



Ecuación de referencia para la prueba de caminata de seis minutos en niños chilenos sanos: un análisis secundario

Reference equation for the six-minute walk test in healthy Chilean children: a secondary analysis

Autores

Ruvistay Gutierrez-Arias ^{1,2}
Celya Carrasco Fuentes ³
Jorge Farias Pavez ⁴
Máximo Escobar-Cabello ⁵

¹ Instituto Nacional del Tórax (Chile)

² Universidad Andrés Bello (Chile)

³ Corporación Educacional El Árbol de la Vida (Chile)

⁴ Hospital Sótero del Río (Chile)

⁵ Universidad Católica del Maule (Chile)

Autor de correspondencia:
Máximo Escobar-Cabello
mescobar@ucm.cl

Cómo citar en APA

Gutierrez-Arias, R., Carrasco Fuentes, C., Farias Pavez, J., & Escobar-Cabello, M. (2025). Ecuación de referencia para la prueba de caminata de seis minutos en niños chilenos sanos: un análisis secundario. *Retos*, 70, 75-84. <https://doi.org/10.47197/retos.v70.114154>

Resumen

Introducción: Diferentes estudios chilenos han publicado ecuaciones de referencia para la distancia recorrida (DR6min) en la prueba de caminata de seis minutos (PC6min) en niños chilenos sanos; sin embargo, su precisión es baja.

Objetivo: Desarrollar nuevas ecuaciones de referencia para determinar si un protocolo de estimulación constante permite predecir con mayor precisión la DR6min en la PC6min en población pediátrica chilena. Secundariamente, construir curvas de normalidad de la respuesta fisiológica frente a la PC6min.

Metodología: Se realizó un análisis *post-hoc* de un estudio observacional que incluyó 294 niños entre seis a 14 años de la Región Metropolitana, Chile, los cuales fueron sometidos a un protocolo de estimulación constante. Se excluyeron niños con IMC anormal y con datos faltantes. Se realizó un análisis de regresión lineal múltiple para desarrollar ecuaciones de referencia, y se construyeron curvas de normalidad para el porcentaje de la frecuencia cardíaca de reserva (%FCR) utilizada.

Resultados: Se incluyeron 200 (68%) niños, de los cuales 117 (59%) fueron mujeres. La DR6min puede ser predicha con la siguiente ecuación: $626,42 \times \text{talla (metros)} + 10,75 \times \text{edad (años)} - 6,03 \times \text{peso (kg)} - 54,97$ (R^2 43,75%). Además, se presentaron curvas de normalidad para la %FCR utilizada mediante la determinación de los percentiles 5, 10, 25, 50, 75, 90, y 95.

Conclusiones: La ecuación propuesta por este estudio predice la DR6min en la PC6min en niños chilenos sanos entre seis y 14 años con una mejor precisión en comparación a las ecuaciones publicadas hasta el momento. Futuros estudios deben incorporar una cohorte de validación para mejorar la validez de los resultados.

Palabras clave

Adolescentes; aptitud física; niños; prueba de caminata de seis minutos; valores de referencia.

Abstract

Introduction: Various studies conducted in Chile have published reference equations for distance walked (6MWD) during the six-minute walk test (6MWT) in healthy Chilean children; however, their accuracy remains low.

Objective: To develop new reference equations to determine if a constant stimulation protocol allows a more accurate prediction of 6MWD in the 6MWT in the Chilean pediatric population. Secondly, to construct normality curves of the physiological response to 6MWT.

Methodology: We performed a post-hoc analysis of an observational study that included 294 children aged 6 to 14 from the Metropolitan Region, Chile, subjected to a constant stimulation protocol. Children with abnormal BMI and missing data were excluded. A multiple linear regression analysis was performed to develop reference equations, and normality curves were constructed for the percentage of the heart rate reserve (%HRR) used.

Results: 200 (68%) children were included, and 117 (59%) were female. The 6MWD can be predicted with the following equation: $626.42 \times \text{height (meters)} + 10.75 \times \text{age (years)} - 6.03 \times \text{weight (kg)} - 54.97$ (R^2 43.75%). In addition, normality curves were presented for the %HRR used by determining the 5th, 10th, 25th, 50th, 75th, 90th, and 95th percentiles.

Conclusions: The equation proposed by this study predicts 6MWD in 6MWT in healthy Chilean children between six and 14 years of age with better accuracy compared to equations published so far. Future studies should incorporate a validation cohort to improve the validity of the results.

Keywords

Adolescent; child; physical fitness; reference values; walk test.

Introducción

La prueba de caminata de seis minutos (PC6min) permite valorar la capacidad funcional de realizar ejercicio de manera sencilla y segura (Enright, 2003; Matos Casano & Anjum, 2024; Rasekaba et al., 2009). Esta prueba ha mostrado ser válida y confiable en población adulta y pediátrica, ya sea en personas sanas, así como con alguna condición de salud específica (Hamilton & Haennel, 2000; Kervio et al., 2003; Li et al., 2005; Meys et al., 2023; Uszko-Lencer et al., 2017). Debido a esto, y a que la PC6min refleja de manera adecuada una de las actividades más frecuentemente realizadas por las personas, esta prueba funcional es una de las más utilizadas a nivel global para valorar la capacidad aeróbica en diferentes poblaciones (Agarwala & Salzman, 2020; Elpern et al., 2000).

