

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

Facultad de Ciencias de la Salud
Escuela Profesional de Nutrición Humana



Una Institución Adventista

Desarrollo de modelos matemáticos para estimación de peso y talla en población peruana adulta

Tesis para obtener el Título Profesional de Licenciada en Nutrición Humana

Por:

Lucero Ccencho Yuly Yujama
Molina Miranda María Nielsy

Asesor:

Dr. R. Alfredo Matos Chamorro

Lima, Marzo de 2022

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

Dr. R. Alfredo R Matos Chamorro de la Facultad de ciencias de la salud, Escuela Profesional de Nutrición Humana, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: “Desarrollo de modelos matemáticos para estimación de peso y talla en población peruana adulta” constituye la memoria que presenta los bachilleres Lucero Ccencho Yuly Yujama y Molina Miranda María Nielsy para aspirar al título de Profesional de Licenciatura ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Lima, el 16 de febrero del año 2022.



Dr. R. Alfredo Matos Chamorro



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Naña, Villa Unión, a los 31 día(s) del mes de marzo del año 2022 siendo las 3:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Mg. Alicia Alina Ulminda Flores el (la) secretario(a) Mg. Jackson Sainete

y los demás miembros Mg. Silvia Apolinario Uscac y el (la) asesor(a) D. Rodrigo Alfredo Ulate Chamorro

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: Desarrollo de Modelos matemáticos para la estimación de peso y talla en población peruana adulta

del(los) bachiller(es): a) Maria Nilsay Ualina Uliranda

b) Yoly Yujama Lucero Caceres

c) _____

conducente a la obtención del título profesional de: Licenciada en

Nutrición Humana

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y adaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Maria Nilsay Ualina Uliranda

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Líteral	Cualitativa	
<u>Aprobada</u>	<u>18</u>	<u>A-</u>	<u>Muy bueno</u>	<u>Aprobado</u>

Bachiller (b): Yoly Yujama Lucero Caceres

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Líteral	Cualitativa	
<u>Aprobada</u>	<u>18</u>	<u>A-</u>	<u>Muy bueno</u>	<u>Aprobado</u>

Bachiller (c): _____

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Líteral	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a

[Firma]

Asesor/a

[Firma]

Bachiller (a)

Miembro

[Firma]

Bachiller (b)

Secretario/a

[Firma]

Miembro

Bachiller (c)

DEDICATORIA

Dedicada a Dios y a nuestros padres, pues con sus enseñanzas aprendimos la importancia del servicio a otros, el esfuerzo para triunfar y la integridad que deben tener todas nuestras acciones, también por ayudarnos a perseguir nuestros sueños y acompañarnos paso a paso para llegar a nuestra meta.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios, a nuestras familias, la universidad, y pacientes que ayudaron en el desarrollo de esta investigación para seguir creciendo académicamente y desarrollar maneras de dar un mejor servicio en salud.

TABLA DE CONTENIDO	
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTOS	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11
MATERIALES Y MÉTODOS	12
RESULTADOS	14
DISCUSIÓN	17
REFERENCIAS	21
ANEXOS	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de los pacientes que han participado en el estudio	15
Tabla 2. Modelos matemáticos en función de las medidas antropométricas significativas con $R^2 > 0.80$.	15
Tabla 3. Evaluación de los modelos generados para estimar Peso y Talla	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso para el diseño de modelos a partir de los datos

13

RESUMEN

Objetivo: Diseñar modelos matemáticos para estimación de peso y talla en adultos peruanos.

Material y Métodos: Se realizó un estudio descriptivo transversal en 193 adultos peruanos entre 20 a 70 años. Esta muestra se seleccionó a través de un muestreo no probabilístico por conveniencia. Los modelos de estimación creados en base a medidas antropométricas analizadas de los pacientes fueron determinados por el método de regresión lineal múltiple, con los respectivos valores de R², los modelos creados fueron evaluados por el método de la raíz de cuadrado medio del error (Root Mean Squared Error - RMSE) y el método de diferencia crítica de Bland Altman, usando el software estadístico R.

Resultados: Se dividió la muestra en dos grupos, el primero de 153 pacientes y el segundo de 40 pacientes. En el primer grupo se recolectó y analizó las medidas antropométricas, seleccionando las más significativas con coeficiente de determinación mayor de 0.80. Se diseñaron cuatro modelos matemáticos de estimación, uno de talla para varones y mujeres, y tres para estimación de peso en varones, mujeres menores de 40 años y mayores de 40. En el segundo grupo los modelos fueron probados y analizados a través del RSME, donde los valores más cercanos a cero tendrán mejor estimación, y a través de la diferencia crítica de Bland Altman.

Conclusiones: Los modelos creados en este estudio para estimar peso y talla en adultos peruanos lograron dar estimaciones muy significativas y cercanas al peso y talla reales

Palabras clave: Modelos matemáticos de estimación, Talla, Peso, Antropometría.

ABSTRACT

Objective: To design mathematical models for weight and height estimation in Peruvian adults.

Material and Methods: A descriptive cross-sectional study was carried out in 193 Peruvian adults between 20 and 70 years of age. This sample was selected through non-probabilistic convenience sampling. The estimation models created based on analyzed anthropometric measurements of the patients were determined by the multiple linear regression method, with the respective R² values, the models created were evaluated by the Root Mean Squared Error (RMSE) method and the critical difference method of Bland Altman, using the R statistical software.

