



Original/*Valoración nutricional*

## Modelo para la estimación de la talla de pie en adultos mexicanos de 20-59 años basado en la longitud rodilla-talón

Herminia Mendivil Alvarado, Rosa Consuelo Villegas Valle, Rolando Giovanni Díaz Zavala, Lesley E. Antunez Roman y Mauro E. Valencia

*Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora. México.*

### Resumen

Actualmente las distancias óseas se utilizan para predecir la talla en adultos que no pueden tener una adecuada bipedestación o no cumplen con la posición adecuada para la obtención de la talla. Existen algoritmos para la estimación de la talla basados en la longitud rodilla-talón, diseñados para poblaciones específicas; sin embargo, existen poblaciones que aún no cuentan con esta herramienta, por lo que se usan ecuaciones ya existentes, que no necesariamente reflejan los factores genético-ambientales para la población de interés. El objetivo de este estudio fue desarrollar y validar modelos predictivos para la talla de pie en adultos mexicanos, con antropómetro de diseño propio y cinta métrica. Se midieron 240 adultos de 20 a 59 años, de ambos sexos, sin problemas aparentes en la columna vertebral. Se midió el peso, la talla de pie y la longitud rodilla-talón. Se desarrolló un modelo predictivo para cada instrumento de medición. La selección de modelos y el desarrollo de las ecuaciones se llevó a cabo mediante los métodos de "Todas las Regresiones Posibles" y "Regresión Múltiple". Se obtuvieron dos algoritmos que no mostraron diferencias significativas entre la talla medida y estimada tras un proceso de validación cruzada. Las  $R^2$  para los modelos fueron de 0,93 y 0,92, con un error estándar del estimador (EE) de 2,30 y 2,40 cm, para el antropómetro y la cinta respectivamente. Ambos métodos resultaron aceptables en términos de concordancia, exactitud y precisión. A tallas extremas (altas o bajas), ambos modelos presentaron sesgo, lo cual debe considerarse al aplicar estos algoritmos.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2855-2861)

DOI:10.3305/nh.2015.32.6.9850

Palabras clave: *Estimación de talla. Longitud rodilla-talón. Antropómetro de diseño propio. Cinta métrica.*

### MODEL FOR ESTIMATING STANDING HEIGHT IN MEXICAN ADULTS FOR 20-59 YEARS, BASED ON KNEE LENGTH

#### Abstract

Currently, bone distances are used to predict standing height in adults that might not be able to achieve a correct standing position. Knee length based algorithms for estimating standing height have been proposed and designed for specific populations. However, equations for other populations may not necessarily reflect environmental and genetic factors for the group of interest. The aim of this study was to develop and validate predictive models for standing height in Mexican adults. For this purpose, 240 male and female adults aged 20 to 59 years, with no apparent spine problems were measured. We measured weight, height and knee length, using an anthropometer of our own design and a glass fiber metric measuring tape. A predictive model for each measuring instrument was developed. Model selection and development of equations were carried out by "all possible regressions and multiple regression" procedures. The predictive models for standing height by the anthropometer and by the measuring tape did not show significant differences between measured and estimated height. The  $R^2$  for the two models were 0.93 and 0.92, with a standard error of the estimator (EE) of 2.30 and 2.40 cm, for the anthropometer and the measuring tape, respectively. Both methods were acceptable in terms of concordance, accuracy and precision; however, at very high and low predicted height values, both models showed significant bias, which should be considered when applying these algorithms in different populations.

(*Nutr Hosp.* 2015;32:2855-2861)

DOI:10.3305/nh.2015.32.6.9850

Key words: *Height estimation. Knee length. Anthropometer. Metric tape.*

**Correspondencia:** Mauro E. Valencia.  
Departamento de Ciencias Químico-Biológicas.  
Universidad de Sonora.  
Blvd. Luis Donaldo Colosio y Reforma C.P.83000.  
Hermosillo, Sonora. México.  
E-mail: mauro@ciad.mx

Recibido: 6-IX-2015.

