

# Predicción de la masa muscular apendicular en mujeres tras la menopausia

VAQUERO T. Y PRADO C.

Unidad de Antropología. Facultad de Biología.  
Universidad Autónoma de Madrid. Cantoblanco, 28049 Madrid (España).

Corresponding Author: [tamara.vaquero@predoc.uam.es](mailto:tamara.vaquero@predoc.uam.es)

## RESUMEN

Para cuantificar masa muscular en atención primaria es necesario valorar el músculo esquelético apendicular (en brazos y piernas) a partir de métodos accesibles y poco costosos como la antropometría. El objetivo del presente trabajo ha sido el desarrollar un modelo de regresión de masa muscular apendicular basado en mediciones antropométricas en una muestra poblacional de mujeres en posmenopausia. Para ello, se realizó un protocolo antropométrico estándar IBP en el lado izquierdo en 628 mujeres mayores de 50 años en posmenopausia. Entre todas las medidas antropométricas realizadas, las utilizadas como variables predictoras en el modelo de regresión fueron: edad, peso, índice de masa corporal, circunferencia muscular media del brazo relajado, diámetro bicondilar del fémur y circunferencia de la cadera trocantérea. Se utilizó la bioimpedancia como método de referencia y se aceptó el modelo mediante validación cruzada dividiendo la muestra en dos submuestras. El ajuste del modelo se comprobó mediante regresión múltiple y el método gráfico de Bland y Altman.

### Keywords:

Posmenopausia  
Ecuación  
Antropometría

La edad promedio fue de  $68.58 \pm 9.43$  años, el índice de masa corporal de  $26.06 \pm 4.02$  kg/m<sup>2</sup>, la masa muscular esquelética articular de  $16.38 \pm 1.67$  kg y el índice corregido  $6.90 \pm 0.68$  kg/m<sup>2</sup>. El ajuste del modelo fue significativo ( $F = 288.56$ ;  $P = 0.000$ ) y las variables independientes elegidas explicaban el 75% de la variabilidad de la masa muscular esquelética apendicular ( $R^2 = 0.75$ ). En conclusión, las variables antropométricas independientes elegidas explican en buena medida la variable masa muscular apendicular en esta muestra poblacional.

Recibido: 7-06-2018

Aceptado: 1-04-2019

## ABSTRACT

To quantify muscle mass in primary care it is necessary to evaluate the appendicular skeletal muscle (in arms and legs) from inexpensive and accessible methods such as anthropometry. The current work was aimed to develop a regression model of appendicular muscle mass based on anthropometric measurements with bioimpedance as a reference method. A standard IBP anthropometric protocol was performed on the left side in 628 women over 50 years of age in postmenopause. Among all the anthropometric measures performed, those used as predictor variables in the regression model were age, weight, body mass index middle muscular circumference of the relaxed arm, bicondilar diameter of the femur, and circumference of the trochanteric hip. Bioimpedance was used as a reference method. The model was validated by cross validation dividing the population sample in two subsamples. Multiple regression and Bland and Altman's graphic method verified the adjustment of the model.

### Palabras clave:

Postmenopause  
Equation  
Anthropometry

The average age was  $68.58 \pm 9.43$  years, the mean of body mass index was  $26.06 \pm 4.02$  kg / m<sup>2</sup>, the appendicular skeletal muscle mass was  $16.38 \pm 1.67$  kg and the corrected index  $6.90 \pm 0.68$  kg / m<sup>2</sup>. The adjustment of the model was statistically significant ( $F = 288.56$ ,  $P = 0.000$ ), the independent variables chosen explain 75% of the variability of the ASMM ( $R^2 = 0.75$ ). In conclusion, data and results show that the independent anthropometric variables chosen explain largely the variable appendicular muscle mass in this population sample.

## Introducción

En la mujer, en el final de su etapa reproductiva marcado por la menopausia, tienen lugar de manera progresiva una serie de cambios biológicos y fisiológicos que repercutirán en su composición corporal (Cc) (Baber et al., 2016) lo que incrementará su morbimortalidad asociada a esas modificaciones somáticas (Collins et al., 2016; Hernández y Gómez, 2016). Una de esas alteraciones es la pérdida de músculo esquelético que se suma al efecto del envejecimiento biológico.

La valoración de la Cc y, en concreto de la masa muscular, es un instrumento operacional de enorme valor en diversas áreas como la nutrición, medicina y ciencias del deporte (Pons et al., 2015; Rossi et al., 2018) además de, un importante indicador del estado de salud para la localización de grupos de riesgo (Montejo González et al., 2006). Hay que señalar, que la masa muscular (MM) alcanza su mayor desarrollo alrededor de los 40 años, y que desde ese momento se inicia un lento pero progresivo declive junto con el de la fuerza muscular que se acelera de forma significativa, pudiendo disminuir anualmente  $\approx 0.5\%$  después de los 70 años (Rendón-Rodríguez et al., 2018). Por ello, en los estudios poblacionales epidemiológicos, la cantidad de MM se considera un importante factor de riesgo de padecer futuras caídas, lesiones y fracturas las cuales repercutirán en la calidad de vida y el grado de dependencia de la población principalmente, a partir de los 65 años (Enríquez-Reyna et al., 2019).