Results: The sample was divided into two groups, the first of 153 patients and the second of 40 patients. In the first group, anthropometric measurements were collected and analyzed, selecting the most significant ones with a coefficient of determination greater than 0.80. Four mathematical estimation models were designed, one for height for males and females, and three for weight estimation in males, females under 40 and over 40. In the second group the models were tested and analyzed through the RSME, where the values closer to zero will have better estimation, and through the critical difference of Bland Altman.

Conclusions: The models created in this study to estimate weight and height in Peruvian adults were able to give very significant and close estimates to the real weight and height.

Key words: Mathematical estimation models, Height, Weight, Anthropometry.

INTRODUCCIÓN

El peso y la talla, son medidas esenciales para evaluaciones nutricionales, administración de medicamentos y diferentes terapias hospitalarias, estas adquieren mayor importancia cuando los pacientes son inmovilizados, debido a la dificultad para obtener estos datos en forma directa sea por una balanza de cirugía u otro instrumento, por lo tanto, el uso de modelos matemáticos para estimar el peso y la talla se torna muy necesario. Se han desarrollado diferentes modelos matemáticos para estimar el peso y talla, creados en base a poblaciones estadounidenses o brasileñas, que cuando se usan en poblaciones diferentes a éstas el error de estimación es mayor, posiblemente por la diferencia fenotípica (1–3).

La estimación inadecuada de peso y talla de pacientes en estado crítico puede generar un diagnóstico erróneo e incrementar el riesgo en la salud del paciente, provocando una desnutrición hospitalaria con riesgo de mortalidad, reduciendo las posibilidades de recuperación, pues el peso y talla son información necesaria para administración de fármacos, prescripción de una dieta o soporte nutricional y monitorizaciones para dar o cambiar tratamientos (4–6).

Algunos de los modelos matemáticos más usados, creados sobre la base de diferentes variables antropométricas relacionadas con el peso y la talla, a veces requieren de personal especializado para las mediciones o el uso de materiales poco accesibles para evaluar al paciente. Entre estos están los modelos de Rabito et al.(7,8) creados en base a población brasileña y los modelos de Chumlea et al.(9,10) y Crandall et al.(11) creados en base a población estadounidense.

Es importante el desarrollo de modelos matemáticos para la estimación adecuada de peso y talla en población peruana, sin complicadas medidas antropométricas y complejos materiales de medición para la población, facilitando el diagnóstico y tratamiento adecuado para la recuperación del paciente. El objetivo de este trabajo de investigación fue diseñar modelos matemáticos para estimación de peso y talla en adultos peruanos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño, tipo de investigación y participantes

Descriptivo transversal con un muestreo no probabilístico por conveniencia. Fueron evaluados 193 adultos varones y mujeres entre 20 a 70 años; estos fueron divididos en dos grupos, el primero, conformado por 153 adultos para el diseño de los modelos y 40 para la evaluación de los modelos. Todos los individuos que aceptaron participar, presentaron movilidad, lucidez y firmaron el formulario de consentimiento informado. Se excluyó a personas que presentaron obesidad, edema en partes localizadas del cuerpo, cirugías recientes en las extremidades, embarazo, amputados, con fracturas, y trastornos cognitivos.

Mediciones antropométricas

Todo el proceso de medición y recolección de la data, se realizó por investigadoras certificadas con el ISAK 1. Se han seguido las consideraciones éticas establecidas en la Declaración de Helsinki, cuidando adecuadamente la integridad fisiológica, psicológica, social, ecológica, axiológica y espiritual de todos los participantes. Se mantuvo informado al paciente de todo el procedimiento a realizar. Este estudio no involucra procesos invasivos en el participante, exceptuando una mínima molestia por los instrumentos como la cinta antropométrica o las medidas que podrían ser nuevas para algunas personas.

Las variables antropométricas recogidas fueron: Peso y talla, y las mediciones corporales fueron: la circunferencia braquial o del brazo (CB), circunferencia de muñeca (CM), circunferencia de cintura o abdominal (CC), circunferencia de muslo medio (CMM), circunferencia de pantorrilla (CPant), longitud de la media brazada (LMB), longitud del largo de la mano (LM), longitud del ancho de la mano (AM), longitud de la rodilla-talón o altura rodilla-talón (ART) y longitud de la rodilla-maléolo (ARMal). Las medidas fueron realizadas por triplicado según las indicaciones de las guías nacionales e internacionales de antropometría, así como las guías de medición usadas en el ISAK para evaluar correctamente a los pacientes.

Para medir el peso, se utilizó una balanza seca, con una capacidad máxima de 150 kg, con divisiones de 100 gramos. La medición de la altura se realizó utilizando un estadiómetro portátil marca seca de 2 m de longitud. Para las mediciones de circunferencias y longitudes se usó una cinta antropométrica de acero, marca Lufking de 6 mm ancho, de 1 mm de espesor y una longitud de 1.5 metros. La figura 1 muestra el proceso para el diseño del modelo a partir de los datos recolectados.