Aceptado: 9-X-2015.

## Abreviaturas

LRTa: Longitud rodilla-talón medida con antropómetro de diseño propio. Resultados. *Tabla I.*

LRTc: Longitud rodilla-talón medida con cinta métrica. Resultados. *Tabla I.*

EE: Error Estándar del Estimador o raíz cuadrada del cuadrado medio del error. Resultados. *Tabla III.*

Cp: Coeficiente de Mallow. Métodos estadísticos. *Párrafo 3.*

CN: Número de condicionamiento. Métodos estadísticos. *Párrafo 2.*

VIF: Factor de Inflación de la varianza. Métodos estadísticos. *Párrafo 2.*

## Introducción

La talla es uno de los parámetros más importantes en la evaluación del estado de nutrición desde la infancia hasta la tercera edad. Sin embargo, puede verse afectada por morbilidades como la osteoporosis, la amputación de miembros inferiores o por procesos naturales del envejecimiento, que se ven reflejados en disminución de la estatura. La disminución de la estatura comienza a darse a partir de los 30 años y se ha documentado que pueden presentarse pérdidas de 1 cm por década<sup>1,2</sup>.

Con base en el principio de que los huesos largos no sufren cambios importantes con el proceso de envejecimiento, se ha utilizado la longitud rodilla-talón como predictor de la talla<sup>3,4</sup>. Hay estudios que demuestran que la medición de esta longitud, suele ser el mejor predictor del valor real de la estatura comparado con otros segmentos óseos<sup>3, 5, 6, 7</sup>.

Existen algoritmos para la estimación de la talla basados en diferentes longitudes óseas, sin embargo la longitud rodilla talón ha resultado la más conveniente para los modelos predictivos de talla. Se han desarrollado ecuaciones de predicción para ciertas poblaciones<sup>8,9,10</sup>; no obstante, en aquellas poblaciones para las cuales no se cuenta con esta herramienta, se utilizan ecuaciones previamente publicadas. Estos algoritmos no necesariamente reflejan los factores genético-ambientales para las poblaciones de interés<sup>11,12,13,14</sup>. El desarrollo de modelos específicos para cada población puede ser de gran utilidad en el ámbito de la salud pública como en el clínico, especialmente en los hospitales<sup>5,15,16</sup>.

Aunado a la importancia de contar con ecuaciones para cada población, es importante, considerar los instrumentos de medición. El uso de la longitud rodilla-talón para predecir la talla se ha validado con antropómetros de muy buen nivel de exactitud, pero costosos, cuyo acceso puede resultar difícil fuera del ámbito de investigación. Ante esto, en diversas aplicaciones se ha explorado la técnica de medir la longitud rodilla-talón con una cinta métrica<sup>17,18,19</sup>. Por otra parte, se han utilizado herramientas de medición como reglas

y escuadras, como alternativas para realizar la medición de esta longitud ósea<sup>20</sup>.

Por lo anterior el propósito de este trabajo fue el desarrollo y validación de modelos predictivos para la talla de pie en adultos para este tipo de población, utilizando cinta métrica y un antropómetro de diseño propio.

## Metodología

### Sujetos

El estudio incluyó individuos que acudieron a un Hospital General de la ciudad de Hermosillo en el Estado de Sonora, México, así como participantes invitados de la población general. La muestra fue de 240 personas de ambos sexos con edades entre los 20 y 59 años de edad, de residencia local o regional. El muestreo se hizo por cuotas, para asegurar una distribución equitativa de sexo y edad (grupos de 20-29, 30-39, 40-49 y 50-59 años). Personas con imposibilidad o dificultad para la bipedestación, deformaciones en la columna y/o extremidades inferiores referidas por el participante o su médico; amputaciones de cualquier extremidad que impidieran la adecuada posición para la obtención de las mediciones, así como diagnósticos previos de osteoporosis u osteopenia, fueron excluidos del estudio.

Todos los participantes firmaron el formato de consentimiento informado. El estudio fue aprobado por el Comité de Bioética del Departamento de Medicina y Ciencias de la Salud de la Universidad de Sonora, México.