La aplicación de la PC6min permite establecer la respuesta global e integrada de todos los sistemas implicados durante el esfuerzo físico. Si bien, la determinación de la distancia recorrida en los seis minutos (DR6min) que dura la prueba es considerada como la variable más importante a pesquisar, la función respiratoria, cardiovascular, y neuromusculoesquelética y relacionada con el movimiento son puestas a prueba durante la realización de esta evaluación. La PC6min fue ideada originalmente para evaluar a personas adultas (Enright, 2003), sin embargo, su utilización en población pediátrica ha aumentado en las últimas tres décadas (Rodríguez-Núñez et al., 2018). Diferentes estudios internacionales han publicado valores normales y ecuaciones de referencia para niños de diferentes edades (Rodríguez-Núñez et al., 2018), información que permite establecer el nivel de alteración que tiene determinadas poblaciones pediátricas.

En Chile, desde el 2001, cinco estudios han propuesto valores de normalidad para la DR6min en población pediátrica de diferentes edades (Alarcón Vásquez et al., 2006; Escobar-Cabello et al., 2001; Gatica et al., 2012; Salazar et al., 2024; Vásquez-Gómez et al., 2018). Uno de los estudios utilizó un protocolo de estimulación constante en el que se motivó a los niños durante toda la evaluación sin utilizar frases estandarizadas cada un minuto (Escobar-Cabello et al., 2001). Esto se debió a que fue realizado con anterioridad a la publicación de las recomendaciones de la ATS para la realización de la PC6min. Cuatro de los estudios reportaron tablas con la DR6min según rango etario (Alarcón Vásquez et al., 2006; Escobar-Cabello et al., 2001; Gatica et al., 2012; Salazar et al., 2024) y dos construyeron ecuaciones de referencia para predecir la DR6min (Gatica et al., 2012; Vásquez-Gómez et al., 2018). Sin embargo, la precisión de las ecuaciones fue baja, ya que los valores reales no se ajustaron adecuadamente a los valores predichos, llegando a tener un error estándar de 50 a 60 metros (Gatica et al., 2012; Vásquez-Gómez et al., 2018). Además, los estudios nacionales se han centrado en determinar valores referenciales para el desempeño obtenido en la PC6min, medido a través de la DR6min, sin establecer el comportamiento esperable de la respuesta cardiorrespiratoria frente al esfuerzo físico realizado durante la prueba. Conocer la tolerancia esperable al esfuerzo físico permitiría identificar alguna alteración de la respuesta de los diferentes sistemas corporales involucrados, incluso cuando la DR6min sea normal.

El objetivo de este estudio fue desarrollar nuevas ecuaciones de referencia para determinar si un protocolo de estimulación constante permite predecir con mayor precisión la DR6min en la PC6min en niños chilenos sanos. Secundariamente, se construyeron curvas de normalidad de la respuesta cardiorrespiratoria frente a la PC6min, y así contribuir a la pesquisa de comportamientos anormales durante esta prueba.

Método

Se realizó un análisis post hoc (análisis secundario) basado en un estudio observacional previamente publicado (Escobar-Cabello et al., 2001). La finalidad de este análisis fue comprender de manera más acabada los factores que influyen en la DR6min en la PC6min realizada bajo un protocolo de estimulación constante, y determinar la respuesta fisiológica esperable de niños chilenos sanos frente al esfuerzo físico. Los datos originales fueron obtenidos por Escobar-Cabello et al. (Escobar-Cabello et al., 2001). Estos autores realizaron un estudio observacional de corte transversal, incluyendo 294 niños entre seis a 14 años de la Región Metropolitana, Chile (Escobar-Cabello et al., 2001). En dicho estudio se reportó que el promedio de la DR6min fue similar entre hombres y mujeres entre los seis y 11 años. Sin embargo,

la diferencia fue significativa ($p < 0,01$) en el grupo de 12 a 14 años, en el que los hombres caminaron en promedio 809,9 metros y las mujeres 737,2 metros.

Participantes

El estudio de Escobar-Cabello et al. incluyó niños de seis a 14 años pertenecientes a diferentes colegios públicos de la Región Metropolitana, Chile. La selección de los participantes fue por conveniencia, a los que se les invitó directamente a participar en el estudio. Los niños debieron dar su asentimiento, y los padres y profesores el consentimiento. Se excluyeron a los niños que tenían antecedentes de alguna condición de salud aguda o crónica, como enfermedades respiratorias (por ejemplo, asma), cardiovasculares (por ejemplo, arritmia), neuromusculares (por ejemplo, esguince de tobillo), entre otras. Este criterio se comprobó mediante una entrevista simple a los profesores o padres de los niños (Escobar-Cabello et al., 2001). Además, se excluyeron los niños que utilizaban alguna ayuda técnica para desplazarse.

Para el análisis post hoc realizado en nuestro estudio, se exploró la base de datos original del estudio de Escobar-Cabello et al. (Escobar-Cabello et al., 2001), excluyendo los datos de los niños que presentaran bajo peso, sobrepeso u obesidad según los criterios de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (WHO, s. f.). Esto se realizó basados en la hipótesis de que estados nutricionales anormales pueden asociarse a tener un menor desempeño en la PC6min, así como una respuesta cardiorrespiratoria alterada. Además, se excluyeron los registros de los niños que estuvieran incompletos o con errores de digitación.