Es conocido que la prevención de la pérdida de MM en etapas tempranas es posible (Arroyo et al., 2007; Hita-Contreras et al., 2016). Por ello, es necesario evitar que no se presten atención los casos en etapas iniciales y promover una evaluación e intervención a tiempo (Jiménez et al., 2016).

Para cuantificar la masa muscular esquelética (MME), específicamente la masa muscular apendicular o articular (MMEA), que representa la suma de la masa magra (Kg) de las piernas y los brazos, existen diferentes técnicas de medición, siendo el DEXA la principal, pero las más abordables y cercanas son la antropometría (ANT) y el análisis de bioimpedancia (BIA). A lo largo de la última década, el método más utilizado en este tipo de estudios ha sido el antropométrico (Jiménez et al., 2015; Ramírez et al., 2015; Les-

cay et al., 2017; Fonseca et al., 2018). Dicho procedimiento, está certificado por el Programa Internacional de Biología (IBP), siendo un instrumento de referencia que proporciona una estimación cuantitativa satisfactoria de los depósitos de MM. Además, estas mediciones pueden compararse con un patrón de referencia, aceptado a nivel internacional y así identificar el estado de salud y clasificar al individuo.

Alrededor de 8 millones de mujeres están pasando o han pasado por la etapa de la menopausia en España [Instituto Nacional de Estadística (INE), 2018], por lo que puede afirmarse que este grupo poblacional, cuya importancia social es indiscutible, adquiere gran relevancia en estudios de calidad de vida desde el punto de vista de su estado de salud. En consecuencia, y con el fin de valorar los cambios que acontecen en la mujer en esta etapa, la evaluación de la composición muscular durante la posmenopausia adquiere un papel relevante.

De acuerdo con todo lo mencionado y otros estudios (Martínez et al., 2017), sería conveniente promover en atención primaria métodos de evaluación del estado muscular y, convencer a los profesionales y a la salud pública sobre la necesidad de incorporar estos controles y su valoración en los exámenes rutinarios. Por consiguiente, se pretende obtener un modelo de regresión para la MMEA a partir de las variables antropométricas más utilizadas en los estudios poblacionales en Antropología Física.

## Material y Métodos

### *Diseño del estudio*

En el presente trabajo se ha desarrollado un modelo de regresión para la MMEA, basado en mediciones antropométricas que puede ser beneficioso para los usuarios de centros de atención primaria y para estudios poblacionales. Aquí, se presenta un estudio descriptivo transversal de 628 mujeres mayores de 50 años, usuarias de la Unidad de Enfermedades Metabólicas Óseas del Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz de Madrid entre los años 2010 y 2016. La participación fue voluntaria. El consentimiento informado de cada participante fue obtenido siguiendo los

procedimientos éticos de la Declaración de Helsinki (2013).

### *Medidas antropométricas*

Todas las medidas se tomaron en el lado izquierdo, utilizando material antropométrico especializado y siguiendo el protocolo recomendado por el Programa Internacional de Biología, PIB (Weiner y Lourie, 1981). El protocolo antropométrico incluyó las siguientes medidas:

- Edad (años), se obtuvo por fecha de nacimiento en una entrevista personal.
- Talla (cm), medida con un tallímetro calibrado portátil (modelo SECA) de precisión 1 mm. El sujeto descalzo totalmente erguido con los pies juntos y la cabeza orientada de acuerdo con el plano de Frankfort.
- Peso corporal (kg), tomado por la mañana en ayunas en la báscula de bioimpedancia (modelo BC-601, precisión 10g) sin zapatos.
- Perímetro de brazo relajado (cm), se utilizó una cinta métrica flexible de doble cara de 150 cm con una precisión de 0.1 cm. La CMMB se obtuvo mediante la siguiente fórmula:  $CBr - \pi$  pliegue tricipital (cm).
- El resto de perímetros (cm) se tomaron con el sujeto de pie, la Ccm por encima inmediatamente de la cresta ilíaca (circunferencia máxima), y la Cct en la zona de mayor circunferencia a la altura de los trocánteres mayores.
- Pliegue cutáneo de tríceps (mm), se utilizó un plicómetro Holtain (lipocalibre) con una presión constante de 10 mm<sup>2</sup> y una sensibilidad de 0.1 mm. Todas las medidas se efectuaron por triplicado utilizando la media como valor final. La unidad para su uso estadístico será en cm.
- DBH y DBF (cm), medidos con un calibre de aluminio con una profundidad de las ramas de 50 mm y precisión de 1 mm incluido en el equipo antropométrico SH.

- IMC, se calculó de acuerdo con la fórmula peso/talla<sup>2</sup> (kg/m<sup>2</sup>) y se utilizaron los puntos de corte según la OMS (1990).

En el Anexo, al final del texto, puede encontrarse la descripción detallada de los acrónimos asociados a cada una de las medidas utilizadas en el presente estudio.

### *Criterios de exclusión*

Índice de Masa Corporal (IMC) en rango  $\leq 20$  kg/m<sup>2</sup> y  $\geq 40$  kg/m<sup>2</sup> y talla  $\leq 1.40$  m. Se excluyeron 22 participantes por presentar alguno de estos criterios de exclusión. La muestra final quedó constituida por un total de 628 mujeres españolas.

