

RECIBIDO:
27 julio 2025
APROBADO:
5 septiembre 2025

Valores de referencia para la prueba de caminata de 6 minutos en población adulta sana del Ecuador

Reference Values for the Six-Minute Walk Test in a Healthy Adult Population in Ecuador

M. Belén Noboa-Sevilla¹ , Washington D. Arias-Calvache² ,
Santiago Cadena-Mosquera³ , Rodrigo Torres-Castro⁴ , Matías Otto-Yáñez⁵ 

¹ Hospital Metropolitano de Quito, Neumología, Quito, Ecuador.

² Hospital de Especialidades Policía Nacional, Quito, Ecuador.

³ Sociedad Ecuatoriana de Neumología, Quito, Ecuador.

⁴ Universidad de Chile, Facultad de Medicina, Departamento de Kinesiología, Santiago, Chile.

⁵ Universidad Autónoma de Chile, Facultad de Ciencias de la Salud, Grupo de Investigación en Salud, Funcionalidad y Actividad Física (GISFAF), Kinesiología, Santiago, Chile.

Autor correspondal:

María Belén Noboa-Sevilla. E-mail: ma.belen.ns@gmail.com.

Resumen

Introducción: La prueba de caminata de seis minutos (PC6M) es ampliamente utilizada para evaluar la capacidad funcional en distintos contextos clínicos. En Ecuador, no existen ecuaciones de referencia específicas para su población.

Objetivo: Establecer valores de referencia y una ecuación predictiva para la PC6M en adultos ecuatorianos sanos.

Métodos: Estudio observacional, transversal, en adultos de 20–60 años reclutados en tres ciudades (2.225–2.850 msnm). Se registraron variables antropométricas y fisiológicas antes y después de la PC6M. Se construyó una regresión lineal múltiple (método enter) para la distancia caminada (DC6M). La consistencia con ecuaciones externas se evaluó mediante el coeficiente de correlación intraclase (CCI); el acuerdo se examinó con gráficos de Bland–Altman y el coeficiente de correlación de concordancia de Lin.

Resultados: Se analizaron 303 sujetos sanos. La mediana de la DC6M fue 649 m [597–692]. La ecuación final incluyó edad, estatura y sexo ($R^2 = 0,304$). El límite inferior de la normalidad se definió como valor predicho – 94,9 m. Las ecuaciones de Osses y Casanova mostraron baja consistencia y ausencia de acuerdo absoluto con los valores observados.

Conclusión: Este estudio proporciona valores de referencia y una ecuación predictiva específica para adultos ecuatorianos. Estos resultados pueden apoyar la valoración funcional en pacientes con enfermedades respiratorias.

Palabras clave: pruebas de ejercicio; capacidad física; valores de referencia; prueba de caminata de 6 minutos.

Abstract

Introduction: The six-minute walk test (6MWT) is a widely used assessment tool for evaluating functional capacity in various clinical settings. In Ecuador, however, no population-specific reference equations are currently available.

Objective: To establish reference values and a predictive equation for the 6MWT in healthy Ecuadorian adults.

Methods: Cross-sectional study of adults aged 20–60 years recruited in three cities at 2,225–2,850 m above sea level. Anthropometric and physiological variables were recorded before/after the 6MWT. A multiple linear regression model (enter method) was used to predict six-minute walk distance (6MWD). Consistency with external equations was assessed using ICC; agreement was examined with Bland–Altman plots and Lin's concordance correlation coefficient.

Results: We analyzed 303 healthy participants. Median 6MWD was 649 m [597–692]. The final equation included age, height, and sex ($R^2 = 0.304$). The lower limit of normality was defined as the predicted value – 94.9 m. The Osses and Casanova equations showed low consistency and a lack of absolute agreement with the observed values.

Conclusion: This study provides reference values and a population-specific predictive equation for healthy Ecuadorian adults. These findings may support the use of functional assessment in patients with respiratory diseases.

Keywords: exercise testing; physical capacity; reference values; six-minute walk test.

Introducción

La prueba de caminata de seis minutos (PC6M) es una prueba submáxima de ejercicio ampliamente utilizada que evalúa la respuesta integrada de los sistemas respiratorio, cardiovascular y musculoesquelético bajo condiciones que simulan actividades cotidianas.¹ Se considera una herramienta confiable y práctica para valorar el estado funcional, evaluar el impacto de intervenciones terapéuticas, y predecir morbilidad y mortalidad en diversas enfermedades crónicas.²⁻⁵

Diversos países han desarrollado ecuaciones de referencia basadas en poblaciones sanas para interpretar el rendimiento en la PC6M. Entre ellos se encuentran estudios realizados en Estados Unidos,⁶ Bélgica,⁷ Italia⁸ y China.⁹ En América Latina, se han establecido valores de referencia en países como Brasil,¹⁰ Chile¹¹ y Colombia,¹² así como en un estudio multicéntrico de siete países.¹³

Para la población ecuatoriana, no es común encontrar valores de referencia para este tipo de pruebas, sin embargo, en pruebas similares están disponibles valores de referencia como del sit-to-stand test.¹⁴ Para la PC6M, las ecuaciones de referencia utilizadas son de otras poblaciones que difieren en características antropométricas, genéticas y culturales. Diversos autores han destacado la importancia de variables como la edad, el sexo, la estatura y el peso como principales determinantes de la distancia recorrida.^{6,8,9,11}

Diversos estudios han establecido que la distancia caminada en la PC6M (DC6M), expresada en metros absolutos, es un potente predictor de desenlaces clínicos en enfermedades respiratorias crónicas como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), la fibrosis pulmonar y la hipertensión pulmonar.¹⁵⁻¹⁷ Sin embargo, se ha señalado que el uso exclusivo de metros absolutos no considera las variaciones fisiológicas relacionadas con edad, sexo o estatura. En este sentido, la expresión de la distancia como porcentaje del valor predicho (DC6M%) mejora la precisión diagnóstica y pronóstica, lo que permite una estratificación más ajustada del riesgo, el monitoreo longitudinal del tratamiento y decisiones clínicas como la derivación para trasplante pulmonar.¹⁸ La evidencia reciente sugiere que incluso pequeñas ventajas en la capacidad predictiva del DC6M%, respecto a la distancia absoluta, pueden tener implicancias clínicas relevantes en enfermedades intersticiales.¹⁸ Por ello, disponer de ecuaciones de referencia específicas para la población local es fundamental ya que las fórmulas foráneas pueden no reflejar adecuadamente las características fisiológicas de grupos específicos.¹⁵ Esta necesidad ha sido subrayada también por revisiones sistemáticas de la ERS/ATS que destacan la importancia de contar con valores de referencia validados localmente para la correcta interpretación clínica de los resultados en la PC6M.¹

