



Validación de un medidor láser como equipo para la obtención de la talla en adultos

Validation of a laser meter as a device for height measurement in adults

Validação de um medidor laser como dispositivo de medição da altura de adultos

Cristian David Santa-Escobar¹, Maribel Díaz-Otalvaro^{2*}, Leidy Carolina Duque-Aristizábal², Juliana Giraldo-García², Manuela Muñoz-Grisales², Verónica Aguirre Orozco².

Recibido: 2 de julio de 2024. Aceptado: 29 de octubre de 2024.
Publicado en línea: 12 de noviembre de 2024.
<https://doi.org/10.35454/rncm.v7n4.657>

Resumen

Introducción: la talla es la medida antropométrica usada como indicador de desarrollo de un país, y su uso es común entre niños y adultos para la evaluación nutricional en clínica y salud pública.

Objetivo: validar un medidor láser como equipo antropométrico para la obtención de la talla en adultos sanos.

Métodos: diseño experimental con adultos sanos para evaluar la concordancia en la talla medida con diferentes equipos antropométricos y un medidor láser marca Kiprim LD50E en laboratorio y campo abierto. Para controlar sesgos, se aleatorizaron: selección de individuos, instrumentos y lugar de medición con dos réplicas de medición de la talla por equipo en cada punto experimental.

Resultados: 21 adultos evaluados con 420 réplicas de talla. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los equipos usados para medir la talla, tanto en el laboratorio como en el campo abierto. El análisis de los resultados por sexo, según antropometría, no mostró diferencias estadísticamente significativas entre ellas ($p=0,078$ en mujeres; $p=0,164$ en hombres). Para cada comparación de equipos antropométricos se ajustaron modelos de regresión lineal, en los que en la primera evaluación se encontró que los interceptos no fueron estadísticamente significativos. Los coeficientes de correlación fueron muy altos en todos los casos ($\geq 0,998$) con valores $p > 0,05$.

Conclusión: la talla obtenida con el medidor láser mostró alta y significativa

Abstract

Introduction: height is the anthropometric measurement used as an indicator of a country's development, and its use is common among children and adults for nutritional evaluation in clinical and public health.

Objective: to validate a laser meter as an anthropometric device to obtain height in healthy adults.

Methods: experimental design with healthy adults to assess concordance in height measured with different anthropometric equipment and a Kiprim LD50E laser meter in laboratory and open field. To control for bias, the following were randomized: selection of individuals, instruments, and place of measurement with two replicates of height measurement per device at each experimental site.

Results: a total of 21 adults were evaluated with 420 height replicates. No statistically significant differences were found between the equipment used to measure height, both in the laboratory and in the open field. The analysis of the results by sex, according to anthropometry, did not show statistically significant differences between them ($p = 0.078$ in women; $p = 0.164$ in men). For each anthropometric equipment comparison, linear regression models were adjusted. In the first evaluation, it was found that the intercepts were not statistically significant. Correlation coefficients were very high in all cases (≥ 0.998) with p -values > 0.05 .

Conclusion: the height obtained with the laser meter showed high and signifi-

Resumo

Introdução: a altura é a medida antropométrica usada como indicador do desenvolvimento de um país e seu uso é comum entre crianças e adultos para avaliação nutricional na área clínica e de saúde pública.

Objetivo: validar um medidor a laser como dispositivo antropométrico para obtenção da altura em adultos saudáveis.

Métodos: desenho experimental com adultos saudáveis para avaliar a concordância na altura medida com diferentes equipamentos antropométricos e um medidor a laser Kiprim LD50E em laboratório e em campo aberto. Para controlar o viés, os seguintes itens foram randomizados: seleção de indivíduos, instrumentos e local de medição, com duas réplicas de medição de altura por dispositivo em cada local experimental.