### *Bioimpedancia (BIA)*

La impedancia bioeléctrica es una técnica utilizada para medir la composición corporal, basada en el contenido en agua y la conducción iónica de los volúmenes biológicos. La masa muscular esquelética total (MME) se determinó mediante BIA con el modelo de báscula tetrapolar (TANITA BC-601, 50 kHz, multifrecuencia). A partir de MME (Kg) y, siguiendo el criterio de Iannuzzi-Sucich et al., (2002), se obtuvo la masa muscular apendicular (MMEA) estimada como el 75% de MME. Por último, el índice de masa muscular apendicular (IMMEA) expresada en kg con la fórmula:  $MMEA/altura^2$  (m).

### *Análisis estadístico*

El procesamiento de los datos se realizó a través del programa SPSS versión 20. Se comprobó la normalidad de las variables numéricas con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Las variables que se distribuyen normalmente son: edad ( $Z = 1.223$ ,  $P = 0.096$ ); CCt ( $Z = 1.196$ ,  $P = 0.073$ ); CCm ( $Z = 0.803$ ,  $P = 0.840$ ) e IMC ( $Z = 1.230$ ,  $P = 0.133$ ). Los resultados de variables cuantitativas se describieron mediante valores de media y desviación estándar.

Las variables detalladas en la sección de “material” fueron correlacionadas con la MMEA, obtenida

por BIA mediante la prueba de correlación de Spearman, para identificar aquellas medidas que mostraran la mayor correlación con ella. De este modo, se seleccionaron seis variables que mostraron los valores más significativos (para más detalles ver Tabla 1). Estas variables fueron seleccionadas para realizar los modelos de regresión lineal múltiples en la siguiente fase del estudio.

Tabla 1: Correlación entre las variables predictoras y el valor de MMEA medido por BIA.

BIA: Bioimpedancia. P: P-valor de la prueba de correlación de Spearman.

| MMEA  | Edad   | Peso  | CMMB  | CCt   | DBF   | IMC   |
|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| (BIA) | -0.207 | 0.775 | 0.557 | 0.485 | 0.413 | 0.486 |
| P     | 0.00   | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  |

A continuación, para validar el modelo de regresión (Lera et al., 2014, Pérez Planells et al., 2015; Lupón et al., 2015), la muestra total (n = 628) se dividió en dos submuestras de igual tamaño (50%) y de forma aleatoria (método binomial SPSS), siendo un grupo, el de predicción (se obtiene el modelo de regresión) y, el otro, el de validación (se comprueba que el modelo es adecuado), con el objetivo de garantizar que la ecuación sea independiente de los datos de la muestra escogidos. Después, se obtuvieron modelos de regresión en ambas submuestras y, en la muestra total, a través del análisis de regresión lineal múltiple por el método de “introducción”. La MMEA por BIA fue la variable dependiente y las variables independientes las más correlacionadas con ella. La significación se estableció para una  $P < 0.05$ . El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) corresponde al efecto del coeficiente de correlación múltiple e indica la proporción de varianza de la variable dependiente explicada por la correlación múltiple.

La exactitud de la estimación de la MMEA por la ecuación respecto a la MMEA obtenida por BIA, se probó mediante la prueba no-paramétrica U de Mann-Whitney. Un valor de  $P > 0.05$  nos indica que no existen diferencias significativas entre los resultados obtenidos por la ecuación y el método de referencia. Se utilizará la prueba U de Mann-Whitney para comprobar que no hay diferencias significativas entre los valores medios de las variables predictoras en las dos sub-

muestras así como en la muestra total. Las diferencias entre las ecuaciones de regresión se estudiarán con la prueba ANOVA.

La evaluación gráfica de los resultados se hizo mediante el gráfico de dispersión resultante del modelo de regresión, y del método de Bland y Altman (1986). Este último, consiste en comparar dos técnicas de medición (BIA y ANT) sobre la misma variable cuantitativa (MMEA). Diferencia de medias en el eje Y frente al valor promedio de ambos métodos en el eje X. La representación de los límites de concordancia permite juzgar visualmente la proximidad de ambos métodos. Estos límites establecen el rango en el que se encontrarán aproximadamente un 95% de las veces, las diferencias entre los datos de una técnica y de la otra. Cuanto menor sea el rango entre los límites, mejor resultará la validación.

## Resultados

La media de edad fue de  $68.58 \pm 9.43$  años. Se obtuvo una talla promedio de  $167.20 \pm 4.37$  cm y un peso medio de  $61.98 \pm 10.01$  kg. Continuando con el promedio de variables antropométricas:  $85.76 \pm 11.44$  cm de CCm y,  $100.49 \pm 9.96$  cm de CCt. Se obtuvo una media de CMMB de  $27.22 \pm 3.32$  cm, de DBH  $5.99 \pm 0.61$  cm y  $8.93 \pm 0.96$  cm DBF. Respecto a las variables de Cc, el IMC medio fue de  $26.06 \pm 4.02$  kg/m<sup>2</sup>, la MMEA de  $16.40 \pm 1.77$  kg y el IMMEA de  $6.90 \pm 0.68$  kg/m<sup>2</sup>.