### Mediciones Antropométricas

Para la medición del peso y la talla de pie se siguieron protocolos estandarizados. La longitud rodilla-talón se midió en la pierna izquierda del participante; se colocó al voluntario en posición supina, posicionando la rodilla y el talón en un ángulo de 90° para tomar la medición. Los instrumentos que se utilizaron para la medición de dicho segmento óseo fueron un antropómetro de diseño propio y una cinta métrica.

En el caso de la cinta métrica se utilizó el protocolo descrito por Hernández R. y Herrera H. (2010)<sup>19</sup>. En este método el voluntario se coloca en posición de decúbito dorsal, las piernas extendidas y los pies formando un ángulo de 90° con relación a la pierna y las puntas de los dedos orientadas hacia arriba. El extremo inicial de la cinta métrica se ubica a la altura del epicondilo externo del fémur teniendo como referencia 5 cm aproximadamente por detrás del borde superior de la rótula. La cinta debe descender y pasar sobre el maléolo externo, permaneciendo paralela a lo largo de la tibia hasta llegar al borde inferior del pie, lugar donde se procede a realizar la lectura, en centímetros.

Finalmente se verifica la posición correcta de la cinta y se procede a hacer la lectura; tomando en cuenta las consideraciones técnicas que los autores mencionan.

### *Manufactura y validación del antropómetro de diseño propio*

El antropómetro propio consiste en una pieza principal de plástico de forma recta con un extremo en forma de escuadra. Consta de 3 piezas; la pieza principal cuenta con una regla metálica graduada en centímetros y milímetros a la cual se le ajustan las otras dos piezas adicionales, formando con esto una sola pieza. El instrumento tiene la suficiente movilidad para ajustarse a la toma de la medición.

**Validación.** La validación del antropómetro de diseño propio se llevó a cabo utilizando un antropómetro Holtain como referencia (*Holtain Ltd. London, Reino Unido*). Para este propósito se midieron 50 sujetos de ambos sexos con la técnica descrita anteriormente. Se compararon las mediciones hechas con el antropómetro de referencia Holtain con las del antropómetro de diseño propio.

### *Métodos estadísticos*

La validación del antropómetro de diseño propio se realizó mediante una prueba de t de Student, pareada ( $p > 0.05$ ). El proceso de validación cruzada se desarrolló tomando los 240 individuos, donde se realizó una partición aleatoria de la muestra total acotada por sexo. Cada mitad se asignó a uno de dos grupos; el primero para el desarrollo de la ecuación ( $n = 120$ ), y el segundo para la validación de la misma.

La selección de modelos y el desarrollo de las ecuaciones se llevaron a cabo mediante el método de Todas las Regresiones Posibles y Regresión Múltiple. Previo al desarrollo de los algoritmos, se verificó la normalidad de la distribución de cada variable. El coeficiente de Mallow,  $C_p^{21}$ , se utilizó como índice del número apropiado de variables independientes para el modelo. Los modelos seleccionados corresponden a los valores máximos de  $R^2$  y mínimos en el error estándar del estimador o raíz cuadrada del cuadrado medio del error (EE). Para verificar la ausencia de colinealidad, se utilizaron el factor de inflación de la varianza ( $VIF < 10$ ) y el número de condicionamiento ( $CN > 30$ )<sup>22</sup>.

Posteriormente, los modelos seleccionados se aplicaron en el grupo de validación para calcular la talla de pie, y se compararon con los valores medidos de talla de pie. Finalmente se realizaron los análisis de Concordancia, exactitud, precisión y sesgo, mediante el análisis de Bland Altman<sup>23</sup>.

Los datos se analizaron usando el programa estadístico NCSS 2008 (Number Cruncher Statistical System for Windows, Kaysville, UT, EUA).

