la capacidad de alcanzar niveles más altos de actividad física, sin poder desprenderlo del efecto de la talla, por lo que los hombres que tienden a ser más altos y con mayor masa muscular en algunos estudios muestran más DR que las mujeres.^{20,21} Nuestra cohorte de sujetos sanos no mostró diferencias significativas ($p=0.07$) en la DR, los hombres obtuvieron un promedio de 535.5m y las mujeres 558.7m. Esta discreta diferencia a

favor de las mujeres se hace significativa ($p=0.03$) en el grupo de edad de 10 a 14 años sin que la consideremos clínicamente relevante; las mujeres en este grupo etario recorrieron en promedio 664.1m y los hombres 647.7m. Varios estudios han intentado evaluar el efecto de la pubertad, nosotros observamos una diferencia sustancial en el desempeño de los niños mayores de 10 años comparados con los menores de 10 años.^{18,21} Umbrales absolutos alrededor de <330 a 380m son predictores de mal pronóstico en adultos con enfermedades cardiopulmonares,²² ésta distancia puede encontrarse dentro de lo recorrido normalmente por niños sanos alrededor de los 5 años de edad confirmando la utilidad de contar con curvas percentilares basadas en la edad.

Este estudio se realizó en la ciudad de San Luis Potosí, México que se ubica a 1,860 m sobre el nivel del mar, considerada como gran altitud por su impacto sobre la cantidad de oxígeno en la atmósfera. Los análisis previos en población pediátrica se han realizado en poblaciones de 10 hasta 817 metros sobre el nivel del mar, el rango de DR varía entre los diferentes estudios de 470 a 700 metros lo cual es muy similar a nuestros hallazgos. En adultos no hay variación significativa cuando la prueba se realiza a diferentes alturas comparando el nivel del mar hasta 3825 metros; los autores de dichos estudios argumentan un efecto adaptativo del cuerpo que permite desempeñarse en la prueba de marcha con normalidad.²³

El análisis de la DR minuto a minuto permite concluir que los valores promedio no se modifican sustancialmente a lo largo de la prueba (Tabla 2). Se ha propuesto que podría disminuirse el tiempo de evaluación de 6 a 3 minutos¹⁸ y nuestros resultados podrían respaldar esta propuesta que facilitaría aún más su aplicación, sobretodo en pacientes con estado muy deteriorado como en la Distrofia Muscular de Duchenne.

Un interés adicional fue abordar el impacto en la frecuencia cardiaca, la presión arterial y la saturación parcial de oxígeno. La diferencia de la frecuencia cardíaca antes y después de la prueba representa los niveles de esfuerzo realizado durante la misma. El promedio de FC basal fue de 91.32 lpm y posterior al ejercicio fue de 107.66 lpm con un incremento promedio del 16.34 lpm, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas por grupo etario. Encontramos un aumento significativo en la FC después de la prueba en las niñas en comparación con los varones (tabla 3A). Es posible que el acondicionamiento físico previo de los varones influya para que muestren menos elevación en la FC al final de la prueba. Con

el ejercicio la TAM aumentó ligeramente (media 3.89 mmHg), en la TAS fue de 4.11 mmHg y en la TAD de 3.78 mmHg sin demostrar diferencias entre género o edad. Los individuos empezaron la prueba con una SpO₂ promedio de 96% y posterior de 95.23% con una diferencia de -0.77%. En general estos parámetros tuvieron poca influencia en determinar el desempeño de la prueba (tabla 3), pero los hallazgos confirman que la prueba en niños sanos no modifica sustancialmente las constantes vitales.

Algunas autores realizan la prueba en dos ocasiones en el mismo individuo como parte de la estandarización;¹⁸ los resultados de la primera evaluación siempre serán mejor reflejo de lo que puede ocurrir en las condiciones reales en las que se buscaría aplicar las mediciones. En uno de los estudios se implementó una rueda de medición, dando "una tarea" a los niños como un factor de motivación intrínseco no influenciada por el instructor, los autores consideraron que la rueda de medición resultó muy útil para enfocar la concentración de los niños en la prueba,¹⁶ aunque esta medida no está contemplada dentro de las recomendaciones de la ATS.