Resultados: 21 adultos foram avaliados com 420 réplicas de altura. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os equipamentos usados para medir a altura, tanto no laboratório quanto no campo aberto. A análise dos resultados por sexo, de acordo com o antropometrista, não mostrou diferenças estatisticamente significativas entre eles ($p=0,078$ em mulheres; $p=0,164$ em homens). Para cada comparação de equipamento antropométrico, foram ajustados modelos de regressão linear, sendo que na primeira avaliação os interceptos não foram considerados estatisticamente significativos. Os coeficientes de correlação foram muito altos em todos os casos ($\geq 0,998$) com valores de $p > 0,05$.



concordancia estadística con los equipos antropométricos de referencia y puede ser usado para medir talla en ausencia de los equipos tradicionales usados en consultorios.

Palabras clave: estatura; salud del adulto; investigación y desarrollo; estado nutricional; antropometría; Colombia.

cant statistical agreement with the reference anthropometric equipment and can be used to measure height in the absence of the traditional equipment used in clinics.

Keywords: body height; adult health; research and development; nutritional status; anthropometry; Colombia.

Conclusão: a altura obtida com o medidor a laser apresentou concordância estatística alta e significativa com o equipamento antropométrico de referência e pode ser usada para medir a altura na ausência do equipamento tradicional usado em clínicas.

Palavras-chave: altura; saúde do adulto; investigação e desenvolvimento; estado de nutrição; antropometria; Colombia.

¹ Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia; Medellín, Colombia

² Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia; El Carmen de Viboral, Colombia.

*Correspondencia: Maribel Díaz-Otalvaro.
maribel.diaz@udea.edu.co

INTRODUCCIÓN

La talla es la medida antropométrica usada como indicador de desarrollo de un país⁽¹⁾. Su origen es genético, pero su evolución está relacionada con las condiciones socioeconómicas de una población y, por ende, con el producto interno bruto (PIB) de los países^(2,3). Su uso es común entre niños y adultos en distintas circunstancias clínicas y ambulatorias, y es una medida corporal necesaria para la evaluación del estado nutricional cuando se estima el índice de masa corporal (IMC) (peso [kg]/talla [m]²) de un adulto joven o mayor o la talla para la edad en los menores de 19 años⁽⁴⁾.

En el campo de la medicina, la talla está estrechamente relacionada, entre otros componentes corporales y metabólicos, con la longitud de la vía aérea⁽⁵⁾; por ello, esta medida es de gran importancia en la intubación endotraqueal de pacientes y en el diseño de ecuaciones que incluyen la talla del adulto para identificar qué tanto se debe introducir el tubo y no causar complicaciones o eventos negativos para el paciente, así como para estimar el gasto metabólico de un paciente. Desafortunadamente, en los contextos clínicos no siempre se dispone de los tallímetros adecuados para medir la talla del adulto. Se encuentran todo tipo de metros elaborados en diversos materiales, estados y, en algunos casos, se utilizan los tallímetros incorporados a las balanzas para medir la talla que no cuentan con la división en milímetros requerida para la obtención de la medida de forma exacta. Para la obtención de esta medida antropométrica se usan también diferentes equipos tales como el tallímetro fijo de madera y el

móvil de diversos materiales. No obstante, estos instrumentos requieren de instalaciones físicas adecuadas para realizar la medición y de técnicas de medición aprobadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS)⁽⁶⁾, como el suelo nivelado, la pared perpendicular o, en su defecto, un soporte fijo que sirva de apoyo para ubicar el tallímetro de forma adecuada y poder medir la talla con la persona en posición de pie.

En el contexto de los países en vías de desarrollo, la proporción de población rural es mucho mayor que en los países desarrollados, lo cual implica el difícil acceso a los servicios de salud con instalaciones precarias para realizar medidas antropométricas; esto conlleva la subestimación o sobrestimación de la talla, errores en la clasificación antropométrica del estado nutricional y a definir intervenciones nutricionales y de salud equivocadas.

En otras situaciones, como en las encuestas nacionales de salud y nutrición, se usan tallímetros que se han diseñado para que pueden desarmarse, lo que permite su traslado para el uso en sitios de difícil acceso a los tallímetros tradicionales, pero con un peso que dificulta su transporte a sitios lejanos⁽⁷⁾. También se encuentran tallímetros que se pegan a la pared y que pueden ser desplazados a los lugares requeridos para su uso, tanto en clínica como en investigación. No obstante, las características de estos tallímetros y su difícil acondicionamiento en lugares en donde no existen paredes o soportes para su ubicación adecuada, como en ranchos o viviendas indígenas, generan dudas sobre la calidad del dato obtenido en estas condiciones.