Ecuador comparte desafíos similares. A pesar del uso regional de la PC6M, actualmente no existe una ecuación de referencia validada para la población ecuatoriana. El uso de modelos predictivos derivados de otras poblaciones puede conllevar errores significativos en la estimación de la capacidad funcional, y comprometer la toma de decisiones clínicas. Dada la necesidad de contar con estándares específicos para cada población, el objetivo de este estudio fue establecer valores de referencia y ecuaciones predictivas para la PC6M en población adulta ecuatoriana sana, entre 20 y 60 años, con base en características antropométricas y demográficas.

Métodos

Se realizó un estudio observacional de corte transversal en adultos ecuatorianos autorreportados sanos, con edades comprendidas entre los 20 y 60 años. El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Central del Ecuador [30-01-2019]. Todos los participantes firmaron un consentimiento informado previo a su inclusión en el estudio. La investigación se llevó a cabo conforme a los principios establecidos en la guía STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*).¹⁹ Las mediciones se realizaron en instalaciones universitarias de tres ciudades ecuatorianas ubicadas entre 2.225 y 2.850 msnm (Quito, Riobamba e Ibarra).

Los participantes fueron reclutados mediante convocatorias públicas y actividades de extensión comunitaria. Los criterios de inclusión para este estudio consideraron a personas adultas entre 20 y 60 años, autorreportadas como saludables.²⁰ Fueron excluidos aquellos individuos con IMC ≥ 30 , antecedentes de patologías respiratorias, cardiovasculares, neuromusculares o musculoesqueléticas que pudieran alterar el desempeño en la PC6M, así como personas con discapacidad física que limitara la movilidad independiente. También se excluyeron participantes que utilizaran medicamentos o sustancias con potencial impacto en el rendimiento físico y mujeres embarazadas. El concepto de voluntario sano se estableció siguiendo los lineamientos del *Royal College of Physicians*, que define esta población como personas sin antecedentes médicos conocidos ni signos clínicos o fisiológicos de enfermedad.²⁰ Las evaluaciones clínicas y la supervisión de las pruebas fueron realizadas por dos médicos neumólogos con experiencia en fisiología del ejercicio. Estos confirmaron el estado de salud de los participantes mediante anamnesis dirigida, evaluación de signos vitales, exploración física general y revisión de saturación basal, verificando la ausencia de signos o síntomas compatibles con enfermedad respiratoria o cardiovascular, y descartando condiciones que pudieran limitar la capacidad funcional durante la prueba.

Procedimientos

Cada sujeto realizó un único intento de la PC6M en horario matutino, siguiendo el protocolo estandarizado de la *American Thoracic Society* (ATS).¹ La prueba se llevó a cabo en un pasillo interior, plano, de 30 metros de longitud, con estímulo verbal estandarizado cada minuto. Se registró la distancia total recorrida durante los seis minutos para su posterior análisis.

Las mediciones antropométricas se realizaron con los participantes en ropa ligera y sin calzado. Se registró el peso (kg) y la talla (cm), y se calculó el IMC. Además, se consignaron la edad y sexo al nacimiento de cada participante.

Las variables fisiológicas, incluyendo frecuencia cardíaca, saturación de oxígeno estimada por pulsioximetría (SpO₂) inicial y final, disnea y fatiga de extremidades inferiores percibida (escala de Borg),²¹ fueron evaluadas antes y después de la prueba. Durante la PC6M, se realizó monitoreo continuo con oximetría de pulso (Nonin GO 2 Model 9570, Nonin medical, USA).

Todas las evaluaciones fueron realizadas por dos médicos neumólogos con experiencia en programas de rehabilitación cardiopulmonar y aplicación de la PC6M.

Análisis estadístico

Se utilizaron estadísticas descriptivas para resumir las variables demográficas, antropométricas y fisiológicas. Las variables con distribución normal se presentan como media $\pm$ DE, mientras que aquellas con distribución no normal se presentan como mediana [p25-p75], dependiendo de los resultados de la prueba de Shapiro–Wilk. Las variables categóricas se expresaron como frecuencias absolutas y porcentajes. Adicionalmente, se exploró la distribución de la edad de la muestra mediante histogramas estratificados por sexo, empleando intervalos de clase de 5 años. Esto permitió describir visualmente la composición etaria de la población estudiada y evaluar la representatividad en los distintos grupos de edad y sexo.

La variable principal del estudio fue la distancia caminada (DC6M). Se aplicó un modelo de regresión lineal múltiple (método enter) para identificar los predictores significativos de la DC6M, incluyendo como variables candidatas la edad, el sexo, la estatura y el peso. El modelo de regresión fue evaluado mediante el coeficiente de determinación (R^2) y la desviación estándar residual (RSD). El límite inferior de la normalidad (LIN) para la DC6M se calculó con la fórmula: $LIN = \text{valor predicho} - 1,645 \times RSD$, según lo recomendado en estudios de referencia poblacional.²² Antes de interpretar el modelo, se verificaron los supuestos de la regresión lineal: normalidad y homocedasticidad de los residuos, independencia de errores (Durbin–Watson) y ausencia de colinealidad (tolerancia $> 0,1$; FIV < 10).

Para evaluar la validez externa del modelo, se compararon los valores predichos de la DC6M con aquellos derivados de ecuaciones de referencia previamente publicadas como Casanova et al.¹³ y Osses et al.,¹¹ mediante el coeficiente de correlación intraclass (CCI) modelo de dos vías, consistencia, medidas únicas, con efectos fijos (3,1), apropiado para evaluadores fijos y resultados continuos.²³ Se seleccionaron estas ecuaciones por su mayor similitud en rango etario y características poblacionales con la cohorte estudiada, evitando modelos cuyo rango original de validación no incluyera adultos jóvenes. El CCI se categorizó en diferentes niveles de confiabilidad: baja ($< 0,5$), moderada (entre 0,5 y 0,75), buena (entre 0,75 y 0,90) y excelente ($> 0,90$).²⁴ Además, se calcularon coeficientes de correlación de Pearson para estimar la asociación lineal entre los valores observados y los valores predichos. El acuerdo absoluto se evaluó mediante gráficos de Bland–Altman, reportando el sesgo (media de las diferencias) y los límites de acuerdo al 95% (media $\pm 1,96 \times DE$); adicionalmente, se cuantificó con el coeficiente de correlación de concordancia de Lin (CCC) con intervalos de confianza del 95%. Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando los software GraphPad Prism 10 (GraphPad Software, Boston, Massachusetts, USA) y JASP (Versión 0.18.3),²⁵ considerando un valor de $p < 0,05$ como umbral de significación estadística.