Tabla 5. Comparación de DR obtenida en PM6 en nuestra investigación con otros estudios en el mundo

Estudio	País, (ciudad)	Altura *	N	Edad (años)	DR promedio (DS)
		(metros)			
Lammers, et al ¹⁶	Inglaterra (Londres)	24	328	4-11	470 (±59)
Geiger, et al ¹⁷	Austria (Innsbruck)	574	528	3-18	624 (±74)
Li, et al ²⁰	China (Hong Kong)	40	1445	7-16	664 (±65)
Priesnitz, et al ²¹	Brasil (Sao Paulo)	760	188	6-12	579 (±68)
Goemans, et al ¹⁷	Bélgica (Leuven)	35	90	5-12	555 (±93)
Pacheco, et al ²⁴	México (Cd. México)	2250	166	6-12	501 (±67)
Ulrich, et al ²⁵	Suecia (Zurich)	817	496	5-17	618 (±79)
Tonklang, et al ²⁷	Tailandia (Songkhla)	15	739	9-12	677 (±62)
Saad, et al ¹⁹	Tuniz (Sousse)	10	200	6-12	700 (±73)
D'silva, et al ²⁸	India (Mangalore)	10	400	7-12	608 (±166)
Klepper, et al ²⁹	E.U.A (Nueva York)	10	100	7-11	518 (±73)
Gatica, et al ³⁰	Chile (Santiago)	520	192	6-14	610 (±57)
Nuestro Estudio	México (San Luis Potosí)	1860	370	5-15	545 (±120)

* Altura sobre el nivel del mar

Pacheco *et al.*²³ realizaron un estudio similar en la Ciudad de México, que se encuentra a una altura semejante a la de San Luis Potosí, su muestra consistió en 166 niños que acudían a una institución de salud. El promedio de la DR que ellos muestran es de 501.28m en una población cuyas variables antropométricas no diferían estadísticamente de lo que aquí presentamos. Nuestro estudio tiene la ventaja de incluir un mayor número de pacientes con un rango mas amplio de edad y realizar el estudio en escolares sanos de la población abierta. Sus conclusiones indican que la DR se incrementa con la edad y que las constantes vitales no se modifican significativamente antes y después de la prueba; las diferencias que reportamos por género ellos también las identificaron. Ellos sugieren modificar los incentivos verbales y probablemente sea necesario realizar un estudio que demuestre el beneficio de realizarlo.

Diferentes autores han publicado ecuaciones para predecir el desempeño de la prueba de caminata de 6 minutos en niños, todos ellos toman en cuenta a la estatura como el parámetro que determina mejor la cantidad de metros recorrida, seguida por la edad y la frecuencia cardiaca.^{17,19,20,25,26} No hay una recomendación internacional o consensada que permita seleccionar alguna de ellas para su uso en el contexto clínico; Gatica *et al.*³⁰ en su estudio de estandarización de la prueba de marcha en niños chilenos muestra que los resultados tienen una correlación alta con las diferentes ecuaciones de predicción. Tampoco hay una postura sobre la mejor forma para interrogar la percepción del esfuerzo físico durante la prueba (sobre todo en menores de 11 años); la escala de Borg, la escala Borg modificada y la escala OMNI son algunas de las opciones para hacerlo.

Figura 1. Distancia recorrida en promedio en la prueba de caminata de 6 minutos por grupo etario y género.