Si bien en Colombia no se encontraron estudios publicados que respalden la fiabilidad de un dispositivo

láser para la toma de la talla, a nivel internacional se han investigado formas alternativas de medirla utilizando dispositivos portátiles de medición como los distanciómetros láser⁽⁸⁻¹⁰⁾. A partir de lo planteado se definió como objetivo de este estudio validar un medidor láser como equipo antropométrico para la obtención de la talla en adultos sanos en diferentes contextos clínicos y ambulatorios.

PUNTOS CLAVE

- La talla es una medida antropométrica crucial que refleja el desarrollo de un país y está vinculada tanto a factores genéticos como a las condiciones socioeconómicas de las personas.
- La talla es requerida para evaluar el estado nutricional.
- Existen diferentes equipos antropométricos para medir la talla como el tallímetro fijo y el móvil de diferentes materiales.
- La medición precisa de la talla puede verse comprometida por la falta de equipos adecuados, instalaciones físicas inadecuadas y técnicas de medición no estandarizadas, especialmente en áreas rurales y clínicas.
- Se han investigado formas alternativas de medir la talla utilizando dispositivos portátiles de medición como los distanciómetros láser.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio realizado correspondió a un diseño experimental con adultos entre 19 y 59 años, aparentemente

sanos, de la comunidad universitaria del campus El Carmen de Viboral, de la Universidad de Antioquia, durante el primer semestre del año 2024. A partir de la base de datos recolectada con los datos informados voluntariamente por los adultos (n=209), se seleccionó a una persona en intervalos de dos centímetros de forma aleatoria, un total de 21 adultos conformaron la muestra, en la que nueve fueron hombres y 12 mujeres, con rango de talla autoinformada entre 147,0 cm y 188,0 cm. La única variable antropométrica estudiada fue la talla y se obtuvo al aplicar la técnica de Lohman TG y colaboradores⁽⁶⁾. Los sujetos se midieron el mismo día y en un mismo momento con todos los instrumentos, para evitar sesgos relacionados con factores que pueden afectar el valor final de la medida.

Técnicas y procedimientos

Los instrumentos utilizados para medir la talla fueron: tallímetro de madera (con capacidad de 200 cm y un mm de sensibilidad) (Figura 1A), tallímetro SECA desarmable (con capacidad de 190 cm y un mm de sensibilidad) (Figura 1B) y un medidor láser marca Kiprim LD50E (con capacidad de 50 m y un mm de sensibilidad) (Figura 1C). El tallímetro de madera se consideró el parámetro de referencia para las distintas pruebas con los demás equipos antropométricos usados; para simular los eventos de la medición de la talla se consideraron dos espacios experimentales: el laboratorio y el campo abierto.



Figura 1. Equipos utilizados para medir la talla en el adulto. **A.** Tallímetro de madera (laboratorio). **B.** Tallímetro SECA (laboratorio). **C.** Tallímetro SECA (campo abierto). Elaboración propia.

El control del sesgo sistemático se llevó a cabo mediante la aleatorización de la selección de los individuos, los instrumentos y el lugar de medición, con dos réplicas de medición de la talla por equipo en cada punto experimental. El medidor láser y los elementos que se usaron para la obtención de la talla se observan en la Figura 2A-C. Para el uso del medidor láser se diseñó una pieza en aluminio con niveles al frente y a un lado para garantizar la estabilidad del mismo al colocarlo en la cabeza del adulto (Figura 2D).