Procedimiento

En el estudio de Escobar-Cabello et al. (Escobar-Cabello et al., 2001), la aplicación de la PC6min fue realizada por estudiantes de cuarto año de la carrera de kinesiología de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (UMCE), Santiago, Chile. Para obtener una adecuada validez en la aplicación de la PC6min, los estudiantes participaron en un periodo de entrenamiento teórico y práctico, realizado por profesionales de kinesiología con experiencia en la aplicación de esta prueba, hasta alcanzar niveles adecuados de confiabilidad. Una vez concluida la etapa de orientación, los estudiantes se dividieron en grupos, en los que el evaluador N°1 estuvo encargado de evaluar la frecuencia cardíaca (FC) y sensación subjetiva de fatiga (SSF), el evaluador N°2 llevó el control del tiempo y la DR6min, y el evaluador N°3 se encargó del registro de los datos. El evaluador N°1 fue el encargado de motivar constantemente a los niños mediante instrucción verbal destinada a que recorrieran la mayor cantidad de distancia posible. Todas las pruebas, realizadas en horario matinal, fueron supervisadas por los profesionales de kinesiología.

La PC6min se realizó en una pista plana de 30 metros de distancia, demarcada cada cinco metros. La FC y SSF fueron evaluadas mediante un sensor ubicado en el tórax de los niños (Polar®) y utilizando la escala de Borg modificada, respectivamente. La escala de Borg fue mostrada a los participantes, la cual contenía una escala de 0 a 10, donde 0 representa que no existe dificultad o disnea para realizar la prueba y 10 representa la dificultad máxima imaginable. Tanto la FC como la SSF fueron registradas durante toda la prueba, y hasta tres minutos posterior. Para más detalles, ver el estudio de Escobar-Cabello et al. (Escobar-Cabello et al., 2001).

Análisis de datos

Para el análisis descriptivo, se utilizó la media con desviación estándar (DE) o mediana con rango intercuartílico (RIC), según la distribución de las variables cuantitativas. Se comparó la distribución de las variables con la curva normal mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Las variables categóricas se describieron mediante frecuencia absoluta y relativa (%).

Los resultados fueron presentados para la totalidad de la muestra, y separados por sexo. Se utilizó la prueba t de Student para comparar las variables con distribución normal entre hombres y mujeres, y la prueba de Wilcoxon Man-Whitney para las variables con distribución asimétrica. Para construir las ecuaciones de referencia para la DR6min, se realizó un análisis de regresión lineal simple y múltiple, manteniendo en el modelo las variables que fueran estadísticamente significativas ($p < 0,05$). Se comprobó el ajuste del modelo utilizando los residuos estandarizados. Para elaborar las curvas de normalidad de la respuesta cardiorrespiratoria (FC) se calcularon los percentiles 5, 10, 25, 50, 75, 90 y 95. Los percentiles 5 (p5) y 95 (p95) fueron considerados los límites inferior y superior de normalidad, respectivamente. Se presentó la FC mediante el porcentaje de la FC de reserva (%FCR) utilizada.



Los análisis fueron realizados con el paquete estadístico STATA 15.1 (© Copyright 1996–2024 Stata-Corp, LLC. All rights reserved), considerando un umbral de significancia estadística de 0,05. Además, se utilizó el programa GraphPad Prism 10.4.0 (© Copyright 1992–2024 GraphPad Software, LLC. All rights reserved) para la confección de los gráficos.

Resultados

Se incluyeron 200 (68,03%) niños de los considerados originalmente en el estudio de Escobar-Cabello et al. (Escobar-Cabello et al., 2001), de los cuales 117 (N/n 200/117; 58,5%) fueron mujeres. Noventa y tres (N/n 294/93; 31,63%) fueron excluidos por tener un IMC menor a 18,5 kg/m² o superior a 29,9 kg/m² (n bajo peso = 29, n sobrepeso = 44, n obesidad = 20), y uno (N/n 294/1; 0,34%) por presentar datos faltantes.

Los 200 niños tuvieron en promedio 9,75 años (DE 2,65), un peso de 25,16 kg (DE 11), y una talla de 1,4 metros (DE 0,14). No existió diferencia entre hombres y mujeres ($p > 0,05$) (Tabla 1). La DR6min fue similar entre hombres y mujeres entre los seis y 11 años ($p > 0,05$). Los hombres entre seis y ocho años recorrieron en promedio 648,2 metros (DE 65,21), y entre nueve y 11 años 732,84 metros (DE 67,93). Las mujeres entre seis y ocho años recorrieron en promedio 666,2 metros (DE 58,31), y entre nueve y 11 años 728,44 (DE 58,09) metros. En cambio, los hombres entre 12 y 14 años recorrieron 829,35 metros (DE 66,98), lo que fue estadísticamente mayor a las mujeres, quienes recorrieron 739,89 metros (DE 62,15) ($p < 0,001$).

Tabla 1. Edad, peso y talla para la muestra total y según sexo.

Variable	Total (n = 200)	Hombres (n = 83)	Mujeres (n = 117)
Edad, media (DE)	9,75 (2,65)	9,51 (2,67)	9,92 (2,64)
Peso (kg), media (DE)	35,16 (11)	33,81 (9,88)	36,12 (11,68)
Talla (m), media (DE)	1,4 (0,14)	1,39 (0,14)	1,41 (0,14)

Nota: DE: desviación estándar, kg: kilogramos, m: metros.

Fuente: elaboración propia.

El comportamiento del %FCR utilizada fue similar entre hombres y mujeres hasta el 5' de la PC6min y en los tres minutos posteriores. Sin embargo, al 6' las mujeres utilizaron un mayor %FCR que los hombres ($p < 0,001$) (Tabla 2). En cuanto a la SSF, esta tuvo un aumento progresivo hasta una mediana máxima de 5 para la totalidad de la muestra en la escala de modificada de Borg, sin existir diferencia entre hombres y mujeres (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje de la FCR y SSF durante antes, durante, y después de la PC6min.