Cálculo del tamaño muestral

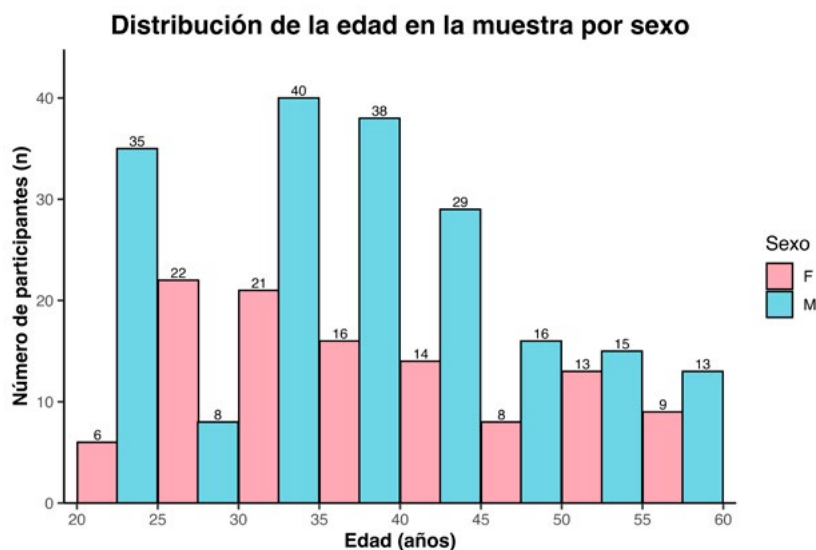
El tamaño muestral fue estimado mediante la fórmula para estudios transversales con proporciones, con el software libre de la Universidad de Granada, asumiendo un nivel de confianza del 90% ($Z = 1,645$), una proporción poblacional conservadora de 0,5 y un margen de error del 5% ($d = 0,05$). Por lo tanto, se estimó un mínimo de 271 participantes.

Resultados

Se incluyeron en el análisis un total de 303 adultos ecuatorianos sanos, compuestos por 194 hombres (64%) y 109 mujeres (36%). La mediana de edad fue de 36 años [30–44]. La distribución etaria mostró que la muestra incluyó participantes en todos los grupos quinquenales entre 20 y 60 años, con mayor frecuencia en el rango de 30 a 39 años, y predominio de hombres en la mayoría de los intervalos de edad. (Figura 1) La media del peso corporal fue de $69,6 \pm 9,8$ kg, la mediana de la estatura fue de 165 cm [160–169] y la media de IMC fue de $25,8 \pm 3,4$ kg/m². La mediana de la DC6M fue de 649 metros [597–692].

Figura 1.

Distribución de la edad en la muestra según sexo. Se presentan las frecuencias absolutas de participantes en intervalos de cinco años, diferenciados por sexo. La muestra incluyó adultos de 20 a 60 años.



La SpO_2 inicial fue de 93% [92–95], la frecuencia cardíaca inicial fue de 76 lpm [65–85], y los puntajes iniciales de disnea y fatiga fueron ambos 0 [0–0]. Al finalizar la prueba, la diferencia entre la SpO_2 final e inicial (ΔSpO_2) disminuyó levemente -2% [-4--1%], la frecuencia cardíaca aumentó a 123 lpm [114–135], y los puntajes de disnea y fatiga se incrementaron a 2 [1–4] y 3 [1–5], respectivamente. (Tabla 1)

Tabla 1.

Características basales y resultados de la prueba de caminata de seis minutos (PC6M) según sexo.