Análisis estadística

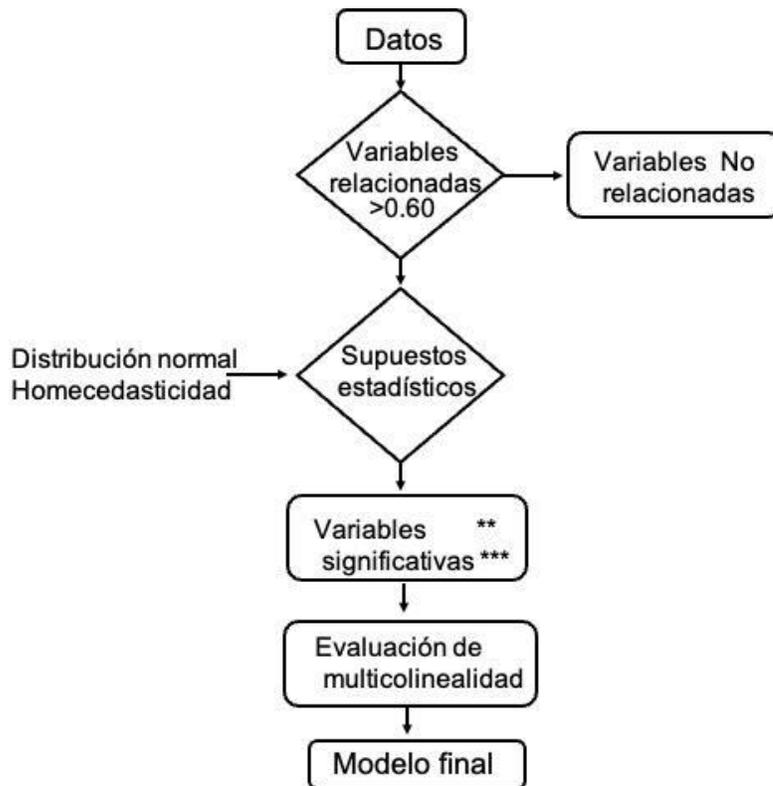


Figura 1. Proceso para el diseño de modelos a partir de los datos

Una vez obtenido todos los datos, se hizo una exploración estadística, para designar las variables que tienen mayor relación estadística con la talla y peso, las variables con relación estadística < 0.6 no fueron considerados para el diseño de los modelos, seguidamente fueron evaluados los supuestos estadísticos de normalidad y homocedasticidad, se evaluó la multicolinealidad de las variables independientes. Cuando los supuestos estadísticos no se cumplen en el diseño del modelo, es necesario dividir la muestra que se está analizando, por esto, este grupo fue dividido en modelos para masculino y femenino, y en dos grupos por edades, mayores y menores de 40 años en el caso de las mujeres. Los modelos fueron determinados por el método de regresión lineal múltiple, con los respectivos valores de R^2 , posteriormente fueron evaluados por el método de la raíz de cuadrado medio del error (Root Mean Squared Error - RMSE) y el método de diferencia crítica de Bland Altman, usando el software estadístico R.

RESULTADOS

La tabla 1 muestra las características de los 153 pacientes evaluados en el primer grupo para crear los modelos, el 49.01% (75) fueron varones y 50.98% (78) fueron mujeres. El 54.2% de los pacientes son de la Costa, 31.37% de la Sierra y la edad promedio fue de 40 años, el 33.3% está entre los 20 y los 30 años de edad, el 33.98% entre los 31 y los 50 años de edad, y por último el 32.7% entre los 51 y los 70 años de edad. Los pacientes del segundo grupo (40) son usados para evaluar los modelos desarrollados.

Tabla 1. Características de los pacientes que han participado en el estudio

Grupo	Edad (años)	Género	Procedencia			Nº	%	
			COSTA	SIERRA	SELVA			
Grupo 1	20 - 30	Femenino	18	1	7	26	16.99	
		Masculino	16	6	3	25	16.33	
	31 - 50	Femenino	14	8	5	27	17.7	
		Masculino	15	6	4	25	16.33	
	51 - 70	Femenino	9	9	7	25	16.33	
		Masculino	11	11	3	25	16.33	
	TOTAL			83	48	22	153	100
	Grupo 2	20 - 70	Masculino	14	5	1	20	50
20 - 40		Femenino	7	2	1	10	25	
41 - 70		Femenino	6	3	1	10	25	
TOTAL			27	10	3	40	100	

La tabla 2 muestra los modelos desarrollados siguiendo el proceso mostrado en la figura 1, en función de las medidas antropométricas significativas con valores de coeficiente de determinación mayores de 0.80, cada modelo cumple con los supuestos estadísticos de normalidad, homocedasticidad y multicolinealidad.

Tabla 2. Modelos matemáticos en función de las medidas antropométricas significativas con $R^2 > 0.80$.

Tipo	Características	Modelo Matemático	Supuestos	R ²
General	Talla	$= 42.6489798 + 0.5240497* LMB + 0.9853923 * LM + 0.9845776* ART + 0.2249044*ARMal$	ok	0.8128
	Masculino Peso	$= -87.5083 + 0.8399*CB + 0.331*CC + 0.4170*CMM + 0.8310*CPant + 1.0881* ART$	ok	0.8588
Género	Peso femenino < 40	$= -103.0276189 + 1.2011331* CB + 1.6225570* LM + 0.4264043 *CC + 0.4632548*CMM + 0.7585856 *CPant + 0.4776434*ART$	ok	0.9232
	Peso Femenino > 40	$= -72.0007537 + 1.6353819 *CM+ 0.3617789*CC + 0.8559245*CMM + 0.8412646 *ART$	ok	0.887

donde:

CB: Circunferencia Braquial o Circunferencia de Brazo (cm)

LM: Largo de la mano (cm)

CC: Circunferencia de cintura (cm)

CMM: Circunferencia de Muslo Medio (cm)

CPant: Circunferencia de Pantorrilla (cm)

LMB: Longitud de Media Brazada (cm)

ARmal: Altura Rodilla Maleolo (cm)

ART: Altura Rodilla Talón (cm)

En cuanto a la variable talla, las variables significativas relacionadas son la longitud de media brazada (LMB) con $R^2=0.85$; Largo de la Mano (LM) con $R^2=0.80$; Altura Rodilla Talon (ART) con $R^2=0.87$ y Altura Rodilla Maleolo (ARMal) con $R^2=0.62$, este modelo puede estimar la talla de las personas sin distinción de sexo y edad.