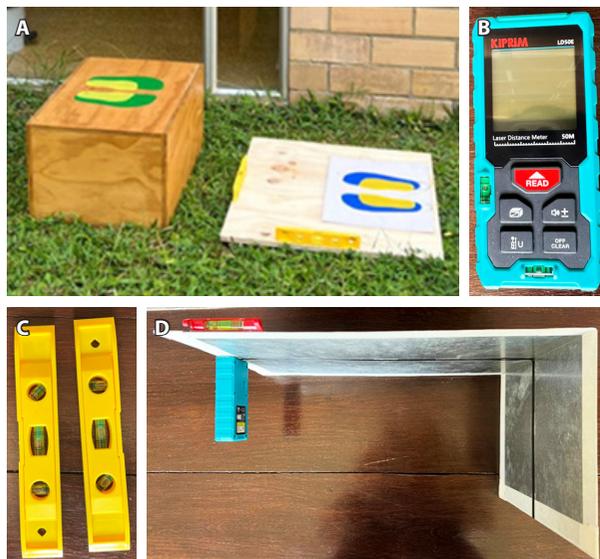


Figura 2. Medidor láser y los elementos que se usaron para la obtención de la talla. **A.** Tabla para pararse en campo abierto. **B.** Medidor láser (Kiprim LD50E). **C.** Niveles para medidor. **D.** Pieza diseñada en aluminio para el uso del medidor láser. Elaboración propia.

Análisis estadístico

Los factores sexo y antropometrista se consideraron como posibles fuentes de variación en la estimación de la talla, los cuales se asumieron como bloques dentro del modelo, y su validación se realizó a partir de la diferencia pareada de las tallas entre los instrumentos = Tallai (tallímetro de madera) -Tallaj (instrumento a comparar). El efecto de los bloques (sexo y antropometrista) se evaluó a partir del análisis de varianza (ANOVA) y se calcularon sus respectivos intervalos de confianza (IC 95 %); se definió una diferencia máxima de 0,5 cm en los límites de confianza como diferencias aceptables de la talla medida entre los distintos equipos y réplicas. El efecto de las diferencias se analizó con la metodología de Bland-Altman de 1999⁽¹¹⁾.

En la evaluación de la concordancia entre los instrumentos se estimaron las correlaciones y correlaciones intraclases⁽¹²⁾ con sus respectivos intervalos de confianza (IC 95 %); así mismo, se ajustaron modelos de regresión lineal simple entre los instrumentos para evaluar la significancia de los interceptos, estimar los coeficientes predictivos y evaluar la capacidad predictiva de los modelos⁽¹³⁾. Finalmente, para el análisis de incertidumbre, se realizaron inferencias sobre los residuales de los modelos lineales; para las pruebas de normalidad se utilizó el *test* Shapiro-Wilks⁽¹⁴⁾ y para la homocedasticidad el *test* Breush-Pagan⁽¹⁵⁾. En todos los cálculos se asumió un nivel de confianza del 95 % y los análisis se realizaron con el *software* estadístico R-Project v4.2.2⁽¹⁶⁾.

Consideraciones éticas

Este estudio se ajusta a las normas éticas internacionales y nacionales que rigen la investigación en seres humanos. Con base en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial⁽¹⁷⁾ se garantizó el bienestar de los participantes como prioridad sobre cualquier interés de los investigadores y se respetaron todos los principios éticos para la investigación. Todos los participantes firmaron el consentimiento informado previo a la obtención de la talla. De acuerdo con la Resolución 8430 de 1993⁽¹⁸⁾, el estudio se clasificó con riesgo mínimo.

RESULTADOS

Se evaluaron 21 adultos sanos entre 19 y 59 años con mayor proporción de mujeres (n=12, 57,14 %). El total de réplicas de la talla en los adultos fue de 420. Como puede observarse en la Figura 3, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los equipos usados para medir la talla, tanto en el laboratorio como en el campo abierto. El análisis de los resultados por sexo, según antropometrista, no mostró diferencias estadísticamente significativas entre ellas ($p=0,078$ en mujeres, $p=0,164$ en hombres).