En la Tabla 2 se detallan las medidas antropométricas analizadas por grupos de edad. En la Tabla 3 se muestran las mediciones corporales antes mencionadas de las dos submuestras obtenidas al dividir aleatoriamente la muestra total. Estas características son estadísticamente similares entre ambas, sin tener diferencias significativas entre ellas ( $P > 0.05$ ). La Tabla 4 muestra las ecuaciones de regresión para MMEA en las dos submuestras y en la muestra total. Las variables seleccionadas como predictoras fueron: edad, CMMB, IMC, peso, CCt y DBF. Por un lado, la correlación de las variables con el modelo de regresión estimado fue significativa ( $P \leq 0.05$ ). Por otro, el modelo predictivo obtenido para la muestra total explicaba el 75% de la variabilidad total ( $R^2 = 0.752$ ). Cabe destacar que el promedio de MMEA obtenido por la ecuación de re-

Tabla 2: Características antropométricas de la muestra por grupos de edad.

| Edad (años) | Talla (m) | Peso (Kg)   | IMC (Kg/m <sup>2</sup> ) | DBF (cm)  | DBH (cm)  | CCm (cm)    | CCt (cm)     | CMMB (cm)   |
|-------------|-----------|-------------|--------------------------|-----------|-----------|-------------|--------------|-------------|
| 45-55       | 1.57±0.06 | 61.82±10.69 | 24.85±4.10               | 9.00±0.82 | 6.11±0.55 | 80.38±9.93  | 95.59±9.17   | 26.66±3.39  |
| 56-70       | 1.54±0.65 | 63.90±11.05 | 26.68±4.47               | 9.04±0.92 | 6.08±0.69 | 86.13±11.14 | 101.12±10.11 | 27.47±3.258 |
| > 70        | 1.51±0.62 | 61.95±9.68  | 27.06±4.08               | 9.08±0.96 | 6.01±0.58 | 88.45±11.07 | 102.80±9.97  | 27.09±3.33  |

gresión y la medida promedio, como resultado del análisis de bioimpedancia, fueron significativamente similares ( $16.26 \pm 1.62$  Kg vs  $16.38 \pm 1.67$  Kg;  $U = -0.838$ ,  $P = 0.402$ ).

En la Figura 1, se observa el diagrama de dispersión de la relación entre los valores promedio de MMEA, obtenidos por el método BIA, y los estimados por la ecuación de predicción. El ajuste de la nube de puntos muestra una relación lineal positiva entre los valores y un coeficiente de correlación entre ellas lo suficientemente significativo ( $R^2 = 0.752$ ,  $P \leq 0.05$ ). La Figura 2, mediante el análisis de Bland y Altman (1986), muestra la relación entre el valor promedio de los valores de MMEA medidos y estimados (según BIA y ANT respectivamente) con su diferencia. Se observa una buena concordancia entre ambos métodos (diferencia promedio 0.042), la diferencia media entre el valor obtenido por ambos procedimientos es próxi-

ma a cero, lo que confirma que el valor de MMEA validado no es sub o sobrestimado.

Por último, la ecuación antropométrica obtenida fue:

$$MMEA (kg) = 0.241 (\text{peso en Kg}) + 0.034 (\text{CMMB en cm}) - 0.051 (\text{CCt en cm}) + 0.062 (\text{DBF en cm}) - 0.212 (\text{IMC}) - 0.013 (\text{edad en años}) + 11.549$$

## Discusión

En este estudio se ha intentado hacer una estimación de MMEA, muy próxima al valor obtenido por BIA, con un modelo de regresión de variables antro-

Tabla 3: Características de las variables predictoras para las dos submuestras obtenidas al dividir aleatoriamente la muestra total. Tamaño muestral (n = 628).

D.S.: Desviación Estándar. U: estadístico de contraste de Mann-Whitney, P: valor de significación. P-valor estadísticamente significativo para  $P > 0.05$ .

| Variables predictoras | Submuestra 1<br>n = 314 |      | Submuestra 2<br>n = 314 |       | Significación |      |
|-----------------------|-------------------------|------|-------------------------|-------|---------------|------|
|                       | Media                   | D.S. | Media                   | D.S.  | U             | P    |
| Edad                  | 68.89                   | 8.96 | 68.76                   | 8.99  | -0.87         | 0.39 |
| Peso                  | 61.68                   | 9.61 | 61.76                   | 10.25 | -0.23         | 0.81 |
| IMC                   | 26.14                   | 3.99 | 26.06                   | 4.05  | -0.54         | 0.59 |
| CMMB                  | 26.76                   | 3.15 | 26.91                   | 3.19  | -1.16         | 0.24 |
| CCt                   | 100.66                  | 9.20 | 100.68                  | 9.28  | -0.43         | 0.67 |
| DBF                   | 8.93                    | 0.94 | 8.90                    | 0.97  | -0.56         | 0.57 |
| MMEA (BIA)            | 16.26                   | 1.64 | 16.42                   | 1.86  | -0.84         | 0.40 |

Tabla 4: Ecuaciones de predicción obtenidas para las submuestras y la muestra total.