Para la variable peso, se ha dividido para mujer y varón, los datos obtenidos para el peso de los varones en el rango de 20 a 70 años presentan una distribución normal, mientras que los datos de mujeres, fue necesario considerar una edad quiebre de 40 años, por lo que hay un modelo para estimar el peso en mujeres mayores y otro en menores de 40 años. En el modelo de estimación de peso para varones las medidas con mayor relación son Circunferencia Braquial (CB) $R^2=0.81$, Circunferencia de

cintura (CC) $R^2=0.71$, Circunferencia Muslo Medio (CMM) $R^2=0.72$, Circunferencia de Pantorrilla (CPant) $R^2=0.70$ y Altura Rodilla Talón (ART) $R^2=0.73$, de igual manera se muestra la relación de peso en mujeres con las variables de Circunferencia Braquial (CB) $R^2= 0.81$, Largo de la Mano (LM) $R^2=0.70$, en Circunferencia de Muñeca (CM) $R^2= 0.78$, en Circunferencia de Cintura (CAbd) $R^2=0.71$, en Circunferencia de Muslo Medio (CMM) $R^2=0.72$ y Circunferencia de Pantorrilla (CPant) $R^2=0.70$.

Los modelos fueron evaluados en 40 pacientes, cuyos datos no fueron usados para la determinación de los coeficientes. Los métodos usados para evaluar la estimación de los modelos fue el RSME donde los valores más cercanos a cero tienen un mejor valor de estimación según Carbone et al.(12,13), el otro método es la diferencia crítica de Bland Altman(14), basado en la diferencia de los valores estimados respecto a la media.

La tabla 3 muestra los resultados de la evaluación de los modelos para la estimación de talla y peso, por los métodos mencionados, con un nivel de confianza de 95%.

Tabla 3. Evaluación de los modelos generados para estimar Peso y Talla

Modelo	Root Mean Squared Error - RSME	Diferencia Crítica Bland Altman
Talla	3.33	6.169
Peso masculino	4.458	8.419
Peso Femenino < 40 años	4.911	9.767
Peso femenino > 40 años	4.784	6.501

DISCUSIÓN

La antropometría es un método que muestra la distribución de la composición corporal de los compartimentos de masa grasa y muscular. A través de la historia se han creado y diseñado diferentes modelos matemáticos en base a mediciones corporales, con el fin de predecir el peso y la talla. Los estudios de las longitudes y dimensiones corporales del ser humano iniciaron desde “El Hombre de Vitruvio”, en el siglo I a.C, redescubierto durante el Humanismo y difundido en el Renacimiento por Leonardo da Vinci, todo esto da a entender el gran avance para conocer las dimensiones humanas y la relación con el peso y talla (15).

En el modelo para la estimación de la talla, las variables significativas son: LMB, LM, ART y ARMal. La media brazada o longitud media del brazo es considerada una medida eficiente y de fácil acceso para evaluar tanto a hombres como a mujeres, es la representación de la mitad de la talla real, según la relación de dimensiones corporales (16). En investigaciones anteriores la media brazada es considerada efectiva para mujeres y hombres menores de 80 años, pues los adultos mayores a esta edad pueden presentar alteraciones en su talla por la postura (17).

En el caso de la altura rodilla talón y altura rodilla maléolo son consideradas en proporción de dimensiones corporales como la representación de la cuarta parte de la altura real, estas medidas son las más utilizadas y precisas para la estimación de talla debido a que los huesos largos no cambian con la edad presentando así una mayor correlación con la talla real (18).

La medición del largo de la mano, es una medida actual, usada mayormente por los forenses para identificar la talla de los pacientes, esta medida fue probada en anteriores estudios de estimación de talla, en población China, agregaron a esta la longitud del pie derecho, y en estudios en población India agregaron el ancho de la mano; ambas poblaciones consideraron el largo de la mano como una medida favorable para estimar la talla, de la misma manera, el presente estudio consideró el largo de la mano como una buena variable para estimar la talla en adultos peruanos (19,20).

En el modelo para estimar peso en varones, las variables que resultaron significativas son CB, CC, CMM, Cpant y ART. En el caso de las circunferencias (CB, CC, CMM y CPant), estas resultaron relevantes para la creación de los modelos de estimación de peso mas no el de la talla, esto es validado por estudios anteriores que destacan la medición de los diámetros como más adecuadas para estimar peso; las circunferencias de los miembros corporales incluye la medición del hueso, el cual está rodeado por una masa de tejido muscular y recubierta por una capa de grasa

subcutánea, mostrando el volumen real que tienen las personas en diferentes zonas del cuerpo humano, aclarando el panorama del peso real (21,22).