Para cada comparación de equipos se ajustaron los modelos de regresión lineal, en los que en la primera evaluación se encontró que los interceptos no fueron estadísticamente significativos, por lo que la medición de la talla no debió corregirse por ninguna constante, independientemente del equipo que se utilizó para medir la talla. Se observó también que los coeficientes de correlación fueron muy altos en todos los casos, cercanos o superiores a 0,998, lo que indicó una corre-

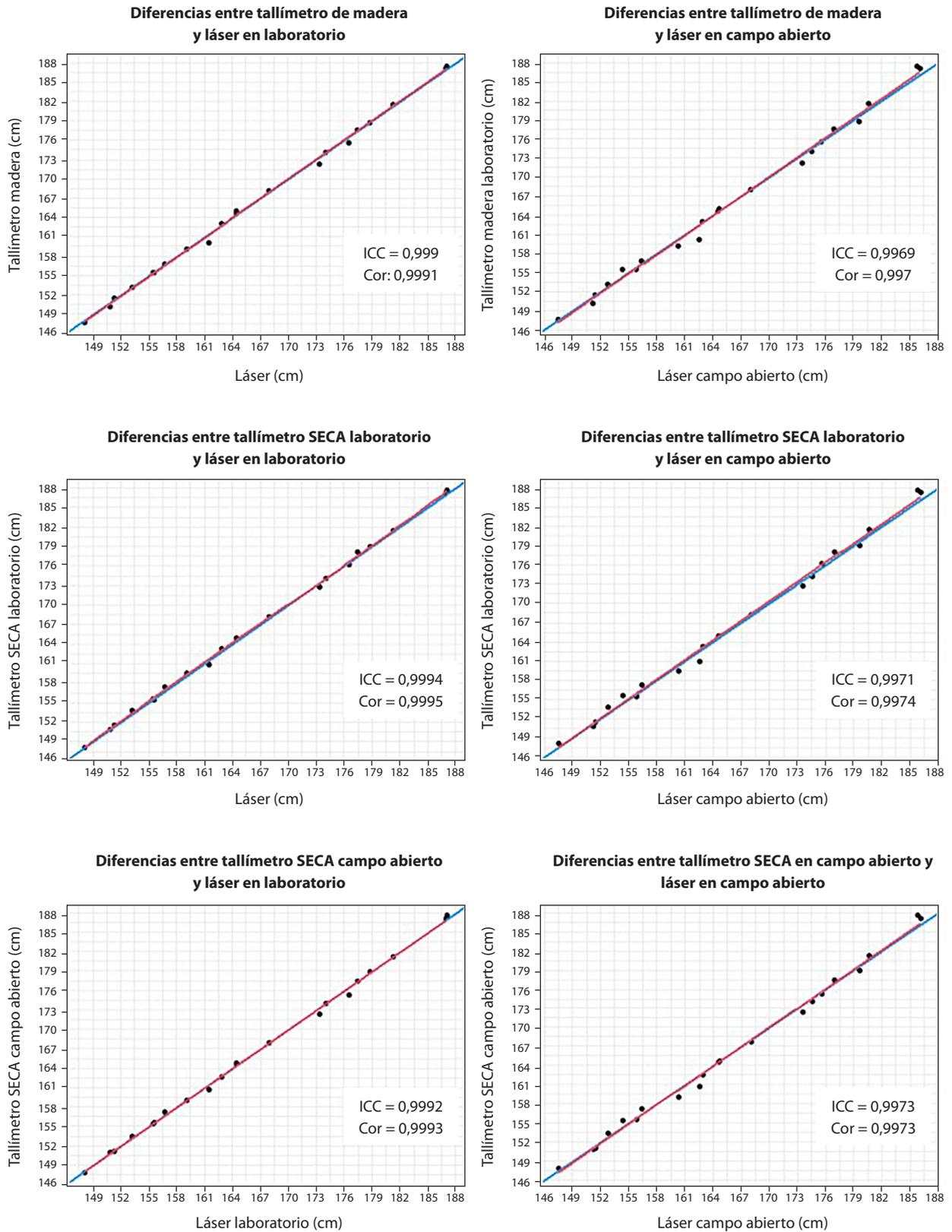


Figura 3. Correlación entre tallímetros convencionales con el medidor láser. Abreviaturas: Cor: correlación de Pearson; ICC: correlación intraclase. Elaboración propia.

lación positiva fuerte entre las variables analizadas; además, los valores $p > 0,05$ indicaron que no hubo diferencias estadísticamente significativas, lo que reforzó la confianza en las relaciones observadas (Tabla 1).