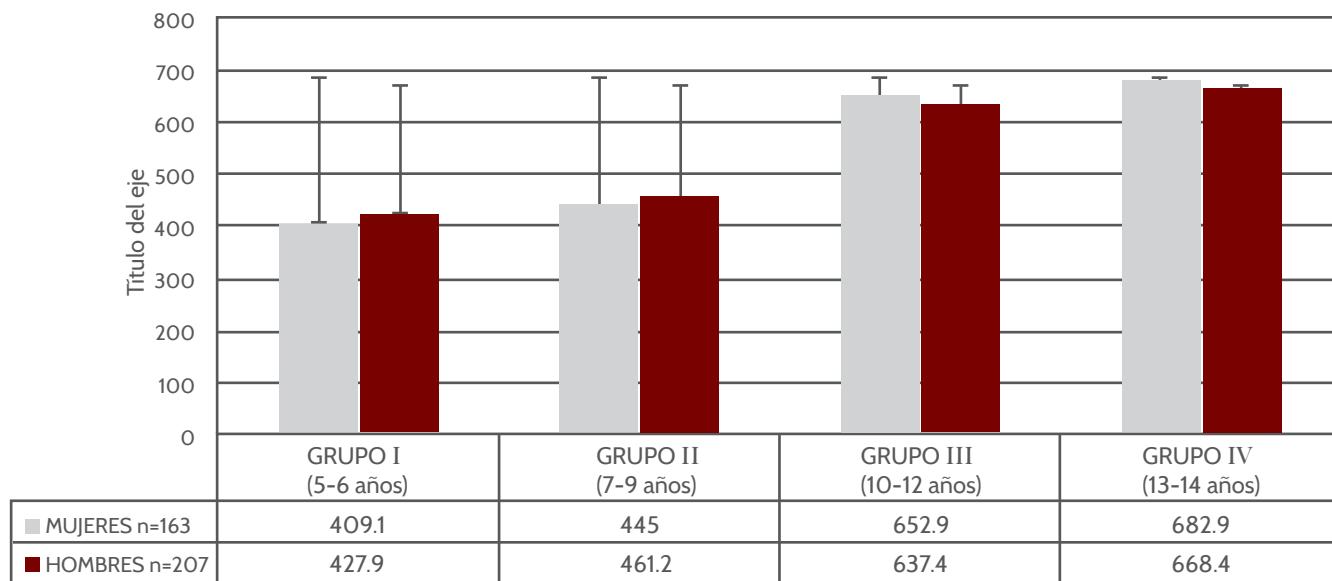
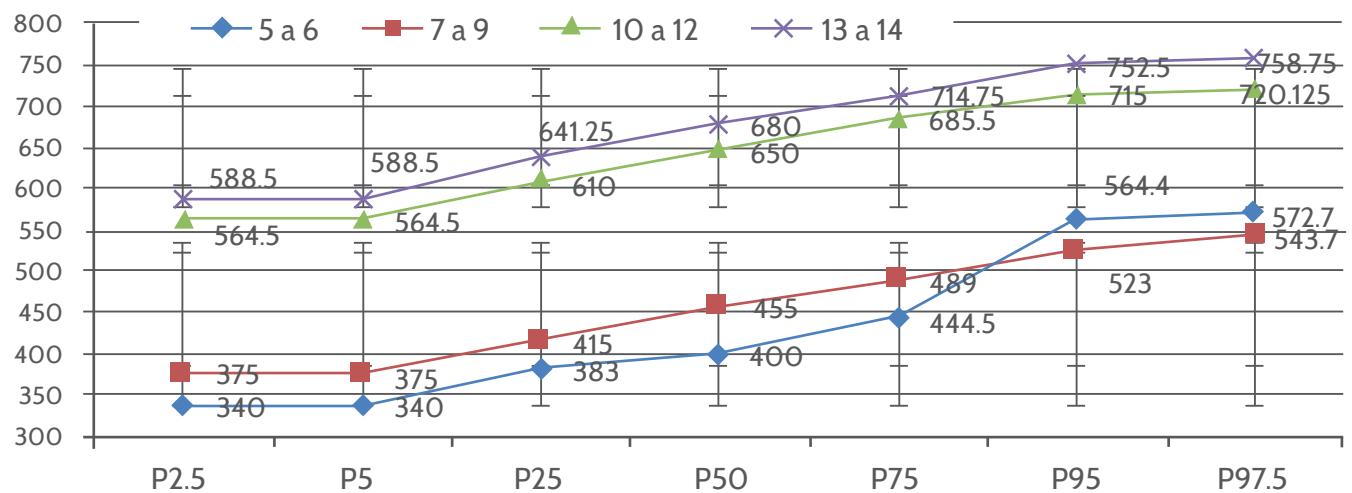


Figura 2. Percentiles por grupo de edad.

Distribución de Percentiles por grupo de edad



Conclusiones

La forma actual de la PM6 es fácil, realizable y útil como medida comparativa en la evaluación y el seguimiento de los niños y adolescentes con enfermedades cardiorrespiratorias y neuromusculares.

La distancia recorrida en la PM6 en niños está determinada por sus medidas antropométricas; contar con valores percentilares en niños normales resulta útil para utilizarlas como referencia y compararlas con el desempeño en condiciones de anormalidad.

La realización de la prueba podría ayudar a evaluar la progresión de las enfermedades, los efectos de las intervenciones médicas, o la necesidad de tratamiento adicional. Los valores de normalidad que describimos son utilizables para el grupo de edad de 5 a 14 años; representativa de la población de donde procede y de lo que podría ocurrir con cualquier niño cuyo peso y talla se encuentre dentro de los valores percentilares emitidos por la Organización Mundial de la Salud.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Fuentes de financiamiento

No se recibió ningún financiamiento para la realización del trabajo.