Al igual que anteriores investigaciones, en este estudio se incluye la altura rodilla talón como una buena variable para estimar el peso tanto en varones como en mujeres, debido a que mientras más longitud se tenga en huesos largos, mayor talla tendrá el paciente lo que indicará a su vez un mayor peso, esto relacionado con las circunferencias para detallar el volumen exacto que el paciente presenta (16,18).

En el caso de los modelos para estimar el peso en mujeres, estos difirieron en algunas mediciones, en las mujeres menores de 40 años, las variables significativas fueron CB, LM, CC, CMM, CPant y ART; y en las mayores de 40 años las variables fueron CM, CC, CMM y ART; teniendo diferencias de variables, siendo más sensibles la Circunferencia Braquial (CB), Largo de la Mano (LM) y Circunferencia de Pantorrilla (CPant) para las peruanas menores de 40 y la Circunferencia de Muñeca (CM) para las mayores de 40.

La circunferencia de la pantorrilla (CPant), indicador del tejido muscular y graso, tiene un papel valioso en la determinación de la composición corporal en personas mayores, varias investigaciones confirman su importancia para denotar pérdida y estimación de peso, midiendo así el nivel de desnutrición en adultos mayores de 65 años; muy pocos mencionan el uso de la CPant como medida para jóvenes y adultos, no obstante, en esta investigación la CPant logró ser más sensible para estimación de peso en mujeres de 20 a 40 años y varones de 20 a 70 años, coincidiendo con la investigación de la autora del modelo de Rabito et al., uno de los modelos de estimación más usados, este usa la medición de CPant como variable de estimación de peso en brasileños, considerándola una medición inequívoca para estimar el peso en población mayor de 18 y con relevancia para mostrar cambios notables del peso a través del tiempo. En el caso de las mujeres mayores de 40 a 70 años, la medición de la CPant, obtuvo un adecuado puntaje de relación, pero no fue lo suficientemente significativo para considerarla en el modelo (8,23–25).

En el caso del largo de la mano, esta resultó como una medida significativa para estimar el peso en mujeres menores de 40 años, en investigaciones anteriores este dato fue más usado para estimar talla en adultos y peso en recién nacidos, por lo que este estudio incluye una nueva apertura a una medida de estimación de peso (21).

La medición de Circunferencia Braquial fue sensible para el grupo de mujeres menores de 40 años, esta medición también se usa como un adecuado indicador del estado nutricional de niños y adultos mayores al medir la masa muscular en relación a reserva proteica, además logra ser una medición muy accesible y sensible a cambios

corporales, resultando en este y en otros estudios como una buena variable para estimar peso (26).

En el caso de la circunferencia de muñeca, presenta una alta correlación con la densidad corporal, ha sido usada para determinar la contextura y el peso ideal de las personas por medio de una estimación de su estructura ósea, favorece el conocimiento del grosor de los huesos, la masa muscular y la masa grasa que los rodea, pues estos hacen variar el peso de las personas al ser más delgados o gruesos. Esta medida es considerada adecuada para estimación de peso en personas adultas mayores, esto mismo fue comprobado por Pouria et al. quien en su investigación analizó el rendimiento de predicción de esta medición a los cambios metabólicos durante 15.5 años en adultos de Irán, destacando la significancia de esta medida como predictora y la independencia que tiene de otras mediciones para analizar el cambio de sobrepeso a obesidad en las mujeres (10,27,28).

Las medidas de Circunferencia de Cintura, Circunferencia Media del Muslo y Altura Rodilla Talón, fueron sensibles para estimar el peso de todo el grupo de mujeres evaluadas, estas mediciones al igual que en el grupo de varones logran tener gran sensibilidad para medir el volumen y la longitud de la persona, además influyen positivamente para la estimación de peso en los pacientes, estas están presentes en anteriores modelos de estimaciones, como Chumlea et al.(9) y Rabito et al (7,10).

En la actualidad, se siguen desarrollando diferentes métodos para ver la composición corporal de los pacientes y brindarles mayor exactitud de su estado de salud; los modelos de Rabito, Chumlea, Crandall, OMS y otros, son usados por el personal de salud desde hace mucho tiempo para estimar peso y talla, pero el alto costo y diferencia fenotípica con la que fueron elaborados provoca que haya un porcentaje significativo de error en cada medida realizada, por lo tanto, la necesidad de diseñar modelos específicos para la población peruana ya se había presentado en anteriores investigaciones, las cuales solo englobaron a grupos de adultos mayores o sólo mujeres, por lo que existía aún la necesidad de proporcionar una mejor opción al personal de salud peruano; cada modelo diseñado en este estudio, fue probado y logró estimar significativamente el peso y la talla de cada grupo para el que fue creado, esto comprobado por el RMSE, esta investigación es similar a muchos otros estudios que diseñaron nuevos modelos matemáticos de estimación específicos para sus poblaciones, cómo Mantilla en Colombia, creando un modelo de estimación de talla, brindando al igual que este estudio una mejor opción a su población (29,30).

Conclusiones

Los modelos creados en este estudio para estimar peso y talla en adultos peruanos lograron dar estimaciones muy significativas y cercanas al peso y talla reales. Los resultados obtenidos al diseñar los modelos de estimación de peso y talla confirman que los diámetros son más efectivos para la estimación de peso y las longitudes para la talla, además una de las ventajas de estos modelos de estimación es que pueden utilizarse en clínicas y hospitales, puesto que el equipo requerido es económico y fácil de utilizar, lo que permite completar el diagnóstico clínico y ofrecer una atención integral al paciente.