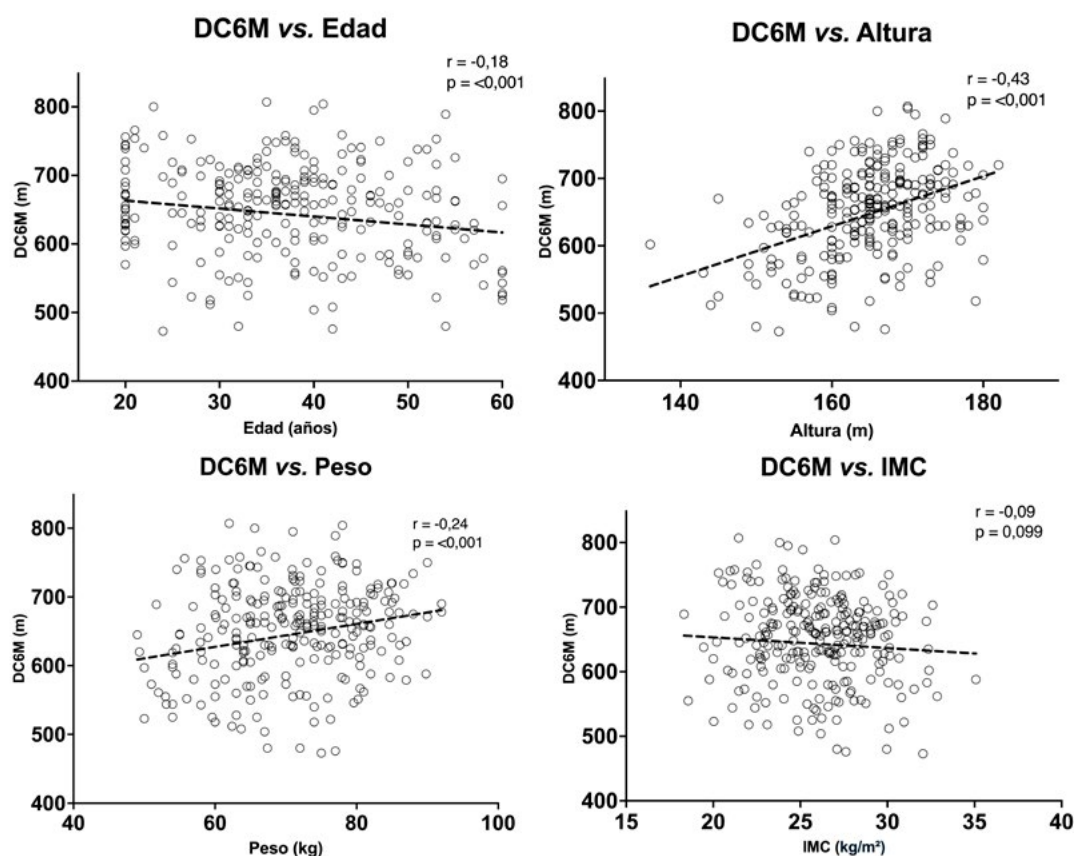
Variable	(n=303)	Hombres (n=194)	Mujeres (n=109)	p-value
Sexo				
Hombres	194 (64,0%)			
Mujeres	109 (36,0%)			
Edad, años	36 (30-44)	36 (30-43)	36 (29-47)	n.s
Peso, kg	69,6 ± 9,8	72,9 ± 8,4	63,6 ± 9,2	p<0,001
Altura, cm	165 (160-169)	167 (164-171)	159 (153-163)	p<0,001
IMC, kg/m ²	25,8 ± 3,4	26,1 ± 2,6	25,6 ± 3,7	n.s
PC6M				
Metros caminados	649 (597-692)	669 (634-707)	597 (556-634)	p<0,001
SpO_2 inicial	93 (92-95)	93 (92-95)	93 (92-95)	n.s
FC inicial	76 (65-85)	72 (64-81)	82 (73-88)	p<0,001
Disnea inicial	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	n.s
Fatiga EEII inicial	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	n.s
SpO_2 final	91 (90-93)	91 (90-93)	91 (89-93)	n.s
ΔSpO_2	-2 (-4-1)	-2 (-4-1)	-2 (-4-1)	n.s
FC final	123 (114-135)	121,5 (110-135)	127 (119-135)	0,03
Disnea final	2 (1-4)	2 (1-5)	2 (1-4)	n.s
Fatiga EEII final	3 (1-5)	3 (1-5)	2 (3-5)	n.s

Los datos se expresan como media ± desviación estándar o mediana (percentil 25–75), según la distribución de normalidad de cada variable. Para la comparación de variables categóricas se utilizó χ^2 ; para continuas, t de Student (si normal) o U de Mann–Whitney (si no normal). IMC: índice de masa corporal; SpO_2 : saturación de oxígeno estimada por pulsioximetría; FC: frecuencia cardíaca; EEII: extremidades inferiores; n.s.: no significativo.

En el análisis bivariado, la DC6M presentó correlación negativa débil con la edad ($r = -0,18$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,034$) y correlación positiva moderada con la talla ($r = 0,43$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,182$). El peso mostró correlación positiva débil ($r = 0,24$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,056$), mientras que el IMC no presentó asociación significativa con la DC6M ($r = -0,07$; $p = 0,099$; $R^2 = 0,005$). (Figura 2)

Figura 2.

Correlaciones entre la distancia caminada en la prueba de caminata de seis minutos (DC6M) y las variables edad, estatura, peso e índice de masa corporal (IMC).



La regresión lineal múltiple identificó la edad, estatura y sexo como predictores independientes de la DC6M ($R^2 = 0,303$; R^2 ajustado = $0,296$; $F(3,299) = 43,24$; $p < 0,001$; $RSD = 57,69$; Durbin-Watson = $1,393$). La ecuación final fue: $DC6M (m) = 353,87 - 0,962 \times \text{edad (años)} + 177,55 \times \text{estatura (m)} + 53,53 \times \text{sexo (hombre = 1; mujer = 0)}$.

Todos los coeficientes fueron estadísticamente significativos: intercepto $353,87$ (IC95%: $191,97-515,77$; $p < 0,001$), edad $-0,962$ (IC95%: $-1,566$ a $-0,358$; $p = 0,002$), estatura $177,55$ (IC95%: $76,44-278,66$; $p < 0,001$) y sexo $53,53$ (IC95%: $36,89-70,17$; $p < 0,001$). Los diagnósticos de colinealidad mostraron tolerancia $> 0,66$ y FIV $< 1,50$. No se identificaron casos influyentes (distancia de Cook < 1).

Con base en la desviación estándar residual del modelo final ($RSD = 57,69$), el LIN se establece como: $LIN = \text{valor predicho} - 94,9 \text{ m}$.

Los valores predichos de la DC6M según edad y sexo se presentan en la Tabla 2, con una tendencia consistente de mejor rendimiento en hombres y en individuos más jóvenes.

Tabla 2.

Valores percentilares de la distancia caminada en seis minutos (DC6M) en metros, según sexo y grupo etario.

Rango etario (años)	DC6M									
	Mujeres					Hombres				
	p2,5	p25	p50	p75	p97,5	p2,5	p25	p50	p75	p97,5
20-29	473	523	612	636	695	600	634	684	731	766
30-39	480	573	615	668	713	551	655	675	701	751
40-49	550	560	584	617	675	504	632	670	707	791
50-60	505	555	580	597	653	520	601	645	700	765

Se presentan los percentiles 2,5 (p2,5), 25 (p25), 50 (p50), 75 (p75) y 97,5 (p97,5) para mujeres y hombres entre 20 y 60 años.

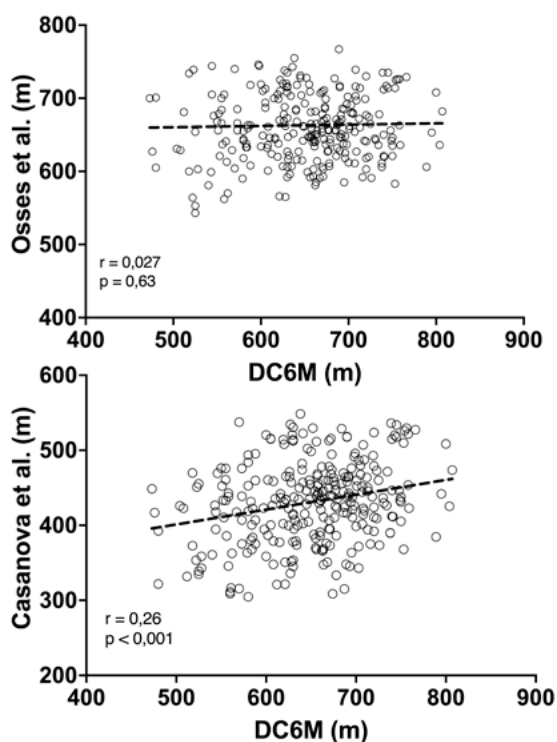
El modelo mostró una confiabilidad baja con la ecuación de Casanova et al.¹³ (CCI = 0,247; IC 95 %: 0,188–0,305) al igual que con Osses et al.,¹¹ cuyo CCI fue cercano a cero (CCI = 0,025; IC 95 %: –0,037–0,087).