E.E.: error estándar, R<sup>2</sup>: coeficiente de determinación, EEE: error estándar de la estimación. Sig.: Significación estadística. Las diferencias fueron analizadas mediante Anova (Estadístico F).

| Ecuaciones     | Submuestra 1<br>(n = 314) | Submuestra 2<br>(n = 314) | Muestra total<br>(n = 628) |
|----------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Constante ± EE | 11.47 ± 0.791             | 11.447 ± 0.918            | 11.549 ± 0.602             |
| CMMB ± EE      | 0.059 ± 0.023             | 0.010 ± 0.027             | 0.034 ± 0.018              |
| IMC ± EE       | -0.237 ± 0.029            | -0.191 ± 0.031            | -0.212 ± 0.021             |
| DBF ± EE       | 0.149 ± 0.061             | 0.017 ± 0.063             | 0.067 ± 0.044              |
| Peso ± EE      | 0.234 ± 0.014             | 0.246 ± 0.013             | 0.241 ± 0.009              |
| CCt ± EE       | -0.052 ± 0.012            | -0.049 ± 0.014            | -0.051 ± 0.009             |
| Edad ± EE      | -0.016 ± 0.006            | -0.011 ± 0.007            | -0.013 ± 0.005             |
| R <sup>2</sup> | 0.744                     | 0.769                     | <b>0.752</b>               |
| EEE            | 0.840                     | 0.905                     | 0.876                      |
| F              | 139.209                   | 151.486                   | 288.562                    |
| Sig.           | 0.00                      | 0.00                      | 0.00                       |

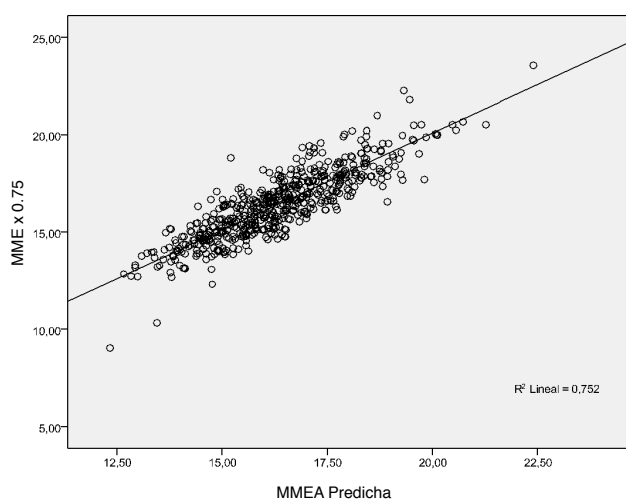


Figura 1: Diagrama de dispersión entre los valores de MMEA medidos por BIA y los estimados por la ecuación de predicción para la muestra total.

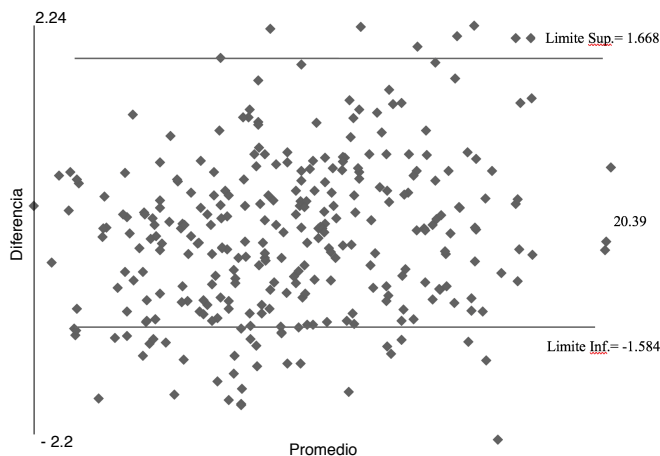


Figura 2: Diagrama de dispersión entre el promedio de los valores medidos de MMEA y los estimados por la ecuación de predicción y su diferencia [método de Bland y Altman (1986)].

Limites Sup y Limite Inf: Límites de concordancia

ométricas en una muestra poblacional de mujeres de edad mediana en posmenopausia. La evaluación fiable de la cantidad de masa muscular (MM) de la mujer durante el climaterio se presenta con un elemento prioritario en las investigaciones que tienen como punto focal este grupo poblacional.

Existen trabajos publicados con ecuaciones predictoras que determinan la masa muscular total o apendicular, para su posterior utilización en poblaciones de edad mediana y geriátricas (Lee et al., 2000; Visvanathan et al., 2012; Lera et al., 2014; Canda, 2015). Sin embargo, utilizan otros métodos de validación de sus modelos, principalmente el DEXA y, entre ellos, se destacan las ecuaciones del estudio con adultos con edades > 65 años en Nuevo México de Baumgartner et al., (1998) y la de Janssen et al., (2000) con hombres y mujeres de 18 a 88 años.

Las ecuaciones de estos trabajos tienen limitaciones para su aplicación en este estudio. Por un lado, no existe un acuerdo sobre qué variables predictoras elegir para la obtención del modelo ni sobre el método de referencia a utilizar. Tampoco hay consenso sobre si medir MME o MMEA, ni sobre el origen y grupo de edad para el que fueron diseñadas. Con estos escenarios, la incidencia de baja masa muscular en una misma población puede variar considerablemente según la

ecuación empleada y el método de referencia comparativo (Demerath et al., 2007; Malina et al., 2007).