Recomendaciones

- Probar los nuevos modelos creados en esta investigación, en hospitales u otros pacientes y crear nuevos estudios comparativos
- Ver la efectividad de los modelos matemáticos en diferentes campos clínicos y cómo éstos mejoran la evaluación de los pacientes.

Declaración de financiamiento y de conflicto de interés:

Los autores declaran que no hay conflictos de intereses potenciales.

REFERENCIAS

1. Olfert MD, Barr ML, Charlier CM, Famodu OA, Zhou W, Mathews AE, et al. Self-Reported vs. Measured Height, Weight, and BMI in Young Adults. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2018 [cited 2019 Jun 2];15(10). Available from: <https://doi.org/10.3390/ijerph15102216>
2. Yépez Almeida R. Estandarización de medidas antropométricas: peso, talla, circunferencia de cuello, cintura y cadera en el paciente ambulatorio y hospitalizado del Hospital de los Valles [Internet]. *Bases de la Medicina Clínica. Universidad de San Francisco de Quito*; 2017 [cited 2019 Mar 20]. Available from: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6997/1/135142.pdf>
3. Sillero Quintana M. TEMA 1. La evolución de la Antropometría a lo largo de la historia. [Internet]. 2006 [cited 2019 May 18]. Available from: <http://ocw.upm.es/educacion-fisica-y-deportiva/kinantropometria/contenidos/temas/Tema-1.pdf>
4. Federación Latinoamericana de Terapia Nutricional, Angarita G C. Evaluación del estado nutricional en paciente hospitalizado. *Nutr Clínica y Metab* [Internet]. 2009;1:1–57. Available from: <http://www.aanep.com/docs/Consenso-Final-Evaluacion-Nutricional.pdf>
5. Veramendi-Espinoza LE, Zafra-Tanaka JH, Salazar-Saavedra O, Basilio-Flores JE, Millones-Sánchez E, Pérez-Casquino GA, et al. Prevalencia y factores asociados a desnutrición hospitalaria en un hospital general; Perú, 2012. *Nutr Hosp* [Internet]. 2013;28(4):1236–43. Available from: <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2013.28.4.6390>
6. Savino P. Desnutrición hospitalaria: grupos de soporte metabólico y nutricional. *Rev Colomb Cirugía* [Internet]. 2012 [cited 2018 Aug 15];27(2):46–54. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcci/v27n2/v27n2a7.pdf>
7. Rabito EI, Vannucchi GB, Suen VMM, Neto LLC, Marchini JS. Weight and height prediction of immobilized patients. *Rev Nutr* [Internet]. 2006 Dec [cited 2019 Feb 17];19(6):655–61. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1415-52732006000600002>
8. Rabito EI, Mialich MS, Martínez EZ, García RWD, Jordao AA, Marchini JS. Validation of predictive equations for weight and height using a metric tape. *Nutr Hosp* [Internet]. 2008;23(6):614–8. Available from: <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v23n6/original11.pdf>
9. Chumlea W, Guo S, Roche A, Steinbaugh M. Prediction of body weight for the nonambulatory elderly from anthropometry - PubMed. *J Am Diet Assoc* [Internet]. 1988 May [cited 2021 Apr 4];88(5):564–8. Available from: <https://doi.org/10.1177/088453368800300513>
10. Barceló M, Torres O, Mascaró J, Francia E, Cardona D, Ruiz D. Assessing nutritional status in the elderly; evaluation of Chumlea's equations for weight. *Nutr Hosp* [Internet]. 2013 [cited 2021 Apr 4];28(2):314–8. Available from:

<https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.2.6320>

11. Crandall CS, Gardner S, Braude DA. Estimation of Total Body Weight in Obese Patients. *Air Med J [Internet]*. 2009 May [cited 2021 Apr 4];28(3):139–45. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.amj.2009.02.002>
12. Carbone R, Armstrong JS. Evaluation of Extrapolative Forecasting Methods: Results of a Survey of Academicians and Practitioners. *J Forecast [Internet]*. 1982 Jan 1 [cited 2022 Feb 11];1(2):215–7. Available from: <https://doi.org/10.1002/for.3980010207>
13. Hyndman RJ, Koehler AB. Another look at measures of forecast accuracy. *Int J Forecast [Internet]*. 2006;22(4):679–88. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2006.03.001>
14. Cardemil F. Análisis de comparación y aplicaciones del método de Bland-Altman: ¿concordancia o correlación? *Medwave [Internet]*. 2017 Jan 24 [cited 2022 Feb 2];17(01):e6852. Available from: </link.cgi/Medwave/Series/TyC-Estadistica/6852.act>
15. Losardo RJ, Murcia DM, Lacera Tamaris V, Hurtando de Mendoza W. Canon de las proporciones humanas y el Hombre de Vitruvio. *Rev Asoc Med Argent [Internet]*. 2015 [cited 2022 Feb 2];128(1). Available from: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-767344>
16. Nunes de Mendonça MC. CONTRIBUCIÓN PARA LA IDENTIFICACIÓN HUMANA A PARTIR DEL ESTUDIO DE LAS ESTRUCTURAS ÓSEAS Determinación de la talla a través de la longitud de los huesos largos [Internet]. [Madrid]: Universidad Complutense de Madrid; 1998 [cited 2022 Feb 3]. Available from: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/2917/>
17. Hernández-Hernández RA, Herrera H, Rodríguez-Montañez NG, Hernández-Valera Y. Segmentos corporales y talla en un grupo de adultos mayores venezolanos. *Invest Clin [Internet]*. 2005 Sep [cited 2022 Feb 3];46(3):208–10. Available from: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0535-51332005000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=es
18. Contreras Milán JM, Del Valle Corado LP. Circunferencia Braquial / Altura De Rodilla Para Estimar El Peso Corporal [Internet]. Universidad de San Carlos de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala; 2015 [cited 2019 Feb 17]. Available from: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_9525.pdf
19. Pal A, De S, Sengupta P, Maity P, Dhara PC. Estimation of stature from hand dimensions in Bengalee population, West Bengal, India. *Egypt J Forensic Sci [Internet]*. 2016 Jun 1 [cited 2022 Feb 3];6(2):90–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ejfs.2016.03.001>
20. Zhang X, Wei Y, Zheng L, Yu K, Zhao D, Bao J, et al. Estimation of stature by using the dimensions of the right hand and right foot in Han Chinese adults. *Sci China Life Sci [Internet]*. 2016 Dec 21 [cited 2022 Feb 3];60(1):81–90. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11427-016-0051-8>