## **Resultados**

### *Validación del Antropómetro de Diseño Propio*

Inicialmente se analizaron 50 datos para la validación del antropómetro de diseño propio. El análisis descriptivo se muestra en la tabla I. Al compararse la longitud rodilla talón medida en 50 sujetos, la diferencia con respecto al antropómetro de referencia Holtain fue de +0.06 cm ( $p > 0.05$ ). Por lo que el instrumento de diseño propio fue utilizado para todas las mediciones del estudio.

### *Desarrollo del Modelo de Predicción de Talla*

Las características de los 240 sujetos pertenecientes a la población de estudio, se muestran en la tabla II. Las medias y desviaciones estándar para el peso, talla, longitud rodilla-talón (medido con antropómetro y cinta métrica), no fueron diferentes entre grupos.

Las ecuaciones desarrolladas para cada instrumento de medición, incluyeron las mismas variables las cuales fueron significativas al aplicar el modelo de todas las regresiones posibles; sin embargo el algoritmo diseñado para el antropómetro de diseño propio, excluyó a la edad como variable predictora, incluyendo solamente a la longitud rodilla-talón y el sexo como predictoras de la talla de pie (Tabla III).

Con base en lo anterior, las ecuaciones finales desarrolladas para cada instrumento de medición, fueron los modelos con menor EE y sin colinealidad (VIF), las cuales se muestran en la tabla IV.

Los promedios de la talla estimada por cada uno de los instrumentos en particular, no fueron estadísticamente distintos de la talla medida de pie (Tabla V). Por otra parte el análisis Bland Altman (Fig. 1a) se utilizó para analizar la discrepancia entre la talla estimada por el antropómetro de diseño propio o por la cinta métrica, versus la talla de pie medida. Las pendientes dadas por la relación de la media de

**Tabla I**  
*Características físicas y antropométricas de la muestra piloto (ambos sexos)*

	<i>Media ± DE [min, max] n = 50</i>
Peso, Kg	69 ± 14.4 [45–107]
Talla de pie, cm	168 ± 8.26 [147–181]
LRT Antrop*, cm	52.2 <sup>a</sup> ± 2.91 [46–57]
LRT Holtain**, cm	52.1 <sup>a</sup> ± 2.92 [47–57]

Media ± Desviación estándar [Intervalo: mínimo, máximo]. \*Longitud rodilla-talón medida con antropómetro de diseño propio, unidad centímetros. \*\*Longitud rodilla-talón medida con Antropómetro Holtain, unidad centímetros. Las medias con igual superescrito son iguales entre sí ( $p > 0.05$ )

**Tabla II**  
*Características físicas y antropométricas de los participantes de ambos grupos.*

	Grupo		p
	Desarrollo de ecuación (n = 120) Media ± DE [min, max]	Validación de ecuación (n = 120) Media ± DE [min, max]	
Peso, kg	76.5 ± 14.3 [50.3, 115]	75.5 ± 14.6 [45.4, 115.8]	0.054
Talla de pie, cm	167.2 ± 9.4 [144, 189.4]	165.7 ± 8.7 [142.6, 183.9]	0.256
LRT Antrop*, cm	51.8 ± 3.4 [42.5, 59.9]	51.3 ± 3.39 [43.5, 58.4]	0.190
LRT Cinta**, cm	47.7 ± 3.4 [38, 55.5]	47.2 ± 3.24 [40.2, 54.4]	0.108

Media ± Desviación estándar [Intervalo: mínimo, máximo]. \*Longitud rodilla-talón medida con antropómetro de diseño propio, unidad centímetros. \*\*Longitud rodilla-talón medida con cinta métrica, unidad centímetros.

**Tabla III**  
*Componentes de las ecuaciones de regresión de los modelos seleccionados*

Instrumento de medición	Cp	Variables independientes	Coefficiente β	p	R <sup>2</sup>	EE
Antropómetro	3.13	LRTa	2.2398	0.0000	0.93	2.30
		Sexo	2.0699	0.0006		
		LRTc	2.1695	0.0000		
Cinta métrica	4.0	Edad	-0.0798	0.0001	0.92	2.40
		Sexo	2.6168	0.0001		

EE=Error Estándar del Estimador o raíz cuadrada del cuadrado medio del error. LRTa=Longitud rodilla-talón medida con Antropómetro. LRTc=Longitud rodilla-talón medida con cinta métrica. Cp, coeficiente de Mallow correspondiente al modelo presentado.