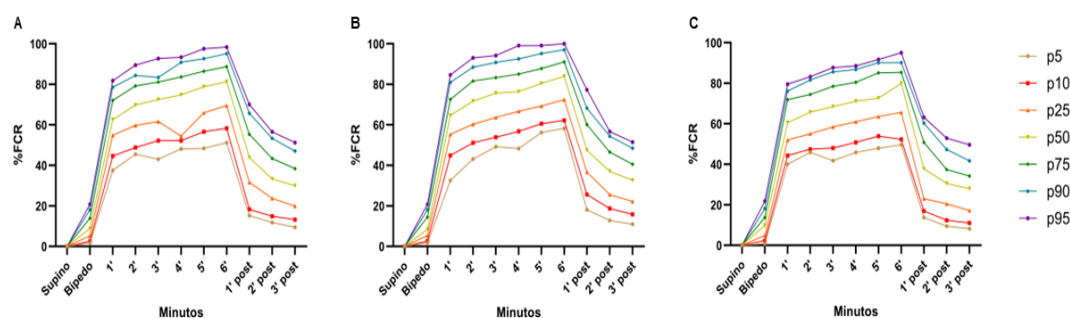
Tabla 2.1. Porcentaje de la FCR y SSF durante antes, durante, y después de la PC6min.											
	Variable	Reposo		Durante PC6min						Recuperación	
		Bípodo	1'	2'	3'	4'	5'	6'	1'	2'	3'
Hombres	%FCR, media (DE)	9,86 (6,22)	60,73 (12,08)	65,27 (12,43)	67,95 (13,88)	69,59 (14,1)	72,71 (14,63)	74,39 (14,57)	37,46 (17,21)	30,03 (13,58)	26,76 (12,3)
	SSF	0	1	3	3	4	4,5	5	3	2	0
Mujeres	%FCR, media (DE)	9,88 (6,21)	62,60 (14,74)	70,41 (14,81)	72,92 (14,39)	75,45 (14,16)	78,43 (13,6)	81,38 (13,19)	47,48 (16,63)	36,25 (14,03)	31,86 (12,05)
	SSF	0	2	3	4	5	5	6	4	2	1
Total	%FCR, media (DE)	9,87 (6,2)	61,83 (13,7)	68,28 (17,07)	70,86 (14,36)	73,02 (14,39)	76,06 (14,28)	78,48 (14,17)	43,32 (17,55)	33,67 (14,15)	29,74 (12,38)
	SSF	0	1	3	4	4	5	5	3	2	0

Nota: FCR: frecuencia cardiaca de reserva, SSF: sensación subjetiva de fatiga, PC6min: prueba de caminata de seis minutos, %FCR: porcentaje de la frecuencia cardiaca de reserva, DE: desviación estándar.

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, si bien el %FCR disminuyó paulatinamente hasta el 3' posterior a la prueba, esta no logró ser similar a los valores obtenidos en bípido (reposo) (Tabla 2). En la Figura 1 y Tabla 3 se presentan las curvas y percentiles del comportamiento del %FCR antes, durante, y después de la PC6min.

Figura 1. Curvas de normalidad del %FCR utilizada en la PC6min para la muestra total, y según sexo.



Nota: A. Muestra total (n = 200); B. Mujeres (n = 117); C. Hombres (N = 83). %FCR: Porcentaje de la FC de reserva.

Fuente: elaboración propia.

Table 3. Tablas de normalidad del %FCR utilizado antes, durante, y después de la PC6min.

Total	p5	p10	p25	p50	p75	p90	p95
Biped (reposo)	1,59	2,56	5,19	8,8	13,87	18,03	20,77
1'	37,5	44,63	54,87	62,5	72	78,52	81,82
2'	45,45	48,76	58,68	69,8	79,2	84,4	89,43
3'	43,08	52,17	61,59	72,44	81,12	83,37	92,68
4'	48,09	52,17	54,49	74,78	83,59	90,91	93,39
5'	48,41	56,64	65,93	78,81	86,44	92,59	97,54
6'	51,18	58,27	69,53	81,29	88,71	95,12	98,4
1' r	15,22	18,32	31,65	43,9	55,28	65,71	70,07
2' r	11,76	14,88	23,74	33,33	43,36	53,28	56,52
3' r	9,42	13,24	19,85	29,92	38,41	47,01	51,24
Mujeres	p5	p10	p25	p50	p75	p90	p95
Biped (reposo)	1,67	2,63	5,34	8,47	14,49	18,03	20,77
1'	32,5	44,85	55,28	64,6	72,52	80,92	84,62
2'	43,1	51,16	30,31	71,7	81,6	88,43	93,08
3'	49,22	53,85	63,64	75,59	83,33	90,77	94,21
4'	48,33	56,82	66,67	76,38	85	92,54	99,15
5'	56,2	60,53	69,27	80,42	87,8	95,2	99,15
6'	58,27	62,24	72,44	83,92	91,08	97,08	100
1' r	18,11	25,64	36,67	47,48	60,14	68,22	77,33
2' r	12,78	18,7	25,53	37,06	46,51	54,41	56,72
3' r	10,94	15,79	22,22	32,64	40,58	48,46	51,49
Hombres	p5	p10	p25	p50	p75	p90	p95
Biped (reposo)	0,79	2,31	4,9	9,82	13,74	18,12	21,83
1'	40	44,27	51,94	60,5	71,88	76,09	79,53
2'	45,9	47,46	55,04	65,67	74,45	81,62	83,21
3'	41,8	48,03	58,46	68,46	78,43	85,6	87,68
4'	45,9	50,81	60,94	71,11	80,42	86,82	88,55
5'	47,93	53,85	63,57	72,66	85,12	90,09	91,72
6'	49,64	52,31	65,65	79,92	85,4	90,15	95
1' r	13,74	16,94	23,08	37,8	50,76	60,33	63,2
2' r	9,42	12,4	20,44	30,53	37,4	47,32	52,89
3' r	8,2	11,02	17,19	27,97	34,23	41,67	49,66

%FCR: porcentaje de la frecuencia cardiaca de reserva, PC6min: prueba de caminata de seis minutos, p: percentil.