La Tabla 2 muestra las distancias predichas estratificadas por sexo y grupo etario, desde el percentil 2,5 hasta el percentil 97,5. En general, los hombres superaron sistemáticamente a las mujeres en todos los grupos etarios y los participantes más jóvenes demostraron mayor capacidad funcional que los mayores. Por ejemplo, la mediana de la PC6M en hombres de 20 a 29 años fue de 684 metros, frente a 612 metros en mujeres del mismo grupo etario.

Para evaluar la validez externa, se comparó el modelo predictivo con ecuaciones de referencia previamente establecidas por Casanova et al.¹³ y Osses et al.¹¹ mediante gráficos de dispersión. Los coeficientes de correlación de Pearson entre las distancias observadas y las predichas por las ecuaciones externas fueron: Casanova et al.: $r = 0,256$; $p < 0,0001$ y Osses et al.: $r = 0,0272$; $p = 0,63$. (Figura 3)

Figura 3.

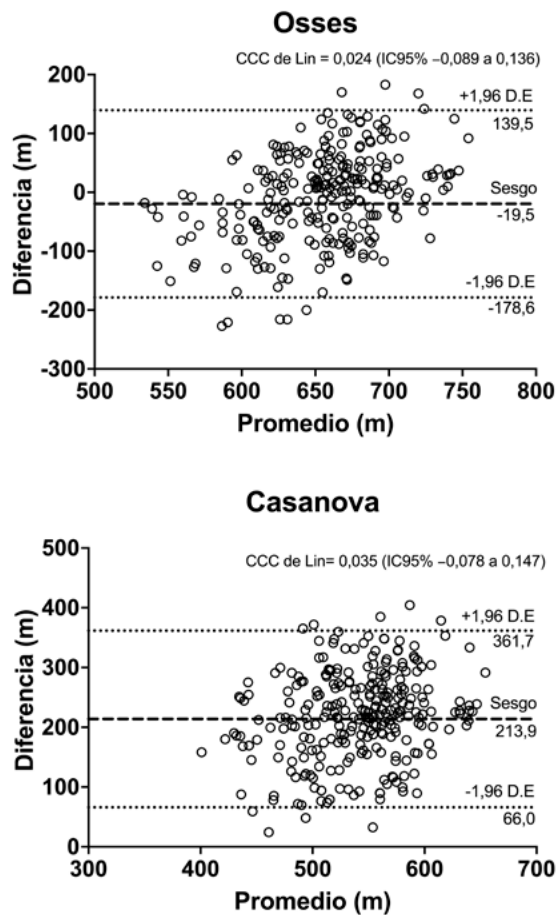
Correlación entre la distancia caminada en seis minutos (DC6M) observada en la muestra y la estimada por dos ecuaciones internacionales: Osses et al.¹¹ y Casanova et al.¹³ Se muestran los coeficientes de correlación de Pearson (r) y los valores de significancia estadística (p).



Adicionalmente, se analizaron los niveles de acuerdo entre los valores observados en nuestra cohorte y los valores esperados según las ecuaciones internacionales, con gráficos de Bland–Altman. Estos análisis evidenciaron un sesgo sistemático variable entre modelos, siendo más bajo con Osses et al. (sesgo = $-19,5$ m; $-178,6$ a $139,5$ m), mientras que con Casanova et al. (sesgo = $213,9$ m; $66,0$ a $361,7$ m) mostró un mayor desplazamiento respecto a los valores medidos. (Figura 4) De manera complementaria, la concordancia absoluta cuantificada mediante el coeficiente de correlación de concordancia de Lin (CCC) fue nula: observado vs Osses: CCC = $0,024$ (IC95% $-0,089$ a $0,136$); observado vs Casanova: CCC = $0,035$ (IC95% $-0,078$ a $0,147$), en coherencia con los hallazgos de Bland–Altman.

Figura 4.

Bland–Altman del acuerdo entre la distancia caminada observada y la estimada por las ecuaciones de Osses (arriba) y Casanova (abajo). La línea discontinua central indica el sesgo; las líneas punteadas, los límites de acuerdo del 95% (media $\pm 1,96$ DE). Se muestra el CCC de Lin como medida complementaria de acuerdo absoluto.



Discusión

Este estudio establece por primera vez valores de referencia y una ecuación predictiva para la PC6M en adultos ecuatorianos sanos entre 20 y 60 años. La mediana de distancia caminada fue de 649 metros, resultado coherente con estudios internacionales que emplearon protocolos similares en población sana.^{9,10,13} Sin embargo, al comparar las predicciones del modelo ecuatoriano con ecuaciones previamente publicadas, se observó baja concordancia, lo que refuerza la necesidad de contar con estándares específicos para cada población.

Un aspecto geográfico clave que justifica la necesidad de valores de referencia locales es la altitud. La evidencia sobre su impacto en la DC6M es heterogénea y depende de la magnitud del gradiente altitudinal. Por ejemplo, Squassoni et al. no encontraron diferencias significativas en el desempeño del PC6M entre pacientes con EPOC moderada a severa evaluados a 760 metros y al nivel del mar, sugiriendo que altitudes moderadas podrían no modificar sustantivamente la capacidad funcional en poblaciones aclimatadas.²⁶ Sin embargo, Caffrey et al. compararon adultos sanos residentes en Lima (150 m) y en Puno (3.825 m), y reportaron una diferencia media de 47,6 metros a favor del grupo a nivel del mar, incluso después de ajustar por variables demográficas y antropométricas.²⁷ Esto indica que, a mayores altitudes, el efecto sobre la oxigenación y la tolerancia al ejercicio se vuelve clínicamente relevante, aún en individuos sanos.