Aunque en la mayoría de los trabajos de la literatura proponen la utilización del DEXA para valorar la masa muscular (ver revisión de Pagotto y Silveira, 2014; Villegas y Colmenares, 2015; Holguera et al., 2017) en este estudio se ha utilizado BIA. Este método ha resultado ser válido en otros trabajos de investigación sobre Cc en mujeres (Erselcan et al., 2000; Alburquerque, 2008; Malafarina et al., 2012; Buendía et al., 2015; Cox et al., 2015; Camina-Martín et al., 2016). Por otro, ha sido utilizado en importantes estudios epidemiológicos [NHANES III (Alexandre et al., 2003); Cardiovascular Health Study (Fried et al., 1998)].

Del mismo modo, el uso de la ANT como método de medida principal en este estudio, además de por ser el más extendido en investigaciones sobre este tópico, se debe también a su fácil aplicación, a que es práctico, económico y no invasivo (Jiménez et al., 2015).

Para el diagnóstico de la masa muscular se eligió MMAE en lugar de MME ya que de acuerdo con otros autores (Heymsfield et al., 1990; Cruz-Jentoft et al., 2010) se considera la parte principal de la musculatura implicada en las actividades ambulatorias, físicas y de funcionalidad. Respecto a las variables elegidas para el modelo de regresión, todas se correlacionaban

positiva y significativamente con la MMEA, excepto la edad que era negativa. Entre ellas, la edad y el peso eran imprescindibles para la valoración de la masa libre de grasa, MLG. En lugar de la talla, se incluyeron las variables IMC y CCt para reducir la posible sobrestimación de MM en adultos con sobrepeso (Vaillant et al., 2015), y el DBF por su importancia en la caracterización morfológica de la masa muscular en el tren inferior (Chevalier et al., 2018) y la CMMB al ser un método fiable de valoración y un buen indicador de estatus muscular (Gómez y del Sol, 1998).

Para validar el modelo de regresión, la validación cruzada es una técnica utilizada en publicaciones similares (Lera et al., 2014; Campos et al., 2018, Ramos-Jiménez, 2018) puesto que separar el conjunto de datos disponibles en dos subconjuntos, uno para entrenar el modelo y, otro para validarlo, confirma la eficacia de la ecuación obtenida y garantiza su validez para esta muestra poblacional.

Por otro lado, el método gráfico de Bland y Altman, al permitir comparar dos técnicas de medición sobre una misma variable cuantitativa (MMEA), es aplicable en el presente trabajo y, verifica además que los valores obtenidos por dos mediciones diferentes (BIA y ANT) son los mismos o muy próximos y no sólo proporcionales unos con otros (Cardemil, 2017; Rojas et al., 2017).

En conclusión, se ha logrado predecir con un índice de ajuste más que aceptable la masa muscular de brazos y piernas a partir de medidas antropométricas de fácil acceso, en una población sensible, no solo debido a la edad sino también a la etapa del ciclo biológico en la que se encuentran. Como objetivo a corto plazo, gracias a la predicción de la MMEA, será necesario obtener un punto de corte válido y fiable que discrimine para baja masa muscular e identifique población de riesgo para población española en posmenopausia.

## Anexo

Abreviaturas utilizadas en el presente estudio: INE (Instituto Nacional de Estadística), ANT (antro-

pometría), BIA (impedancia bioeléctrica), DEXA (densitometría dual de rayos X), IBP (programa internacional de biología), MM (masa muscular), MME (masa muscular esquelética), MMEA (masa muscular esquelética apendicular), IMMEA (índice de masa muscular esquelética apendicular), composición corporal (Cc), MLG (masa libre de grasa), IMC (índice de masa corporal), diámetro bicondilar de húmero (DBH), diámetro bicondilar del fémur (DBF), circunferencia de brazo relajado corregida (CBr), circunferencia media muscular del brazo (CMMB), circunferencia de cadera trocantérea (CCt), circunferencia de cintura máxima (CCm).

## Bibliografía

- Albuquerque Sendín, F. (2008). Estudio comparativo intermetodológico de la composición corporal (Antropometría, BIA y DEXA). Tesis Doctoral en Ciencias Biosanitarias, Universidad de Salamanca (gredos.usal.es).
- Alexander C.M., Landsman P.B., Teutsch, S.M., Haffner S.M. (2003) NCEP-defined metabolic syndrome, diabetes, and prevalence of coronary heart disease among NHANES III participants age 50 years and older. *Diabetes* 52 (5): 1210-1214.
- Arroyo P., Lera L., Sánchez H., Bunout D., Santos J.L., Albala C. (2007) Indicadores antropométricos, composición corporal y limitaciones funcionales en ancianos. *Rev Med Chil* 135 (7): 846-854.
- Baber R.J., Panay N., Fenton A., Pérez López F.R., Storch E., Villaseca P., Llana P. (2016) Recomendaciones 2016 de la IMS sobre salud de la mujer de edad mediana y terapia hormonal de la menopausia. *Climacteric (Carnforth)* 19: 109-150.
- Baumgartner, R. N., Koehler, K. M., Gallagher, D., Romero, L., Heymsfield, S. B., Ross, R. R. et al., (1998) Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol*, 147 (8): 755-763.
- Bland J.M., Altman D.G. (1986) Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1 (8476): 307-310.
- Buendía, R.G., Zambrano, M.E., Gámez, D., Reyes, N., Vásquez, L.F., Reino, A.A. Morales A. (2015) Is there sarcopenia in patients under 30 years by bioelectrical impedance criteria? *Acta Med Colomb* 40 (2): 132-137.
- Camina-Martín M.A., de Mateo-Silleras B., Malafarina V., Lopez-Mongil R., Niño-Martín V., López-Trigo J.A. et al., (2016) Valoración del estado nutricional en Geriatría: declaración de consenso del Grupo de Nutrición de la Sociedad Española de Geriatría y Gerontología. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 51 (1): 52-57.
- Campos R.G., Carrillo J.P., Fierro A.A., Albornoz C.U., Cossio-Bolaños, M. (2018) Validación de ecuaciones y propuesta de valores referenciales para estimar la masa grasa de jóvenes