Fuente: elaboración propia.

En la Figura 2 se muestran las ecuaciones de referencia para predecir la DR6min en la PC6min para la totalidad de la muestra, y separadas por sexo. La ecuación sin distinción por sexo incorpora la talla (en metros), la edad (en años), y el peso (en kg), presentando un R^2 de 43,75%. En el caso de la ecuación para los hombres, la que incorpora las mismas variables predictoras, el R^2 es de 60,86%. En cambio, el mejor modelo de regresión lineal múltiple para construir la ecuación de referencia para la DR6min en las mujeres sólo incorpora la talla (en metros) y peso (en kg) como variables predictoras, presentando un R^2 de 29,61%.

Figura 2. Ecuaciones de referencia para estimar la DR6min en la PC6min

$$\text{A} \quad DR(m) = 626,42 \times \text{talla} + 10,75 \times \text{edad} - 6,03 \times \text{peso} - 54,97$$

$$\text{B} \quad DR_{\text{hombres}} = 704,24 \times \text{talla} + 15,56 \times \text{edad} - 6,33 \times \text{peso} - 189,05$$

$$\text{C} \quad DR_{\text{mujeres}} = 475,34 \times \text{talla} - 2,91 \times \text{peso} + 145,13$$

Nota: A. Muestra total (n = 200); B. Hombres (n = 83); C. Mujeres (n = 117). A: Intervalos de confianza del 95% (IC 95%) talla = 403,39 a 849,45; edad = 7,79 a 13,71; peso = -7,61 a -4,45; intercepto = -65,94 a -44,00. B: IC 95% talla = 436,19 a 972,29; edad = 9,55 a 21,57; peso = -8,00 a -4,66; intercepto = -226,66 a -151,44. C: IC 95% talla = 260,01 a 690,67; peso = -3,78 a -2,04; intercepto = 114,03 a 176,23. *Para estimar la DR6min la talla debe ser ingresada en metros, la edad en años, y el peso en kg.

Fuente: elaboración propia.

Discusión

En este estudio se reportan nuevas ecuaciones de referencia para predecir la DR6min en la PC6min en niños chilenos sanos entre seis y 14 años mediante un análisis de regresión lineal múltiple post hoc a partir de los datos utilizados en el estudio de Escobar-Cabello et al. (Escobar-Cabello et al., 2001). Las ecuaciones para la totalidad de la muestra, y específicamente para los hombres, explican de mejor manera la variabilidad de la DR6min en la PC6min en comparación a las ecuaciones publicadas hasta el momento. Las ecuaciones propuestas por Gatica et al. reportan un R² entre 30 a 40% (Gatica et al., 2012), y la propuesta por Vásquez-Gómez et al. es de 27% (Vásquez-Gómez et al., 2018), valores inferiores a los nuestros. Además, empleando el %FCR utilizada durante la prueba como variable proxy de la respuesta cardiorrespiratoria frente al esfuerzo realizado durante esta prueba funcional, se proponen curvas y tablas de normalidad a partir de criterios estadísticos, lo que, a nuestro entender, no se había realizado anteriormente.

Las ecuaciones de referencia propuestas en este estudio incluyen la edad, talla y peso para la totalidad de la población estudiada, y también específicamente para los hombres. Sin embargo, en el caso de las mujeres, sólo la talla y el peso predijeron de manera estadísticamente significativa la DR6min en la PC6min. Esto puede explicarse por factores motivacionales y de desarrollo diferencial entre sexos durante la infancia. La literatura científica respalda que existen diferencias importantes en la motivación y comportamiento competitivo entre niños y niñas que emergen tempranamente en el desarrollo (Portela-Pino et al., 2019).

Anteriormente, otros autores desarrollaron ecuaciones de referencias para predecir la DR6min en la población pediátrica (de Assis Pereira Cacau et al., 2018; Goemans et al., 2013; Li et al., 2007; Priesnitz et al., 2009; Ulrich et al., 2013; Villamañán Montero et al., 2024). La mayoría de las ecuaciones de referencia reportadas incluyeron la edad (de Assis Pereira Cacau et al., 2018; Goemans et al., 2013; Priesnitz et al., 2009; Ulrich et al., 2013; Villamañán Montero et al., 2024) y la talla (Goemans et al., 2013; Li et al., 2007; Priesnitz et al., 2009; Ulrich et al., 2013; Villamañán Montero et al., 2024) como variables predictoras de la DR6min, al igual que en nuestro estudio. Sin embargo, menos estudios consideraron el sexo (de Assis Pereira Cacau et al., 2018; Li et al., 2007; Ulrich et al., 2013; Villamañán Montero et al., 2024) y el peso (de Assis Pereira Cacau et al., 2018; Priesnitz et al., 2009; Ulrich et al., 2013) dentro de sus ecuaciones. A diferencia de nuestros resultados, los estudios de Priesnitz et al. (Priesnitz et al., 2009) y Pereira et al. (de Assis Pereira Cacau et al., 2018), ambos realizados en Brasil, así como el estudio de Li et al. (Li et al., 2007), realizado en China, y el de Montero et al. (Villamañán Montero et al., 2024), realizado en España, incluyeron la variación de la FC entre el inicio y el final de la prueba en sus ecuaciones de referencia. Por otro lado, Ulrich et al., quien reportó ecuaciones de referencia para niños y adolescentes suizos, incorporó la FC en reposo, FC al final de la prueba, y la evaluación de la actividad física mediante el instrumento Physical Activity Score (PAS), entregando alternativas de ecuaciones para la población total, y según sexo y edad (Ulrich et al., 2013). En el caso de Chile, Gatica et al. (Gatica et al., 2012) y Vásquez-Gómez et al. (Vásquez-Gómez et al., 2018) publicaron ecuaciones de referencia para niños sanos de seis a 14 años de la Región Metropolitana, y con un promedio de 16,2 años (DE 1,1) de la Región del Maule, respectivamente. Gatica et al. (Gatica et al., 2012) reportaron tres ecuaciones, una para el