Dado que gran parte de la población ecuatoriana reside por sobre los 2.500 metros sobre el nivel del mar, y que la fisiología del ejercicio puede estar modulada por la exposición crónica a hipoxia leve, establecer valores de referencia específicos resulta indispensable. En este caso, las tres ciudades están entre 2.225–2.850 msnm por lo que la variación de altitud no permite realizar subanálisis de distintas altitudes. En este contexto, el presente estudio proporciona ecuaciones de predicción y límites inferiores de normalidad contextualizados, que reflejan con mayor fidelidad el rendimiento funcional esperado en adultos sanos que viven en ciudades ecuatorianas de altura.

La ecuación obtenida identificó la edad, la estatura y el sexo como predictores independientes de la distancia caminada, lo cual concuerda con diversas investigaciones previas que destacan estas variables como determinantes relevantes del rendimiento final.^{6,8,10} El coeficiente de determinación del modelo ($R^2 = 0,304$) indica que aproximadamente el 30% de la variabilidad de la distancia caminada puede explicarse por estos factores. Este valor es inferior al reportado por Troosters et al. ($R^2 = 0,66$) en adultos mayores belgas,⁷ y levemente menor al valor informado por Enright et al. ($R^2 \approx 0,40$) en adultos estadounidenses.⁶ Sin embargo, supera los R^2 obtenidos por Cazzoletti et al. en una muestra italiana ($R^2 = 0,238$ para mujeres y $R^2 = 0,159$ para hombres).⁸ Estas diferencias pueden atribuirse a variaciones en las características sociodemográficas, antropométricas y funcionales de las poblaciones estudiadas, así como al número y tipo de variables consideradas en cada modelo.

Un aporte metodológico relevante del presente estudio es el cálculo del LIN con base en la desviación estándar residual del modelo. Esta estrategia, recomendada por Culver et al.,²² permite establecer umbrales clínicamente útiles para la detección de desempeño subóptimo. En este caso, el LIN se calculó como el valor predicho menos 94,9 metros, lo cual aporta un criterio cuantitativo que puede ser utilizado en programas de evaluación funcional o cribado en atención primaria. Este enfoque contrasta con el utilizado por Cazzoletti et al., quienes determinaron el LIN restando valores fijos de 122 metros para hombres y 96 metros para mujeres.⁸ Esta diferencia metodológica podría limitar la aplicabilidad de sus umbrales en poblaciones con características distintas.

En cuanto a la comparación con modelos internacionales, los análisis de concordancia mostraron valores de CCI bajos o despreciables. Este hallazgo coincide con estudios previos que advierten sobre las limitaciones de aplicar ecuaciones desarrolladas en otras poblaciones a contextos con diferencias geográficas, étnicas o culturales.^{12,13} Dichas discrepancias pueden atribuirse a factores como las características antropométricas, los niveles habituales de actividad física, la altitud y las condiciones específicas en las que se ejecuta la prueba. De forma complementaria, el CCC confirmó la ausencia de acuerdo absoluto con las ecuaciones externas —en consonancia con los Bland-Altman—, por lo que la interpretación clínica debería basarse en estos valores de referencia propuestos en esta investigación.

Además, al analizar los percentiles por edad y sexo, se observaron diferencias consistentes: los hombres caminaron distancias mayores que las mujeres en todos los grupos etarios, y los adultos jóvenes superaron sistemáticamente a los mayores. Estos patrones son esperables y reflejan los cambios fisiológicos asociados al envejecimiento, así como las diferencias sexuales en

masa muscular, estatura y eficiencia cardiorrespiratoria.²⁸⁻³⁰ La inclusión de estos datos estratificados representa un insumo valioso para la evaluación individualizada en contextos clínicos o de investigación.

Limitaciones

Este estudio presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, no se recolectaron variables relacionadas con el nivel de actividad física habitual, que podrían haber mejorado el poder explicativo del modelo. Asimismo, la muestra incluyó un mayor número de hombres que de mujeres (64% vs. 36%), lo que podría influir en la representatividad de los valores de referencia. Por otro lado, si bien el reclutamiento incluyó participantes de distintas regiones del país, no se estratificaron los resultados según la altitud de residencia. Dado que las ciudades involucradas (Quito, Riobamba e Ibarra) presentan diferencias altitudinales que oscilan entre los 2.225–2.850 msnm, esta variabilidad podría haber influido en el rendimiento funcional observado. La exposición crónica a diferentes niveles de hipoxia leve puede modular respuestas fisiológicas al ejercicio, incluyendo adaptaciones ventilatorias, hematológicas y musculares que influyen en la capacidad funcional. Estos efectos han sido descritos incluso en condiciones de hipoxia pasiva prolongada, como las que ocurren naturalmente en ciudades situadas a gran altitud, similares a las incluidas en este estudio.³¹ Futuras investigaciones deberían considerar el análisis estratificado por altitud como un factor potencialmente relevante. Además, se observó un bajo porcentaje de sujetos en los grupos etarios de mayor edad, lo que podría limitar la precisión de la ecuación predictiva en ese segmento poblacional.

Si bien el tamaño muestral total cumplió con los criterios de estimación poblacional, se reconoce como limitación que no se alcanzaron al menos 150 participantes por sexo, tal como se ha recomendado en estudios metodológicos de referencia respiratoria como los del *Global Lung Function Initiative* (GLI),³² y esto podría influir en la estabilidad de las ecuaciones predictivas.