DISCUSIÓN

En este estudio se ha evaluado la validez de un dispositivo láser para medir la talla en adultos sanos, comparándolo con las mismas técnicas estandarizadas al usar otros equipos antropométricos en laboratorio y en campo abierto. Nuestros resultados indican una consistencia notable y una correlación fuerte entre las mediciones realizadas en diferentes contextos (laboratorio y campo abierto) al utilizar diferentes equipos.

Estos hallazgos sugieren que el dispositivo láser evaluado es una herramienta válida y significativa para medir la talla en adultos sanos en contextos clínicos o de salud pública. Ello implica que los métodos de medición empleados son confiables y reproducibles dado que produjeron resultados consistentes y precisos, independientemente del entorno en el que se realizaron las mediciones de la talla.

Los resultados obtenidos están en línea con otros estudios publicados que han investigado métodos alternativos para la medición de la talla. En un estudio realizado en Estados Unidos por Mayol y colaboradores en 2015⁽⁸⁾, se analizó la utilidad de un medidor láser para tomar la talla en niños y en adultos comparándolo con un estadiómetro; los resultados mostraron que, aunque el margen de error en la medición del dispositivo láser

fue considerablemente superior al del estadiómetro (0,35 y 0,20 cm, respectivamente), este instrumento podría ser una buena alternativa para medir la talla, aunque se debe estandarizar la técnica para su uso en humanos. Para lograr una mejor precisión los autores recomendaron el desarrollo de futuros dispositivos de medición que utilicen distanciómetros láser que se fijen en uno o más puntos de medición⁽⁸⁾.

Asimismo, Schrade y Scheffler, en 2013⁽⁹⁾ desarrollaron un instrumento en el que el distanciómetro láser se fijó en dos puntos de medición, lo que permitió la reducción del error a 0,07 cm. Los resultados de este estudio muestran que las mediciones con el distanciómetro láser utilizado no presentan diferencias significativas en comparación con un antropómetro estándar, y aunque el distanciómetro láser tiende a arrojar valores menores, más del 96,00 % está dentro del rango acordado (diferencia de 0,5 cm). Los investigadores concluyeron que el distanciómetro láser utilizado es confiable y muy aplicable para estudios de campo, incluso para antropometristas menos experimentados, al mejorar la recolección de datos confiables en dichos estudios. Sin embargo, para medir la talla de una persona utilizando este instrumento, la distancia desde el cráneo hasta el techo debe restarse de la distancia del suelo al techo, lo cual es un procedimiento que requiere más tiempo y que potencialmente puede introducir errores de cálculo⁽⁹⁾.

En otro estudio, Sørensen y colaboradores en 2020⁽¹⁰⁾ evaluaron en 32 adultos, de ambos sexos, la confiabilidad intraevaluador e interevaluador de un medidor láser para medir la talla y lo compararon con

Tabla 1. Resultados de los modelos de regresión lineal sin intercepto

Modelo	Coficiente	Valor p	R ²	Incertidumbre (cm)	Shapiro-Wilks (p)	Breush-Pagan (p)
Madera lab vs. SECA lab	0,9982±8e-04	2,94e-57	1	0,0605	0,4178	0,5009
Madera lab vs. Láser lab	0,9994±0,0014	6,56e-52	1	0,1120	0,0191	0,7562
Madera lab vs. SECA campo	1,0001±9e-04	4,31e-56	1	0,0692	0,3854	0,0873
Madera lab vs. Láser campo	0,9999±0,0026	1,43e-46	1	0,2070	0,4973	0,4535
SECA lab vs. Láser lab	1,0012±0,001	4,95e-55	1	0,0783	0,1119	0,8058
SECA lab vs. Láser campo	1,0017±0,0023	1,42e-47	1	0,1848	0,8385	0,5153
SECA campo vs. Láser lab	0,9993±0,0012	2,99e-53	1	0,0959	0,0122	0,1089
SECA campo vs. láser Campo	0,9998±0,0024	2,74e-47	1	0,1906	0,9375	0,3217