**Tabla IV**  
*Ecuaciones finales de predicción de talla para ambos sexos*

n	Instrumento de medición	Ecuación desarrollada	R <sup>2</sup>	EE
112	Antropómetro de Diseño Propio	Talla (cm) = 49.7857 + (2.2398 x LRTa) + (2.0699 x S)	0.93	2.30
111	Cinta Métrica	Talla (cm) = 65.4547 + (2.1695 x LRTc) - (0.0798 x Edad) + (2.6168 x S)	0.92	2.40

LRTa: Longitud rodilla-talón medida con antropómetro de diseño propio. LRTc: Longitud rodilla-talón medida con cinta métrica. S: Sexo (0, mujer y 1, hombre). EE: Error Estándar del Estimador (cm) o raíz Cuadrada del cuadrado medio del error.

**Tabla V**  
*Talla real y estimada con Antropómetro de diseño propio y cinta métrica*

Talla medida (cm) Media ± DE	Talla estimada (cm) Media ± DE	Grado de concordancia	R <sup>2</sup>	EE
166.5 ± 9.10*	Ecuación A <sup>1</sup>	166.5 ± 8.43*	Moderada	0.93
	Ecuación B <sup>2</sup>	166.5 ± 8.26*	Moderada	0.92

<sup>1</sup>Talla estimada con ecuación desarrollada para antropómetro de diseño propio. <sup>2</sup>Talla estimada con ecuación desarrollada para cinta métrica. \*Los datos con mismo súper-escrito, no son distintos entre sí (p > 0.05).

las tallas por ambos métodos (medida y estimada) con respecto a la diferencia entre ellas, mostró una relación inversa significativa. Esto indica que en ambos instrumentos y con las técnicas utilizadas, a valores muy bajos de talla tanto el antropómetro de diseño propio como la cinta métrica, tienden a sobre-estimar la talla real y a valores muy altos, a subestimarla.

Así mismo, la exactitud individual de las ecuaciones se calculó a partir de los modelo de regresión simple entre la talla medida y la talla estimada por el antropómetro de diseño propio (Fig. 1b, Ecuación A) y por la cinta métrica (Fig. 1b, ecuación B). Para ambos casos no hubo diferencia con la línea de identidad. Los interceptos no fueron diferentes a cero, ni la pendiente fue diferente de 1.0.

Finalmente los modelos desarrollados presentaron una concordancia moderada (Tabla III), según el coeficiente de correlación de concordancia de Lin<sup>24</sup>, con valores de 0.93 y 0.92 para las ecuaciones de antropómetro de diseño propio y cinta métrica, respectivamente.

## Discusión

El uso de modelos predictivos de talla de pie en adultos se ha explorado con anterioridad, y diversos autores han trabajado con diferentes longitudes

óseas como la brazada y la longitud rodilla-talón. Sin embargo, esta última es la que mejor se asocia con la estimación de la talla de pie en adultos, ya que al ser un hueso largo, no sufre modificaciones con los cambios propios de la edad<sup>25</sup>. Este segmento se ha utilizado con anterioridad por diferentes autores como una alternativa en sujetos en los cuales se obstaculiza la obtención de la talla de pie. En el presente trabajo se desarrollaron ecuaciones de predicción de talla basados en esta longitud ósea y se obtuvieron modelos predictivos para diferentes instrumentos de medición, antropómetro de diseño propio y cinta métrica.