Otra limitación es que no se registraron datos sobre la condición tabáquica, como la proporción de fumadores o el índice tabáquico, que podrían haber aportado información relevante, dado que incluso niveles bajos de consumo de tabaco pueden afectar la capacidad funcional en sujetos asintomáticos.³³

Otra limitación de este estudio es que no se realizó una segunda prueba de la PC6M para controlar el posible efecto de aprendizaje entre intentos sucesivos. La cohorte más grande en pacientes con EPOC establece la diferencia en 27 metros entre el primer y segundo intento,³⁴ lo cual podría influir en la precisión de las ecuaciones predictivas. Sin embargo, este efecto no afecta de forma significativa los resultados cuando se utilizan con fines predictivos o descriptivos en poblaciones sanas⁸ aunque, en sujetos que realizan la prueba por primera vez, el efecto de aprendizaje podría ser más evidente. Además, se replicaron las condiciones habitualmente disponibles en contextos clínicos ecuatorianos. Si bien las guías ATS/ERS recomiendan realizar al menos dos intentos para minimizar el efecto de aprendizaje,¹ en la práctica clínica y en varios estudios de ecuaciones de referencia se ha utilizado un único test,^{6,8,35-37} lo que refleja limitaciones logísticas y probablemente de recursos humanos. De todas maneras, existen estudios de valores de referencia disponibles en los cuales solo se realiza una medición^{6,8,35,36} y en pacientes pos-COVID-19 la diferencia entre el 1ro y 2do test fue solo de 1 metro.³⁸ De forma similar, en insuficiencia cardíaca estable se han descrito diferencias promedio de apenas 12–13 m entre pruebas sucesivas, sin relevancia clínica.^{39,40} Estos hallazgos sugieren que, en determinadas poblaciones, el efecto de aprendizaje puede ser limitado; no obstante, se requiere evaluar en futuros estudios si esta estabilidad se mantiene en adultos sanos de diferentes contextos.

Conclusión

Este estudio establece valores de referencia específicos y una ecuación predictiva para la prueba de caminata de seis minutos en adultos ecuatorianos sanos entre 20 y 60 años. La edad, la

estatura y el sexo fueron identificados como predictores independientes del rendimiento funcional, reflejado en la distancia caminada. La comparación con modelos internacionales evidenció baja concordancia, lo que refuerza la necesidad de contar con ecuaciones locales adaptadas a las características fisiológicas y geográficas de la población, especialmente en contextos de ciudades en grandes alturas. Futuros estudios deberían incorporar el nivel de actividad física habitual y considerar el análisis estratificado por diferentes altitudes, dada su posible influencia sobre la capacidad funcional.

Financiamiento: los autores declaran que el trabajo no tuvo financiamiento.

Conflictos de interés: los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con el tema de esta publicación.

Declaración de cumplimiento ético: el protocolo fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Central del Ecuador [30-01-2019]. Todos los participantes firmaron un consentimiento informado previo a su inclusión en el estudio.

Contribuciones de los autores: conceptualización y diseño del estudio: MBN, WDA, SC, RTC, MOY. Recolección de datos: MBN, WDA. Análisis e interpretación de datos: MOY, RTC. Redacción del manuscrito original: MOY, MBN. Revisión crítica del manuscrito y aprobación final: Todos los autores. Supervisión: RTC, MOY.

El Editor en Jefe, Dr. Carlos Luna, realizó el seguimiento del proceso de revisión y aprobó este artículo.

Referencias

1. Holland AE, Spruit MA, Troosters T, Puhan MA, Pepin V, Saey D et al. An official European Respiratory Society/American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease. *Eur Respir J* 2014;44(6):1428-46. <https://doi.org/10.1183/09031936.00150314>
2. Vecchi E, Kilbey T, Sheth M, Stride E, Handa A. The 6 Minute Walk Test as a predictor of mortality in idiopathic pulmonary fibrosis: A systematic review. *Respir Investig* 2025;63(3):334-41. <https://doi.org/10.1016/j.resinv.2025.03.005>
3. Alahdab MT, Mansour IN, Napan S, Stamos TD. Six Minute Walk Test Predicts Long-Term All-Cause Mortality and Heart Failure Rehospitalization in African-American Patients Hospitalized with Acute Decompensated Heart Failure. *J Card Fail* 2009;15(2):130-5. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2008.10.006>
4. Swathi Karanth M. Six Minute Walk Test: A Tool for Predicting Mortality in Chronic Pulmonary Diseases. *J Clin Diagn Res* 2017; <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/24707.9723>
5. Yazdanyar A, Aziz MM, Enright PL, Edmundowicz D, Boudreau R, Sutton-Tyrell K et al. Association Between 6-Minute Walk Test and All-Cause Mortality, Coronary Heart Disease-Specific Mortality, and Incident Coronary Heart Disease. *J Aging Health* 2014;26(4):583-99. <https://doi.org/10.1177/0898264314525665>
6. Enright PL, Sherrill DL. Reference Equations for the Six-Minute Walk in Healthy Adults. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;158(5):1384-7. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.158.5.9710086>
7. Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Six minute walking distance in healthy elderly subjects. *Eur Respir J* 1999;14(2):270-4. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3003.1999.14b06.x>
8. Cazzoletti L, Zanolin ME, Dorelli G, Ferrari P, Dalle Carbonare LG, Crisafulli E et al. Six-minute walk distance in healthy subjects: reference standards from a general population sample. *Respir Res* 2022;23(1):83. <https://doi.org/10.1186/s12931-022-02003-y>
9. Zou H, Zhu X, Zhang J, Wang Y, Wu X, Liu F et al. Reference equations for the six-minute walk distance in the healthy Chinese population aged 18–59 years. *PLOS ONE* 2017;12(9):e0184669. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184669>
10. Brito RR, Probst VS, Andrade AFDD, Samora GAR, Hernandez NA, Marinho PEM et al. Reference equations for the six-minute walk distance based on a Brazilian multicenter study. *Braz J Phys Ther* 2013;17(6):556-63. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552012005000122>
11. Osses AR, Yáñez VJ, Barria PP, Palacios MS, Dreyer DJ, Díaz PO et al. Prueba de caminata en seis minutos en sujetos chilenos sanos de 20 a 80 años. *Rev Médica Chile* 2010;138(9). <https://doi.org/10.4067/S0034-98872010000900006>
12. Wilches-Luna EC, Rosero-Carvajal HE, Arias-Balanta AJ, Quintero-Medina DM, Hernández-Carrillo M, Betancourt-Peña J. Reference Equations for the Six-Minute Walk Test in Healthy Adults in Southwestern Colombia: a Cross-Sectional Study. *Respir Investig* 2025;7(2):1-13. <https://doi.org/10.46634/riics.362>
13. 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(1):150-6. <https://doi.org/10.1183/09031936.00194909>
14. Dávila-Oña S, Morales-Satan M, Torres-Castro R, Hidrovo-Moreno C, Otto-Yáñez M, Caicedo-Trujillo S et al. Functional capacity assessment through five-repetition sit-to-stand test: Reference values for people living at high-altitude. *Medwave* 2025;25(04):e3059-e3059. <https://doi.org/10.5867/medwave.2025.04.3059>
15. Gimeno-Santos E, Vilaró J, Arbillaga-Etxarri A, Herrero-Cortina B, Ramon MA, Corberó AB et al. Development and Comparison of Reference Equations for the Six-Minute Walk Test in Spanish Healthy Adults Aged 45–85 Years. *Arch Bronconeumol* 2025;S0300289625000262. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2025.01.005>
16. Gupta R, Baughman RP, Nathan SD, Wells AU, Kouranos V, Alhamad EH et al. The six-minute walk test in sarcoidosis associated pulmonary hypertension: Results from an international registry. *Respir Med* 2022;196:106801. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2022.106801>
17. Humbert M, Kovacs G, Hoepfer MM, Badagliacca R, Berger RMF, Brida M et al. 2022 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. *Eur Heart J* 2022;43(38):3618-731. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac237>
18. Zanini U, Ding J, Luppi F, Kaur K, Anzani N, Franco G et al. Percent Predicted vs. Absolute Six-Minute Walk Distance as Predictors of Lung Transplant-Free Survival in Fibrosing Interstitial Lung Diseases. *Lung* 2024;202(6):793-800. <https://doi.org/10.1007/s00408-024-01000-0>