Abreviaturas: Campo: en campo abierto; Lab: laboratorio de antropometría; p : valor p de la prueba; R²: coeficiente de determinación. Elaboración propia.

un estadiómetro fijado a la pared. Tanto para el medidor láser como para el estadiómetro, se encontraron valores del coeficiente de correlación intraclase de 0,99 a 1,00 (IC 95 % = 0,997 a 1,000) para la confiabilidad, tanto intraevaluador como entre evaluadores. Los investigadores concluyeron que el medidor láser portátil, para medir la talla, presenta una excelente reproducibilidad dentro y entre evaluadores junto con una concordancia aceptable con un estadiómetro al representar una alternativa adecuada y de bajo costo para usarlo en lugares o condiciones en las cuales no se puede usar un tallímetro tradicional⁽¹⁰⁾.

Por lo tanto, las implicaciones de nuestros resultados son significativas y alentadoras, ya que ofrecen una solución potencial a los desafíos asociados con la medición de la talla en situaciones en las cuales el uso de tallímetros convencionales no es práctico o posible, tales como en contextos rurales con acceso limitado a instalaciones apropiadas y requeridas para la obtención adecuada y reproducible de la talla o en servicios de instituciones de salud que no cuenten con tallímetros.

Por otra parte, en el proceso de esta investigación se identificaron varias limitaciones y dificultades que deben controlarse. La talla de las antropometristas en relación con los individuos medidos desempeñó un papel importante debido a que, cuando estos eran muy altos, se dificultaba el proceso de medición a pesar del uso de un banco antropométrico. De igual manera, es importante tener en cuenta que el medidor láser usado en este estudio requiere de pilas para su funcionamiento, por lo que es relevante evaluar la eficiencia del equipo en relación con esto, pues la duración promedio fue de 96 mediciones por cada par de pilas. También la iluminación ambiental fue un factor crucial a considerar, dado que niveles elevados de luz interfieren con el proceso de medición; en entornos con una intensidad lumínica alta, la detección precisa del punto de medición en el suelo por parte del rayo del láser puede afectarse y genera alteraciones en la lectura de los resultados.

Estos resultados están en consonancia con estudios previos que han demostrado que la hora del día, la postura de la persona y el estado de inspiración influyen significativamente en la medición de la talla⁽⁵⁾. Asimismo, la instalación incorrecta de los instrumentos de medición puede ser una fuente común de error en la medición de la talla. Para abordar este problema, se utilizó un dispositivo láser que emplea dos niveles para asegurar un plano paralelo del aparejo al suelo; sin embargo, la necesidad de ajustar correctamente los niveles al frente y al lado del medidor antes de activar

el rayo del láser tomó un tiempo importante de las dos personas que se requerían para usar el medidor láser.

Es importante mencionar que los dispositivos usados para la investigación (aparejo, niveles y tabla para que la persona pudiera pararse en campo abierto) fueron elementos clave para validar la utilidad del dispositivo láser, por lo que se requieren ciertas modificaciones, ya que su tamaño y peso dificultan su transporte.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados demostraron una alta correlación entre las mediciones de la talla obtenidas con el dispositivo láser y con los otros equipos de referencia. Las implicaciones de nuestros resultados son significativas y alentadoras, pues ofrecen una solución potencial a los desafíos asociados con la medición de la talla en situaciones en las cuales el uso de tallímetros convencionales no es práctico o posible.

Se requiere controlar adecuadamente la iluminación ambiental para garantizar mediciones precisas y confiables, y sería conveniente explorar la posibilidad de diseñar un dispositivo que pueda ensamblarse fácilmente con un material más liviano (por ejemplo, acrílico) que mejoraría no solo su portabilidad, sino también su almacenamiento y uso en diferentes lugares y situaciones.