- universitarios chilenos. *Endocrinol, Diabetes Nutr* 65 (3): 156-163.
- Canda, A. S. (2015). Puntos de corte de diferentes parámetros antropométricos para el diagnóstico de sarcopenia. *Nutr Hosp* 32(2): 765-770.
- Cardemil, F. (2017). Análisis de comparación y aplicaciones del método de Bland-Altman: ¿concordancia o correlación? *Med-wave* 17 (01).
- Chevalier, T., Clarys, J. P., Lefèvre, P., Beauthier, J. P., Louryan, S., Cattrysse, E. (2018). Body mass prediction from femoral volume and sixteen other femoral variables in the elderly: BMI and adipose tissue effects. *Am J Phys Anthropol* 166 (1): 26-42.
- Collinsa P., Webba, C.M., de Villiersb T., Stevenson J.C., Panayb N., Baberd R.J., Villaseca P. (2016) Evaluación del riesgo cardiovascular en las mujeres—Una puesta al día. *Climacteric* 19: 329-36.
- Cox Gonzalez de Orbegoso X., Gomez Alvarado A. (2015) Importancia del reporte de metodología de Bioimpedancia Eléctrica (BIA) en estudios de composición corporal. *Nutr Hosp* 32 (2): 959-961.
- Cruz-Jentoft A.J., Baeyens J.P., Bauer J.M., Boirie Y., Cederholm T., Landi F. et al., (2010) Sarcopenia: European Consensus on Definition and Diagnosis. Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and Aging* 39 (4): 412-423.
- Demerath E.W., Sun S.S., Rogers N., Lee M., Reed D., Choh A.C. et al., (2007) Anatomical patterning of visceral adipose tissue: race, sex, and age variation. *Obesity* 15 (12): 2984-2993.
- Enriquez-Reyna M.C., Bautista D.C., Orocio R.N. (2019) Nivel de actividad física, masa y fuerza muscular de mujeres mayores de la comunidad: Diferencias por grupo etario (Physical activity level, muscle mass and strength of community elderly women: Differences by age group). *Retos* 35: 121-125.
- Erselcan T., Candan F., Saruhan S., Ayca T. (2000) Comparison of body composition analysis methods in clinical routine. *Ann Nutr Metab* 44 (5-6): 243-248.
- Fonseca J.R., Freitas R.F., Duarte M.R., et al., (2018) Índice de Masa Corporal y factores asociados en mujeres climatericas. *Rev Enferm* 17 (49): 1-35.
- Fried L.P., Kronmal R.A., Newman A.B., Bild D.E., Mittelmark M. B., Polak J. F. et al., (1998) Cardiovascular Health Study Collaborative Research Group. Risk factors for 5-year mortality in older adults: the Cardiovascular Health Study. *JAMA* 279 (8): 585-592.
- Gómez A.B., del Sol J.M.R. (1998) Circunferencia del brazo como evaluadora del estado nutricional del adulto. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición* 12 (2): 86-90.
- Hernández Y.R., Gómez M.B.S. (2016) Osteoporosis en el climaterio: prevención y tratamiento. *Revista Iberoamericana de Enfermería Comunitaria: RIDEC* 9 (1): 41-53.
- Heymsfield S.B., Smith R., Aulet M., Bensen B., Lichtman S., Wang J., Pierson Jr R.N. (1990). Appendicular skeletal muscle mass: measurement by dual-photon absorptiometry. *Am J Clin Nutr* 52 (2): 214-218.
- Hita-Contreras F., Martínez-Amat A., Cruz-Díaz D., Pérez-López F.R. (2016) Fall prevention in postmenopausal women: the role of Pilates exercise training. *Climacteric* 19 (3): 229-233.
- Holguera R.M., Nieves A.I.T., Torres R.R., Alonso M.C. (2017) Asociación de la masa muscular determinada mediante DEXA con los resultados espirométricos de individuos sanos. *Arch Bronconeumol* 53 (7): 375-380.
- Iannuzzi-Sucich M., Prestwood K.M., Kenny A.M. (2002) Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sc* 57: M772-M777.
- Janssen I., Heymsfield S.B., Baumgartner R.N., Ross R. (2000) Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *J Appl Physiol* 89 (2): 465-471.
- Jiménez J.M.H., Medina V.T., Cruz J.V., González E.O. (2015) Valoración de la grasa corporal: ultrasonidos frente a sistemas de bioimpedancia tetrapolar y antropometría. Estudio piloto. *Arch Med Deporte* 165: 20-24.
- Jiménez M.C., Párraga J.A., Lozano E. (2016) Incidencia de un programa de actividad física sobre las capacidades físicas de mujeres más de 60 años / Impact of a training program in women 60 years-old and older. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte* 50.
- Martínez S.S., Gea F.M., Rivas A.J., Antequera E.B., Hernández P.N. (2017) Prevención de la menopausia en la mujer. *Salud y Cuidados Durante el Desarrollo* 239.
- Lee R.C., Wang Z., Heo M., Ross R., Janssen I., Heymsfield S.B. (2000) Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *Am J Clin Nutr* 72 (3): 796-803.
- Lera L., Albala C., Ángel B., Sánchez H., Picrin Y., Hormazabal M.J., Quiero A. (2014) Predicción de la masa muscular apendicular esquelética basado en mediciones antropométricas en adultos mayores chilenos. *Nutr Hosp* 29 (3): 611-617.
- Lescay R.N., Becerra A.A., González A.H. (2017) Antropometría. Análisis comparativo de las tecnologías para la captación de las dimensiones antropométricas. *Rev EIA* 13 (26): 47-59.
- Lupón J., Januzzi J.L., de Antonio M., Vila J., Peñafiel J., Bayes-Genis A. (2015) Validación de la Barcelona Bio-Heart Failure Risk Calculator en una cohorte de Boston. *Rev Esp Cardiol* 68 (01): 80-81.
- Malafarina V., Úriz-Otano F., Iniesta R., Gil-Guerrero L. (2012) Sarcopenia in the elderly: diagnosis, physiopathology and treatment. *Maturitas* 71 (2): 109-114.
- Malina M.A., Nørreklit H.S., Selto F.H. (2007) Relations among measures, climate of control, and performance measurement models. *Contemp Account Res* 24 (3): 935-982.
- Montejo González J.C., Culebras-Fernández J.M., García de Lorenzo y Mateos A. (2006) Recomendaciones para la valoración nutricional del paciente crítico. *Rev Med Chil* 134 (8): 1049-1056.
- OMS S.D.I.T. (1990) ns 797 (Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas: Informe de un grupo de estudio de la OMS). Ginebra. OMS: 122-124.
- Pagotto, V., & Silveira, E. A. (2014). Methods, diagnostic criteria, cutoff points, and prevalence of sarcopenia among older people. *Sci World J Article* (ID 231312).
- Pérez Planells L., Delegido J., Rivera-Caicedo J.P., Verrelst J. (2015) Análisis de métodos de validación cruzada para la obtención robusta de parámetros biofísicos. *Rev. Teledetección* 44: 55-65.