- org/10.1007/s00408-024-00748-5
19. Von-Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *The Lancet* 2007;370(9596):1453-7. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61602-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61602-X)
 20. Royal College of Physicians. Research on healthy volunteers: a report of the Royal College of Physicians. *J R Coll Physicians Lond* 1986;20(4):3-17.
 21. Johnson MJ, Close L, Gillon SC, Molassiotis A, Lee PH, Farquhar MC. Use of the modified Borg scale and numerical rating scale to measure chronic breathlessness: a pooled data analysis. *Eur Respir J* 2016;47(6):1861-4. <https://doi.org/10.1183/13993003.02089-2015>
 22. Culver BH. How Should the Lower Limit of the Normal Range Be Defined? *Respir Care* 2012;57(1):136-45. <https://doi.org/10.4187/respcare.01427>
 23. Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med* 2016;15(2):155-63. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
 24. McGraw KO, Wong SP. Forming inferences about some intraclass correlation coefficients. *Psychol Methods* 1996;1(1):30-46. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.1.1.30>
 25. JASP Team. JASP (Version 0.18.3)[Computer software] 2025. Disponible en: <https://jasp-stats.org/>
 26. Squassoni SD, Machado NC, Lapa MS, Cordoni PK, Bortolassi LC, Oliveira JND et al. Comparison between the 6-minute walk tests performed in patients with chronic obstructive pulmonary disease at different altitudes. *Einstein São Paulo* 2014;12(4):447-51. <https://doi.org/10.1590/S1679-45082014AO3139>
 27. 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. *Extreme Physiol Med* 2014;3(1):3. <https://doi.org/10.1186/2046-7648-3-3>
 28. Dodds RM, Syddall HE, Cooper R, Benzeval M, Deary IJ, Dennison EM et al. Grip Strength across the Life Course: Normative Data from Twelve British Studies. *PLoS ONE*. 2014;9(12):e113637. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113637>
 29. Benck LR, Cuttica MJ, Colangelo LA, Sidney S, Dransfield MT, Mannino DM et al. Association between Cardiorespiratory Fitness and Lung Health from Young Adulthood to Middle Age. *Am J Respir Crit Care Med* 2017;195(9):1236-43. <https://doi.org/10.1164/rccm.201610-2089OC>
 30. Goldspink G. Age-Related Loss of Muscle Mass and Strength. *J Aging Res* 2012;2012:1-11. <https://doi.org/10.1155/2012/158279>
 31. Chacaroun S, Borowik A, Morrison SA, Baillieu S, Flore P, Doutreleau S et al. Physiological Responses to Two Hypoxic Conditioning Strategies in Healthy Subjects. *Front Physiol* 2017;7. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00675>
 32. Quanjer PH, Stocks J, Cole TJ, Hall GL, Stanojevic S. Influence of secular trends and sample size on reference equations for lung function tests. *Eur Respir J* 2011;37(3):658-64. <https://doi.org/10.1183/09031936.00110010>
 33. Becklake MR. Concepts of normality applied to the measurement of lung function. *Am J Med* 1986;80(6):1158-64. [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(86\)90678-9](https://doi.org/10.1016/0002-9343(86)90678-9)
 34. Hernandez NA, Wouters EFM, Meijer K, Annegarn J, Pitta F, Spruit MA. Reproducibility of 6-minute walking test in patients with COPD. *Eur Respir J* 2011;38(2):261-7. <https://doi.org/10.1183/09031936.00142010>
 35. 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 Médica Chile* 2012;140(8):1014-21. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872012000800007>
 36. Gutierrez-Arias R, Carrasco-Fuentes C, Fariás-Pavez J, Escobar-Cabello M. Ecuación de referencia para la prueba de caminata de seis minutos en niños chilenos sanos: un análisis secundario. *Retos* 2025;70:75-84. <https://doi.org/10.47197/retos.v70.114154>
 37. Singh SJ, Puhan MA, Andrianopoulos V, Hernandez NA, Mitchell KE, Hill CJ et al. An official systematic review of the European Respiratory Society/American Thoracic Society: measurement properties of field walking tests in chronic respiratory disease. *Eur Respir J* 2014;44(6):1447-78. <https://doi.org/10.1183/09031936.00150414>
 38. Volckaerts T, Quadflieg K, Burtin C, De Soomer K, Oostveen E, Roelant E et al. Evaluation of the learning effect on the 6-min walk distance in adults with long COVID. *ERJ Open Res* 2024;10(2):00708-2023. <https://doi.org/10.1183/23120541.00708-2023>
 39. Cheetham C, Taylor R, Burke V, O'Driscoll G, Green DJ. The 6-Minute Walk Test Does Not Reliably Detect Changes in Functional Capacity of Patients Awaiting Cardiac Transplantation. *J Heart Lung Transplant* 2005;24(7):848-53. <https://doi.org/10.1016/j.healun.2004.05.012>
 40. Ingle L, Cleland JG, Clark AL. The relation between repeated 6-minute walk test performance and outcome in patients with chronic heart failure. *Ann Phys Rehabil Med* 2014;57(4):244-53. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2014.03.004>