En cuanto al análisis de precisión y exactitud de las ecuaciones generadas, se observó que ambas ecuaciones tienden a sobreestimar en tallas bajas y a subestimar en tallas altas. Sin embargo diversos autores mencionan que una diferencia de 5-7 cm en la estimación de la talla, representa una variación de 4 a 5 Kg, en la predicción de peso, lo cual es aceptable dentro de la evaluación nutricional en adultos, así como para la determinación de los parámetros del ventilador y para fines farmacológicos<sup>5,26</sup>. Por otra parte se menciona que errores de 7 cm o más, pueden afectar en situaciones clínicas, con la sobreestimación de la talla<sup>12</sup>. El error estándar del estimador, de las ecuaciones aquí descritas, resultaron ser más bajas en comparación con el de otros algoritmos reportados en la literatura<sup>9,10,11,18</sup>.

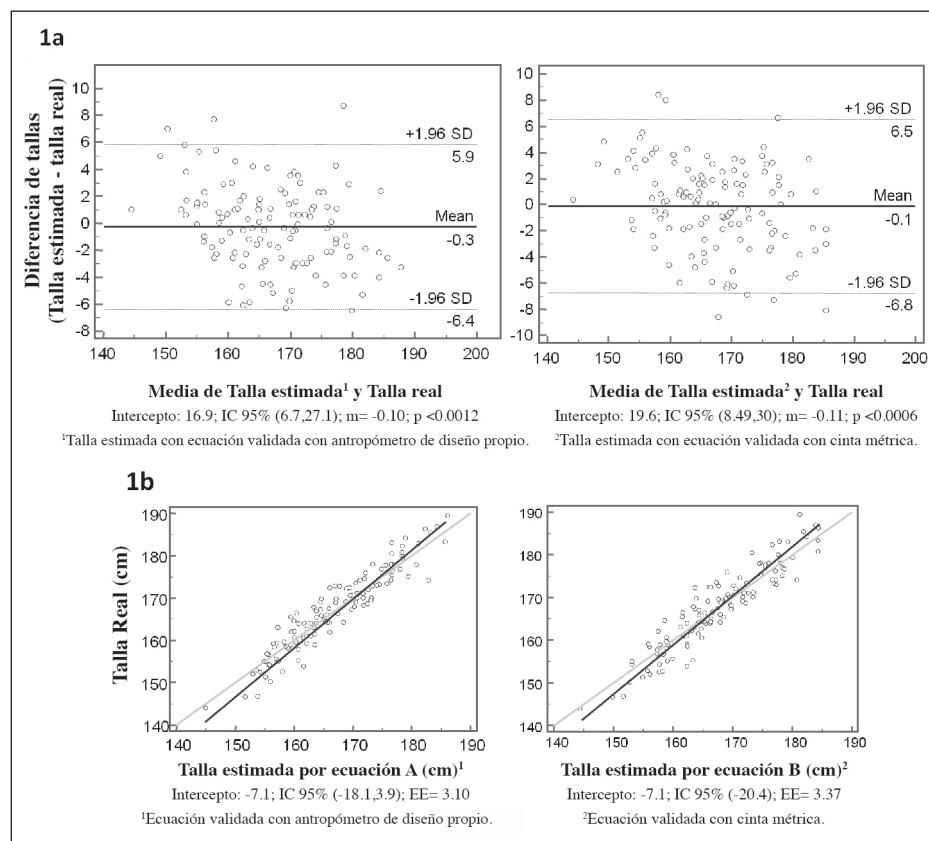


Fig. 1.—Análisis de exactitud y precisión de cada ecuación generada.

Los modelos de estimación de talla desarrollados en este trabajo, se compararon con algoritmos previamente publicados y que actualmente se utilizan para predecir la talla en adultos. La ecuación generada para el antropómetro de diseño propio se comparó con el algoritmo de Chumlea y col.<sup>10</sup>, el cual se desarrolló para población norteamericana de 18 a 60 años de edad. En el caso de la cinta métrica, el algoritmo generado se comparó con la ecuación desarrollada por Guzmán y colaboradores<sup>18</sup>. En ambos casos, nuestros algoritmos presentaron valores de R<sup>2</sup> más altos y EE más bajos que los reportados. En comparación con las ecuaciones publicadas<sup>10,18</sup>.