Referencias

1. Balke B. A simple field test for the assessment of physical fitness. *Rep Civ Aeromed Res Inst US.* 1963; 53:1-8.
2. Cooper KH. A means of assessing maximal oxygen intake. Correlation between field and treadmill testing. *JAMA.* 1968; 203: 201-4.
3. McGavin CR, Gupta SP, McHardy GRJ. Twelve-minute walking test for assessing disability in chronic bronchitis. *BMJ.* 1976; 1: 822-3.
4. Enright PL. The six-minute walk test. *Respir Care.* 2003; 48(8): 783-5.
5. American Thoracic Society. American Thoracic Society statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166: 111-7.
6. 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.
7. Boucault R, Fernandes M, Oliveira Carvalho V. Six-minute walking test in children. *Disabil Rehabil.* 2013; 35: 1586-7.
8. Cunha MT, Rozov T, de Oliveira RC, Jardim JR. Six-minute walk test in children and adolescents with cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol.* 2006; 41: 618-22.
9. Goemans N, van den Hauwe M, Wilson R, van Impe A, Klingels K, Buyse G. Ambulatory capacity and disease progression as measured by the 6-minute-walk-distance in Duchenne muscular dystrophy subjects on daily corticosteroids. *Neuromuscul Disord.* 2013; 23: 618-23.
10. Mazzone E, Bianco F, Main M, van den Hauwe M, Ash M, de Vries R, et al. Six minute walk test in type III spinal muscular atrophy: A 12 month longitudinal study. *Neuromuscul Disord.* 2013; 23: 624-8.
11. Cruz-Anleu ID, Baños-Mejía BO, Galicia-Amor S. Prueba de marcha de seis minutos en niños con enfermedad neuromuscular. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 2013; 51: 674-9.
12. Vázquez-Cárdenas NA, Ibarra-Hernández F, López-Hernández LB. Administración del Patrimonio de la Beneficencia Pública; Asociación de Distrofia Muscular de Occidente. Diagnóstico y tratamiento con esteroides de pacientes con distrofia muscular de Duchenne: experiencia y recomendaciones para México. *Rev Neurol.* 2013;57:455-62.
13. Bravo-Oro A, de la Fuente-Cortez B, Molina-García A, Romero-Díaz V, Rodríguez-Leyva I, Esmer-Sánchez M del C; Grupo Mexicano de Estudio de la Enfermedad de Pompe. Diagnóstico y tratamiento en la enfermedad de Pompe disease. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 2013;51:536-51.
14. Gochicoa-Rangel L, Mora-Romero U, Guerrero-Zúñiga S, Silva-Cerón M, Cid-Juárez S, Velázquez-Uncal M et al. Prueba de camina de 6 minutos: recomendaciones y procedimientos. *Neumol Cir Torax.* 2015 abril-junio;7(2):127-36.
15. Lammers AE, Adatia I, del Cerro MJ, Díaz G, Freudenthal AH, Freudenthal F, et al. Clasificación funcional de la hipertensión pulmonar en niños: informe del task force pediátrico del Pulmonary Vascular Research Institute (PVRI), Panamá 2011. *Pulm Circ.* 2011 Apr-Jun; 1 (2): 280-285.
16. 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: 464-8.
17. 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.
18. Goemans N, Klingels K, van den Hauwe M, Van Orshoven A, Vanpraet S, Feys H, et al. Test-retest reliability and developmental evolution of the 6-min walk test in Caucasian boys aged 5-12 years. *Neuromuscul Disord.* 2013; 23: 19-24.
19. Ben Saad H, Prefaut C, Missaoui R, Mohamed IH, Tabka Z, Hayot M. Reference equation for 6-min walk distance in healthy North African children 6-16 years old. *Pediatr Pulmonol.* 2009; 44: 316-24.
20. 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.
21. Priesnitz CV, Rodrigues GH, Stumpf CS, 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.
22. Luna Padrón E, Domínguez Flores MA, Rodríguez Pérez A, Gómez Hernández J. Estandarización de la prueba de caminata de 6 minutos en sujetos mexicanos sanos. *Rev Inst Nal Enf Resp Mex.* 2000; 13: 205-10
23. Caffrey D, Miranda JJ, Gilman RH, Davila-Roman VG, Cabrera L, Dowling R, et al. A cross-sectional study of differences in 6-min walk distance in healthy adults residing at high altitude versus sea level. *Extrem Physiol Med.* 2014; 3: 3.

24. Pacheco-Rios N, Espitia-Hernández G, Sánchez-Ortiz AO. Caminata de 6 minutos en una población pediátrica de 6 a 12 años de edad derechohabiente del Hospital 1º de Octubre. *Neumol Cir Torax*. 2013; 72: 147-53.
25. 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; 5: 13-49.
26. Goemans N, Klingels K, van den Hauwe M, Boons S, Verstraete L, Peeters C, et al. Six-minute walk test: reference values and prediction equation in healthy boys aged 5 to 12 years. *PLoS One*. 2013 Dec 31;8(12):e84120.
27. Tonklang N, Roymahee S, Sopontammarak S. Developing standard reference data for Thai children from a six-minute walk test. *J Med Assoc Thai*. 2011; 94: 470-5.
28. D'silva C, Vaishali K, Venkatesan P. Six-minute walk test-normal values of school children aged 7-12y in India: a cross-sectional study. *Indian J Pediatr*. 2012; 79: 597-601.
29. Klepper SE, Muir N. Reference values on the 6-minute walk test for children living in the United States. *Pediatr Phys Ther*. 2011; 23: 32-40.
30. Gatica D, Puppo H, Villaroruel G, San Martín I, Lagos R, Montecino JJ, et al. Valores de referencia test de marcha de seis minutos en niños sanos. *Rev Med Chile*. 2012; 140: 1023-30