21. Cattermole GN, Graham CA, Rainer TH. Mid-arm circumference can be used to estimate weight of adult and adolescent patients. *Emerg Med J [Internet]*. 2017 Apr 1 [cited 2022 Feb 3];34(4):231–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1136/emmermed-2015-205623>
22. Ferreira Melo AP, Kuerten de Salles R, Kunradi Vieira FG, Gonçalves Ferreira M. Methods for estimating body weight and height in hospitalized adults: a comparative analysis. *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum [Internet]*. 2014 May 27 [cited 2019 Mar 13];16(4):475–84. Available from: <http://dx.doi.org/10.5007/1980-0037.2014v16n4p475>
23. Bauce G. Evaluación antropométrica de un grupo de pacientes adultos mayores. *Rev Digit Postgrado [Internet]*. 2020 May 1 [cited 2022 Feb 3];9(2). Available from: <https://doi.org/10.37910/RDP.2020.9.2.e225>
24. López Lirola EM, Iríbar Ibabe MC, Peinado Herreros JM. La circunferencia de la pantorrilla como marcador rápido y fiable de desnutrición en el anciano que ingresa en el hospital: relación con la edad y sexo del paciente. *Nutr Hosp [Internet]*. 2016 [cited 2022 Feb 3];33(3):565–71. Available from: <https://dx.doi.org/10.20960/nh.262>
25. Modibbo MH, Taura MG. Regression Equations for Birth Weight Estimation using Anthropometric Measurements of Hand and Foot of Hausa new Born Babies in Kano-Nigeria. *Bayero J Pure Appl Sci [Internet]*. 2014 Jan 7 [cited 2022 Feb 3];6(1):186–9. Available from: <https://doi.org/10.4314/bajopas.v6i1.35>
26. Mousapour P, Barzin M, Valizadeh M, Mahdavi M, Hadaegh F, Azizi F, et al. Wrist circumference as a novel predictor of transition from metabolically healthy to unhealthy phenotype in overweight/obese adults: a gender-stratified 15.5-year follow-up. *BMC Public Health [Internet]*. 2021 Dec 1 [cited 2022 Feb 3];21(1):1–10. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12889-021-12371-7>
27. Luengo Pérez LM, Urbano Gálvez JM, Pérez Miranda M. Validación de índices antropométricos alternativos como marcadores del riesgo cardiovascular. *Endocrinol y Nutr [Internet]*. 2009 Nov 1 [cited 2022 Feb 3];56(9):439–46. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-endocrinologia-nutricion-12-articulo-validacion-indices-antropometricos-alternativos-como-S157509220972964X>
28. Hernández Hernández RA, Hernández de Valera Y. Weight-for-height in adults: comparison of classifications adjusted and non adjusted by frame size. *Arch Latinoam Nutr [Internet]*. 1998 Mar [cited 2022 Feb 3];48(1):13–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9754399/>
29. Mantilla Hernández JC, Cárdenas Durán N, Jácome Bohórquez JM. Estimación de la talla a partir de la medida de la tibia en población Colombiana. *Int J Morphol [Internet]*. 2009 [cited 2019 Jun 2];27(2):305–9. Available from: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v27n2/art04.pdf>
30. Laurente Torres Y. Validación de la altura de rodilla para estimar la talla en mujees de un centro integral del adulto mayor, 2018 [Internet]. Universidad

*Nacional Federico Villarreal; 2019 [cited 2019 May 8]. Available from:
http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2913/UNFV_Laurente_Torres_Yelitsa_Titulo_Profesional_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y*

ANEXO 2: Consentimiento informado

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
OFICINA DE GRADOS Y TÍTULOS

FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Para ser sujeto de investigación

Nombre del investigador(as): Molina Miranda María Nielsy, Lucero Cchencho Yuly Yujama

Nombre del participante:

A. PROPÓSITO DEL PROYECTO: Este es un estudio realizado por las egresadas de Nutrición Humana de la Universidad Peruana Unión para optar el grado de Licenciatura en Nutrición con el fin de crear un modelo matemático para determinar el peso y talla de la población peruana.