grupo total y una para cada sexo, en las que incorporaron la edad, talla, peso y FCR. En cambio, Vázquez-Gómez et al. (Vázquez-Gómez et al., 2018) reportaron una única ecuación, la que incluyó como variables predictoras al sexo, talla, IMC y el nivel de actividad física, ecuación que podría estar sesgada debido a la potencial colinealidad entre la talla y el IMC. Todo lo anterior deja en evidencia la gran variabilidad que existe en la conformación de las ecuaciones de referencia a nivel internacional y nacional, lo que reafirma la necesidad de utilizar datos de referencia específicos para cada población. No obstante, todos los estudios nombrados anteriores, al igual que el nuestro, no incluyen una cohorte de validación de las ecuaciones, aspecto clave que debe ser incluido en futuros estudios (Ajnakina et al., 2021; Gehringer et al., 2024; Ramspek et al., 2021). También, futuras investigaciones deben hacer el esfuerzo de establecer puntos de cortes o umbrales en la DR6min, ya sea de manera absoluta o relativa con respecto a los valores de referencia, para predecir ciertos desenlaces clínicos relevantes.

La DR6min es la variable de desenlace más comúnmente utilizada en la práctica clínica y reportada por los estudios. Sin embargo, medidas como la FC y la SSF deben ser consideradas, ya que pueden contribuir a pesquisar una respuesta fisiológica inadecuada frente al esfuerzo físico. En este estudio, la FC, expresada como %FCR utilizada, aumentó en reposo al pasar de la posición supina al bípedo, lo que podría atribuirse en cierto grado a la respuesta anticipatoria o ansiedad frente a la prueba (Bekendam et al., 2021; O'Connor et al., 1995). También, entendiendo la relevancia de la respuesta fisiológica frente al ejercicio, específicamente de la FC, en este estudio se reportaron curvas y tablas con los valores de normalidad del %FCR utilizada durante la PC6min y en la fase de recuperación. El criterio que utilizamos fue estadístico, describiendo el límite superior e inferior de normalidad mediante los p95 y p5, respectivamente. Este mismo enfoque fue utilizado por Li et al., Goemans et al., y Montero et al. (Goemans et al., 2013; Li et al., 2007; Villamañán Montero et al., 2024). Sin embargo, estos autores construyeron curvas de normalidad de la DR6min según la edad y altura, y no para la respuesta fisiológica frente al ejercicio. Futuros estudios deberían determinar el o los percentiles umbrales del %FCR utilizada que puede predecir una respuesta fisiológica inadecuada en relación con la presencia de desenlaces negativos. Por otro lado, el %FCR utilizada en promedio no superó el 85%, lo que sitúa al protocolo de estimulación constante empleado por Escobar-Cabello et al. (Escobar-Cabello et al., 2001) como válido para obtener un esfuerzo submáximo de los niños sometidos a la PC6min ("ATS Statement," 2002). La motivación ha demostrado tener efectos importantes en la PC6min, por lo que, a diferencia de la población adulta, en pediatría se debería considerar entregar estimulación constante para estandarizar el esfuerzo realizado (Morales Mestre et al., 2018).

Nuestro estudio tiene limitaciones derivadas del diseño metodológico. Primero, ya que se trata de un análisis secundario de datos publicados con anterioridad, el sesgo de selección de los participantes del estudio no pudo ser manejado. Segundo, la población reclutada en este estudio residió en su totalidad en la Región Metropolitana, Chile, por lo que nuestras ecuaciones podrían no ser completamente válidas para población de la misma edad de otras zonas chilenas. Además, el rango etario de seis a 14 años impuesto por Escobar-Cabello et al. (Escobar-Cabello et al., 2001) no nos permitió incluir participantes de una edad más avanzada. Por otro lado, este estudio tiene más de 20 años de desfase con respecto al periodo en que se recolectaron los datos. La tendencia hacia la disminución de los niveles de actividad física podría resultar en diferencias en el rendimiento físico actual comparado con la población estudiada. No obstante, las relaciones fisiológicas fundamentales entre las variables antropométricas y la capacidad funcional tienden a permanecer estables. La relevancia de los hallazgos invita a que las ecuaciones reportadas para la DR6min, así como los datos de normalidad del comportamiento del %FCR utilizado, sean validados mediante el reclutamiento de una cohorte actualizada.

Conclusiones

En este estudio presentamos nuevas ecuaciones de referencia para predecir la DR6min en la PC6min en niños chilenos sanos entre seis y 14 años, las cuales explican de mejor manera la variabilidad de la DR6min en comparación a las ecuaciones publicadas hasta el momento. Además, proponemos curvas y tablas de normalidad para evaluar la respuesta fisiológica mediante la evaluación del %FCR utilizada siguiendo criterios estadísticos, aspecto que no había sido reportado anteriormente para población chilena. Esto permitiría identificar alteraciones en la respuesta cardiorrespiratoria de población pediátrica, incluso en contextos en que la distancia recorrida en el PC6min sea normal.