Las medias de talla estimada por cada una de las ecuaciones publicadas y las del presente estudio resultaron muy similares entre sí. Sin embargo, a pesar de las similitudes en las medias de talla estimada, los modelos matemáticos generados en este trabajo siguen teniendo un valor de R<sup>2</sup> más alto y menor EE en ambos métodos de medición, con lo cual mejoran la predictibilidad de la talla de pie. Las ecuaciones aquí descritas presentan un diagnóstico de concordancia moderada entre la talla estimada y la talla medida. Desafortunadamente, ninguna de las ecuaciones publicadas<sup>10,18</sup>, presentan este tipo de análisis, para poder hacer una comparación más equitativa.

En estudios anteriores<sup>11,27</sup>, se ha comprobado que las ecuaciones diseñadas para adulto mayor de población Mexicano-Americana, no tienen aplicabilidad en la población mexicana, debido a que este grupo de edad (>60 años), presenta cambios importantes en la columna y la disminución de la talla es más evidente. En contraste, la fórmula de Chumlea y col.<sup>10</sup> proveniente de población norteamericana, al aplicarse en adultos mexicanos del mismo intervalo de edad (18 a 60 años), muestra errores importantes en la predicción de talla, los cuales sobrepasan el nivel de error aceptable, sugerido en la literatura. En este sentido, los algoritmos desarrollados y validados podrían ser una mejor opción para este tipo de población.

## Conclusión

En este estudio se desarrollaron algoritmos de predicción de talla de pie con base a la longitud rodilla-talón, sexo y edad de población mexicana para un antropómetro de diseño propio y una cinta métrica, que es la técnica más utilizada en los hospitales. Ambos métodos resultaron aceptables en términos de concordancia, exactitud y precisión. Sin embargo, a tallas extremas (altas o bajas), ambos modelos presentaron sesgo, lo cual puede ser una limitación en su aplicación y debe considerarse al aplicar dichos algoritmos.

## Conflicto de interés

Ninguno

## Agradecimientos

Se agradece a la Universidad de Sonora por otorgar los recursos necesarios para la realización de este proyecto. Al Hospital General del Estado de Sonora por brindar sus instalaciones para la recaudación de datos antropométricos. Se reconoce y agradece la valiosa colaboración de mis colegas Obed H. Barrera U., Brianda I. Armenta G., Alain Hernández V., José M. Moreno A., Leonardo Gómez y Alejandra Domínguez, por auxiliar en el trabajo de campo.