- Pons V., Riera J., Galilea P.A., Drobnic F., Banquells M., Ruiz, O. (2015) Características antropométricas, composición corporal y somatotipo por deportes. Datos de referencia del CAR de San Cugat, 1989-2013. *Apunts: Medicina de l'Esport* 50 (186): 65-72.
- Ramírez E., Enríquez-Reyna M.C., Garza-Sepúlveda G., Tijerina-Sáenz A., Ramos-Peña, E., Gómez de la Garza M. (2015). Puntos de corte y validación de una ecuación antropométrica para estimar la masa muscular, en el estudio de la sarcopenia en población mexicana. *Salud Publica Mex* 57: 485-486.
- Ramos-Jiménez, A. (2018). Ecuaciones antropométricas para el cálculo de grasa corporal en adultos jóvenes. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Rev ALAN* 68 (2).
- Rendón-Rodríguez R., Osuna-Padilla I.A. (2018) El papel de la nutrición en la prevención y manejo de la sarcopenia en el adulto mayor. *Nutr Clin*, 12 (1): 23-36.
- Rojas C.M., Puerta J., Gómez J., Calvache, J.A. (2017) Reproducibilidad de las mediciones clínicas. *RFS* 8 (1): 42-47.
- Rossi M., Janjetic M., Ferreyra M., Garaicoechea A., Matioli M., Vásquez F., Torresani M. (2018) Relación entre estado nutricional, consumo de alimentos no nutritivos y percepción de estrés en mujeres perimenopáusicas. *Rev Chil Nutr* 45 (2): 105-111.
- Vaillant I.M.W., González E.J.D., Vázquez A.C., Cisneros M.W., Bolaños S.R. (2015) Caracterización de la obesidad en tres consultorios médicos del Policlínico "Ramón López Peña", Santiago de Cuba. *Panorama Cuba y Salud* 6 (4): 8-10.
- Villegas G.M.D., Colmenares F.R. (2015) Relación entre circunferencia de la pantorrilla y velocidad de la marcha en pacientes adultos mayores en Lima, Perú. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 50 (1): 22-25.
- Visvanathan R., Yu S., Field J., Chapman I, Adams R, Wittert G. et al., (2012) Appendicular skeletal muscle mass: development and validation of anthropometric prediction equations. *J Frailty Aging* 1 (4): 147-51.
- Weiner J.S., Lourie J.A. (1981) *Practical Human Biology*. London: Academic Press.
- World Medical Association. (2013) World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA* 310 (20): 2191.