*** Antes de iniciar los procedimientos tendremos en cuenta las medidas de seguridad para evitar el contagio de COVID- 19, para ello el personal a cargo usara un equipo de protección personal.**

B. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1. Inicialmente se procederá a verificar los datos de peso y talla, con una balanza y tallímetro, para la comparación de resultados de este estudio.
2. Posterior a ello se iniciará la toma de perímetros (media brazada, largo y ancho de mano, altura rodilla-talón, altura rodilla-maléolo) realizados en la zona del brazo, mano y pantorrilla usando una cinta antropométrica.
3. Luego de estas medidas se tomarán las circunferencias (circunferencia braquial o del brazo, circunferencia de la muñeca, abdominal, muslo medio y pantorrilla) con el uso de una cinta antropométrica.
4. Cada medición puede durar entre 3 a 5 minutos aproximadamente.

C. RIESGOS

La participación de los adultos no implica un riesgo de salud más si un poco de incomodidad al retirarse los zapatos, ganchos, media o al levantar el brazo o flexionar la rodilla,

D. BENEFICIO

El beneficio no es directo, pero si podrá contribuir a la investigación en la creación de modelos matemáticos para estimar el peso y talla.

E. La participación del adulto es voluntaria al igual la de la familia. Tiene derecho a negarse a participar.

CONSENTIMIENTO

He leído o se me han explicado con exactitud el documento de consentimiento informado, teniendo la oportunidad de hacer preguntas que han sido contestadas correctamente. Por tanto, accedo a ser sujeto de investigación de este estudio.

Firma del participante
DNI:.....

Firma del 1 investigador(a)
DNI:.....

Firma del 2 investigador(a)
DNI:.....

ANEXO 3: Compromiso ético del Investigador

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

COMPROMISO ÉTICO DEL INVESTIGADOR

Habiendo asumido la responsabilidad de investigador o docente guía en una investigación de la Universidad Peruana Unión, cuya patrocinadora es la Iglesia Adventista del Séptimo Día, manifiesto mi respeto a la creencia en Jesucristo como Creador y Redentor (Maestro, modelo y mentor). Declaro que es mi responsabilidad ética como investigador de esta Casa de Estudios, desarrollar las actividades investigativas bajo las siguientes premisas:

1. Manifiesto mi respeto a Dios, su Palabra, las creencias y la misión que tiene la Universidad Peruana Unión.
Para cumplir con este propósito, declaro que:
 - . Respeto a la Biblia, sus principios y sus consejos.
 - a. Desarrollo las investigaciones en un marco de principios y valores cristianos y normativa de la Universidad Peruana Unión.
0. Manifiesto respeto a la vida de las personas o de animales que participan en las investigaciones (si hubiera). Así como la privacidad y confidencialidad de datos generados por la organización. Para cumplir con este propósito, declaro que:
 - . Respeto la privacidad y dignidad de las personas en el levantamiento de información.
 - a. Considero las diferentes situaciones de interculturalidad y situaciones especiales de las personas.
 - b. Utilizo formularios de consentimiento en el caso de involucrar a seres humanos.
 - c. Considero que los animales son seres vivos que forman parte de la naturaleza creada por Dios.
0. Respetar el conocimiento y producción de otros autores. Para cumplir con éste propósito, declaro que:
 - . Consigno los datos, ideas y toda producción científica o tecnológica tomando en cuenta su autoría.
 - a. Propugno el respeto a la propiedad intelectual y derechos de autor, en todas las investigaciones donde tengo la función de investigador, asesor o dictaminador.
 - b. Promuevo el uso adecuado de las bases de datos, respetando la autoría de los trabajos.
0. Fomentar el pensamiento crítico y analítico que favorece la búsqueda de la verdad y el libre intercambio de ideas. Para cumplir con este propósito, declaro que:
 - . Respeto el libre intercambio de ideas en la búsqueda de nuevos conocimientos sin desmedro de los principios que rigen la educación adventista.
 - a. Promuevo la discusión responsable de diversos puntos de vista.
 - b. Promuevo aplicar el enfoque bíblico en el desarrollo de las investigaciones.

0. Desarrollar investigaciones tendientes a mejorar la calidad de vida, orientadas a lograr la salvación de las personas. Para cumplir con este propósito, declaro que:

. Fomento el desarrollo de investigaciones basadas en los problemas identificados de las personas o comunidad, los mismos que guardan relación con la misión y objetivos institucionales.

a. Oriento la utilización de los resultados de las investigaciones a fin de mejorar la calidad de vida de las personas.

0. Mantener las más altas normas de integridad en la investigación, los procedimientos y la comunicación de los resultados. Para cumplir con este principio, declaro que:

. Actúo con integridad en el uso y la interpretación de los resultados de mis investigaciones y de las publicaciones de otros investigadores.

a. Utilizo apropiadamente el tiempo y los recursos que se me ha confiado para realizar investigaciones.

b. Cumplo con mis compromisos asumidos con la institución, con otras personas y organizaciones.

c. Cumplo las normas de utilización de los laboratorios a los que tendría acceso para el desarrollo de la investigación.

d. Concedo acceso a la información relacionada con mis investigaciones para ser evaluadas y publicadas cuidando los procesos correspondientes.

e. Respeto la asignación de tareas, la compensación, el acceso a la información

f. Respeto las limitaciones legales, profesionales, y religiosas relacionadas con mis proyectos de investigación

Estando conforme con todo lo expuesto y estipulado, ratificamos firmando en pleno uso de nuestras facultades físicas, psíquicas, mentales y civiles.

Yuly Yujama Lucero Ccencho

María Nielsy Molina Miranda

DNI:71134950

DNI:60489289

Ñaña, 20 de mayo del 2021