## Referencias

1. Dey DK, Rothernberg E., Sundh V., Bosaeus I., Steen B. Height and body weight in the elderly. I.A 25 year longitudinal study of a population aged 70 to 95 years. *Eur J Clin Nutr* 1999; 53: 905-914.
2. Marín P.P., Gac E.H. (Ed). 2000. Manual de Geriatria y Gerontología, Chile; Centro de Geriatria y Gerontología PUC.
3. Perissinotto E., Pisent C., Sergi G., Grigoletto F., Enzi G. Anthropometric measurements in the elderly: age and gender differences. *British Journal of Nutrition* 2002; 87: 177-186.
4. Cockram D., Baumgartner R. Evaluation of accuracy and reliability of calipers for measuring recumbent knee height in elderly people. *Am J Clin Nutr* 1990; 52:397-400.
5. Berger M.M., Cayeux M.C., Schaller M.D., Soguel L., Piazza G., Chialero R.L. Stature estimation using the knee height determination in critically ill patients. *European Journal of Clinical Nutrition and Metabolism* 2008; 3: 84-88.
6. Froehlich-Grobe K., Nary D.E., Van Sciver A., Lee J., Little T.D. Measuring Height without a Stadiometer: Empirical Investigation of Four Height Estimates Among Wheelchair Users. *Am J Phys Med Rehabil* 2011; 90(8): 658-666.
7. Barba A.R., Coelho S.M., Borgues S.P., Correa M.J., Gonzalez H.C. Medidas de estimación de la estatura aplicadas al Índice de Masa Corporal (IMC) en la evaluación del estado nutricional de adultos mayores. *Rev Chil Nutr* 2008; 1 (18): 272-278.
8. Pini R., Tonon E., Cavallini M.C., Bencini F., Di Bari M., Masotti G., Marchionni N. Accuracy of equations for predicting stature from knee height and assessment of statural loss in an older Italian population. *J Gerontol Biological Sciences* 2001; 56: B3-B7.
9. Chumlea W.C., Guo S.S., Wholihan K., Cockram D., Kuczarski R.J., Johnson C.L. Stature prediction equations for elderly non-Hispanic white, non-Hispanic black and Mexican-American persons, developed from NHANES III data. *J Am Diet Assoc* 1998; 98: 137-42.
10. Chumlea W.C., Guo S.S., Steinbaugh M.L. Prediction of stature from knee height for black and white adults and children with application to mobility-impaired or handicapped persons. *J Am Diet Assoc* 1994; 94:1385-8.
11. Mendoza N.V., Sanchez R.M., Cervantes S.A., Correa M.E., Vargas G.L. Equations for predicting height for elderly Mexican Americans are not applicable for elderly Mexicans. *Am J Hum Biol.* 2002; 14: 351-355.
12. Hickson M., Frost G. A comparison of three methods for estimating height in the acutely ill elderly population. *J Hum Nutr Dietet.* 2003; 16: 13-20.
13. Oliveira L., Filho J. Height and corporal mass measured and predicted through the Chumlea equations in elderly. *Fit Perf J.* 2007; 6(3): 152-5.
14. Tanner J. "Growth in height as a mirror of the standard of living", en John Komlos, editor, Stature, Living Standards and Economics Development: Essays in Anthropometric History, West View, USA 1994.
15. Eileen H.S. Knee height as a Predictor of recumbent length for individuals with mobility-impaired cerebral palsy. *J Am Coll Nutr* 1999. 18 (2): 201-205.

16. Bell K.L., Davies P.S. Prediction of height from knee height in children with cerebral palsy and non- disabled children. *Ann Hum Biol* 2006; 33(4): 493-499.
17. Rogerson R., Gallagher M.L., Beebe A. Flexible tape is an appropriate tool for knee height measurement and stature estimation of adults with developmental disabilities. *J Am Diet Assoc* 2000. 100 (1):
18. Guzmán H.C., Reinoza C.G., Hernández H.R. Estimación de la estatura a partir de la longitud de pierna medida con cinta métrica. *Nutr Hosp* 2005; XX(5): 358-363.
19. Hernández R.A., Herrera M.H. Longitud de la pierna medida con cinta métrica: una alternativa para estimar la estatura. *Antrop* 2010; 21: 1-8.
20. Sierra T.M. Estimación de la talla adaptando la técnica de medición altura talón- rodilla con regla y escuadra. *Revista Enfermería Universitaria ENEO-UNAM*. 2009; 6 (3): 14-20.
21. Mallows C.L. "Some comments on Cp". *Technometrics* 1973; 15:661-675.
22. Neter J., Kutner M., Nachtsheim C., Wasserman W. (1996). *Applied Linear Statistical Models (4<sup>th</sup>ed)*, U.S.A.: IRWIN.
23. Bland J.M., Altman D.G. Applying the right statistics: analyses of measurement studies. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 22:85-93.
24. Lin LI. A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics* 1989; 45: 255-268.
25. Hernandez H.R., Herrera H., Rodriguez M.N., Hernandez V.Y. Segmentos corporales y talla en un grupo de adultos mayores venezolanos. *Invest Clin* 2005; 46 (3): 211-218.
26. Beghetto M.G., Fink J., Luft V.C., De Mello E.D. Estimated of body height in adult inpatients. *Clin Nutr* 2006; 25: 438-43.
27. Lera L., Santos J.L., García C., Arroyo P., Albala C. Predictive equations for stature in the elderly: A study in three Latin American cities. *Ann Hum Biol*. 2005; 32 (6):773-781.