Debido a que las ecuaciones reportadas en este estudio presentan un mayor R^2 que las que estaban disponibles hasta el momento para Chile, estas deberían ser utilizadas en la práctica clínica actual. La mayor precisión de estas ecuaciones podría deberse al protocolo utilizado. Estimular constantemente a población pediátrica podría ser más conveniente que entregar frases estandarizadas cada uno minuto, estrategia que podría no lograr motivar adecuadamente a esta población. Sin embargo, considerando el desfase temporal con respecto a la obtención de los datos, es necesario probar nuestras ecuaciones con una cohorte de validación actualizada.

Agradecimientos

Agradecemos a los autores del estudio de Escobar-Cabello et al. (Escobar-Cabello et al., 2001) por facilitar los datos utilizados en este estudio.

Financiación

Los autores declaran no haber recibido ningún apoyo económico para la realización del presente estudio.

Referencias

- Agarwala, P., & Salzman, S. H. (2020). Six-Minute Walk Test. *Chest*, 157(3), 603–611. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2019.10.014>
- Ajnakina, O., Agbedjro, D., McCammon, R., Faul, J., Murray, R. M., Stahl, D., & Steptoe, A. (2021). Development and validation of prediction model to estimate 10-year risk of all-cause mortality using modern statistical learning methods: a large population-based cohort study and external validation. *BMC Medical Research Methodology*, 21(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s12874-020-01204-7>
- Alarcón Vásquez, D., Llantén Poblete, R., & Herrera Romero, M. (2006). Valores normales de los indicadores del test de marcha 6 minutos, según el protocolo de la ATS, en niños normopeso de entre 6 y 14 años, de la provincia de Talagante. Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/110642>
- ATS Statement. (2002). *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 166(1), 111–117. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.166.1.at1102>
- Bekendam, M. T., Mommersteeg, P. M. C., Kop, W. J., Widdershoven, J. W., & Vermeltfoort, I. A. C. (2021). Anxiety and hemodynamic reactivity during cardiac stress testing: The role of gender and age in myocardial ischemia. *Journal of Nuclear Cardiology*, 28(6), 2581–2592. <https://doi.org/10.1007/s12350-020-02079-3>
- de Assis Pereira Cacau, L., Carvalho, V. O., dos Santos Pin, A., Araujo Daniel, C. R., Ykeda, D. S., de Carvalho, E. M., Francica, J. V., Faria, L. M., Gomes-Neto, M., Fernandes, M., Velloso, M., Karsten, M., de Sá Barros, P., & de Santana-Filho, V. J. (2018). Reference Values for the 6-min Walk Distance in Healthy Children Age 7 to 12 Years in Brazil: Main Results of the TC6minBrasil Multi-Center Study. *Respiratory Care*, 63(3), 339–346. <https://doi.org/10.4187/respcare.05686>
- Elpern, E. H., Stevens, D., & Kesten, S. (2000). Variability in Performance of Timed Walk Tests in Pulmonary Rehabilitation Programs. *Chest*, 118(1), 98–105. <https://doi.org/10.1378/chest.118.1.98>
- Enright, P. L. (2003). The six-minute walk test. *Respiratory care*, 48(8), 783–785. <https://www.liebertpub.com/doi/10.4187/respcare.03480783>
- Escobar-Cabello, M., López, A., Véliz, C., Crisóstomo, S., & Pinochet, R. (2001). Test de Marcha en 6 Minutos en Niños Chilenos Sanos. *Kinesiología*, 62, 16–20. https://www.researchgate.net/publication/285323325_Test_de_marcha_en_6_minutos_en_ninos_chilenos_sanos
- Gatica, D., Puppo, H., Villarroel, G., San Martín, I., Lagos, R., Montecino, J. J., Lara, C., & Zenteno, D. (2012a). Valores de referencia del test de marcha de seis minutos en niños sanos. *Revista médica de Chile*, 140(8), 1014–1021. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872012000800007>