Declaración de autoría

Conceptualización, CD.SE., M.DO., LC.DA., J.GG., M.MG. y V.AO.; metodología y *software*, CD.SE.; validación, CD.SE., M.DO., LC.DA., J.GG., M.MG. y V.AO.; análisis formal, CD.SE.; redacción del borrador inicial, CD.SE. y M.DO.; redacción, revisión y edición; CD.SE., M.DO., LC.DA., J.GG., M.MG. y V.AO. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Financiamiento

El presente estudio no tuvo financiación.

Referencias bibliográficas

1. Perkins JM, Subramanian SV, Smith GD, Ozaltin E. Adult height, nutrition, and population health. *Nutr Rev.* 2016;74(3):149-65. doi: 10.1093/nutrit/nuv105

2. Hatton TJ. How Have Europeans Grown so Tall? *Oxf Econ Pap*. 2011;66:349-72. doi: 10.1093/oep/gpt030
3. Silventoinen K. Determinants of variation in adult body height. *J Biosoc Sci*. 2003;35(2):263-85. doi: 10.1017/s0021932003002633
4. Benjumea MV, Bermúdez J. Capítulo 4: Situación Nutricional por Indicadores Antropométricos [Internet]. En: ENSIN. Bogotá: Instituto Colombiano de Bienestar Familiar/OPS/INS/UNAL. 2013-2018 [citado el 15 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.icbf.gov.co/bienestar/nutricion/encuesta-nacional-situacion-nutricional>
5. Gómez JC, Melo LP, Orozco Y, Chicangana GA, Osorio DC. Estimación de la longitud óptima de inserción del tubo orotraqueal en adultos. *Rev Colomb Anestesiol*. 2016;44(3):230-35.
6. Chumlea WC. Methods of Nutritional Anthropometric assessment for special groups. En: Lohman TG, Roche AF, Martorell R. *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Illinois: Human Kinetics Books; 1988. p. 93-105.
7. Rincón-Fajardo MA. Prototipo de vivienda rural. Incorporación del diseño y fabricación digital a la arquitectura rural [tesis de pregrado]. Bogotá: Universidad de la Salle; 2019.
8. Mayol S, Garcia-Turner VM, Johnston CS. Examining the utility of a laser device for measuring height in free-living adults and children. *Nutr J*. 2015;14(1):1-5. doi: 10.1186/s12937-015-0082-4
9. Schrade L, Scheffler C. Assessing the applicability of the digital laser rangefinder GLM Professional® Bosch 250 VF for anthropometric field studies. *Anthrop. Anz. El*. 2013;70(2):137-45. doi: 10.1127/0003-5548/2013/0223
10. Blichfeldt-Sorensen GV, Riis J, Brix-Danielsen M, Ryg J, Masud T, Andersen S, et al. Reliability and agreement of a novel portable laser height metre. *PLoS One*. 2020;15(4):1-14. doi: 10.1371/journal.pone.0231449. eCollection 2020
11. Bland JM, Altman DG. Measuring agreement in method comparison studies. *SAGE*. 1999;8(2):135-60. doi: 10.1177/096228029900800204
12. McGraw KO, Wong SP. Forming inferences about some intraclass correlation coefficients. *Psychological Methods*. 1996;1(1):30-46. doi: 10.1037/1082-989X.1.1.30
13. Fox J. *Applied Regression Analysis and Generalized Linear Models*. 3.ª edición. [Internet]. Hamilton: SAGE; 2016 [citado el 17 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://books.google.co.cr/books?id=3wrwCQAAQBAJ&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>
14. Royston JP. An extension of Shapiro and Wilk's WW test for normality to large samples. *Appl. Statist*. 1982;31(2):115-24. doi: 10.2307/2347973
15. Breusch TS, Pagan AR. A simple test for heteroscedasticity and random coefficient variation. *Econometrica*. 1979;47(5):1287-94. doi: 10.2307/1911963
16. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. [Internet]. Viena, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2020 [citado el 17 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.R-project.org/>
17. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la AMM – principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos [Internet]. 2002 [citado el 15 de enero de 2024]. Disponible en: <https://bit.ly/3CEALiI>
18. Ministerio de Salud de Colombia. Resolución 8430 de 1993. Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Bogotá: Ministerio de Salud; 1993.