- Gehring, C. K., Martin, G. P., Van Calster, B., Hyrich, K. L., Verstappen, S. M. M., & Sergeant, J. C. (2024). How to develop, validate, and update clinical prediction models using multinomial logistic regression. *Journal of Clinical Epidemiology*, 174, 111481. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2024.111481>
- Goemans, N., Klingels, K., van den Hauwe, M., Boons, S., Verstraete, L., Peeters, C., Feys, H., & Buyse, G. (2013). Six-Minute Walk Test: Reference Values and Prediction Equation in Healthy Boys Aged 5 to 12 Years. *PLoS ONE*, 8(12), e84120. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0084120>
- Hamilton, D. M., & Haennel, R. G. (2000). Validity and Reliability of the 6-Minute Walk Test in a Cardiac Rehabilitation Population. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*, 20(3), 156–164. <https://doi.org/10.1097/00008483-200005000-00003>
- Kervio, G., Carre, F., & Ville, N. (2003). Reliability and Intensity of the Six-Minute Walk Test in Healthy Elderly Subjects. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(1), 169–174. <https://doi.org/10.1097/00005768-200301000-00025>
- Li, A. M., Yin, J., Au, J. T., So, H. K., Tsang, T., Wong, E., Fok, T. F., & Ng, P. C. (2007). Standard Reference for the Six-Minute-Walk Test in Healthy Children Aged 7 to 16 Years. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 176(2), 174–180. <https://doi.org/10.1164/rccm.200607-883OC>
- Li, A. M., Yin, J., Yu, C. C. W., Tsang, T., So, H. K., Wong, E., Chan, D., Hon, E. K. L., & Sung, R. (2005). The six-minute walk test in healthy children: reliability and validity. *European Respiratory Journal*, 25(6), 1057–1060. <https://doi.org/10.1183/09031936.05.00134904>
- Matos Casano, H. A., & Anjum, F. (2024). Six-Minute Walk Test. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan. 2023 Aug 14.
- Meys, R., Janssen, S. M. J., Franssen, F. M. E., Vaes, A. W., Stoffels, A. A. F., van Hees, H. W. H., van den Borst, B., Klijn, P. H., Burtin, C., van 't Hul, A. J., & Spruit, M. A. (2023). Test-retest reliability, construct validity and determinants of 6-minute walk test performance in adult patients with asthma. *Pulmonology*, 29(6), 486–494. <https://doi.org/10.1016/j.pulmoe.2022.10.011>
- Morales Mestre, N., Audag, N., Caty, G., & Reyckler, G. (2018). Learning and Encouragement Effects on Six-Minute Walking Test in Children. *The Journal of Pediatrics*, 198, 98–103. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2018.02.073>
- O'Connor, P. J., Petruzzello, S. J., Kubitz, K. A., & Robinson, T. L. (1995). Anxiety responses to maximal exercise testing. *British Journal of Sports Medicine*, 29(2), 97–102. <https://doi.org/10.1136/bjsm.29.2.97>
- Portela-Pino, I., López-Castedo, A., Martínez-Patiño, M. J., Valverde-Esteve, T., & Domínguez-Alonso, J. (2019). Gender Differences in Motivation and Barriers for The Practice of Physical Exercise in Adolescence. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1), 168. <https://doi.org/10.3390/ijerph17010168>
- Priesnitz, C. V., Rodrigues, G. H., da Silva Stumpf, C., Viapiana, G., Cabral, C. P., Stein, R. T., Marostica, P. J. C., & Donadio, M. V. F. (2009). Reference values for the 6-min walk test in healthy children aged 6–12 years. *Pediatric Pulmonology*, 44(12), 1174–1179. <https://doi.org/10.1002/ppul.21062>
- Ramspek, C. L., Jager, K. J., Dekker, F. W., Zoccali, C., & van Diepen, M. (2021). External validation of prognostic models: what, why, how, when and where? *Clinical Kidney Journal*, 14(1), 49–58. <https://doi.org/10.1093/ckj/sfaa188>
- Rasekaba, T., Lee, A. L., Naughton, M. T., Williams, T. J., & Holland, A. E. (2009). The six-minute walk test: a useful metric for the cardiopulmonary patient. *Internal Medicine Journal*, 39(8), 495–501. <https://doi.org/10.1111/j.1445-5994.2008.01880.x>
- Rodríguez-Núñez, I., Mondaca, F., Casas, B., Ferreira, C., & Zenteno, D. (2018). Valores normales del test de marcha de 6 minutos en niños y adolescentes sanos: Una revisión sistemática y metaanálisis. *Revista chilena de pediatría*, 89(1), 128–136. <https://doi.org/10.4067/S0370-41062018000100128>
- Salazar, G., Vasquez, F., & Vasquez, S. (2024). Reference for the six minutes' walk test for children 4 to 10 years old. *Retos*, 58, 176–181. <https://doi.org/10.47197/retos.v58.105127>
- Ulrich, S., Hildenbrand, F. F., Treder, U., Fischler, M., Keusch, S., Speich, R., & Fasnacht, M. (2013). Reference values for the 6-minute walk test in healthy children and adolescents in Switzerland. *BMC Pulmonary Medicine*, 13(1), 49. <https://doi.org/10.1186/1471-2466-13-49>
- Uszko-Lencer, N. H. M. K., Mesquita, R., Janssen, E., Werter, C., Brunner-La Rocca, H.-P., Pitta, F., Wouters, E. F. M., & Spruit, M. A. (2017). Reliability, construct validity and determinants of 6-minute walk



- test performance in patients with chronic heart failure. *International Journal of Cardiology*, 240, 285–290. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2017.02.109>
- Vásquez-Gómez, J., Rojas Araya, L., & Castillo Retamal, M. (2018). La prueba de caminata de seis minutos relacionada con variables del estado nutricional, antropométricas y de actividad física en adolescentes chilenos. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 24(4), 135–140. https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC_2018_4_02.pdf
- Villamañán Montero, A., Martín de Vicente, C., García Íñiguez, J. P., & Ramos Fuentes, F. (2024). Reference charts for the six-minute walk test in healthy school-aged children from the city of Zaragoza, Spain. *Anales de Pediatría (English Edition)*, 101(4), 230–237. <https://doi.org/10.1016/j.anpede.2024.09.002>
- WHO. (s. f.). Nutrition Landscape Information System (NLIS). <https://apps.who.int/nutrition/landscape/help.aspx?menu=0&helpid=420>. Recuperado 14 de diciembre de 2024, de <https://apps.who.int/nutrition/landscape/help.aspx?menu=0&helpid=420>

Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Ruvistay Gutierrez-Arias
Celya Carrasco Fuentes
Jorge Farías Pavez
Máximo Escobar-Cabello

rgutierrez@torax.cl
celya.carrasco@gmail.com
jorgeafp2021@gmail.com
mescobar@ucm.cl

Autor
Autora
Autor
Autor

