



Original / Ancianos

Predicción de la masa muscular apendicular esquelética basado en mediciones antropométricas en Adultos Mayores Chilenos

Lydia Lera¹, Cecilia Albala¹, Bárbara Ángel¹, Hugo Sánchez¹, Yaisy Picrin^{1,2}, María José Hormazabal¹ y Andrea Quiero³

¹Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA) de la Universidad de Chile. ²CISA. ³Servicio de Salud y Educación. Municipalidad Huechuraba. Chile.

Resumen

Objetivos: Desarrollar un modelo antropométrico de predicción de masa muscular apendicular esquelética (MMAE), en adultos mayores chilenos.

Métodos: La muestra estudiada corresponde a 616 adultos ≥ 60 años ($69,9 \pm 5,2$ años), 64,6% mujeres, autovalentes, viviendo en la comunidad en Santiago, Chile, participantes del estudio ALEXANDROS. Se efectuaron mediciones antropométricas, dinamometría de mano, pruebas de movilidad y densitometría ósea (DEXA). Mediante modelos de regresión lineal paso a paso se relacionó la MMAE obtenida por DEXA con variables antropométricas, edad y sexo. La muestra se dividió en forma aleatoria en dos submuestras, obteniéndose ecuaciones de predicción para ambas, que se validaron mutuamente por doble validación cruzada. La alta correlación entre los valores de MMAE observados y pronosticados en ambas submuestras y el bajo grado de contracción permitieron desarrollar la ecuación de predicción final con la muestra total.

Resultados: El coeficiente de validez cruzada entre las ecuaciones de predicción obtenidas en las dos submuestras fue 0,941 y 0,9409 y el grado de contracción 0,004 y 0,006. La ecuación de predicción final, en la muestra total, fue: MMAE (kg) = 0,107(peso kg) + 0,251(altura rodilla cm) + 0,197(circunferencia pantorrilla cm) + 0,047(dinamometría kg) - 0,034(circunferencia cadera cm) + 3,417(sexo) - 0,020 (edad años) - 7,646 ($R^2 = 0,89$). La MMAE estimada y la medida por DEXA fueron similares ($16,8 \pm 4,0$ vs $16,9 \pm 3,7$) y concordantes según los métodos de Bland y Altman (IC 95%: -2,6 -2,7) y Lin (coeficiente correlación concordancia = 0,94).

Conclusiones: Se obtuvo una ecuación antropométrica para determinar la masa MMAE, de gran utilidad en la pesquisa de sarcopenia en adultos mayores.

(Nutr Hosp. 2014;29:611-617)

DOI:10.3305/nh.2014.29.3.7062

Palabras clave: Adulto mayor. Sarcopenia. Mediciones antropométricas. Ecuaciones de predicción.

Correspondencia: Cecilia Albala.
El Líbano, 5524. Casilla 138. Correo 11.
Santiago, Chile.
E-mail: calbala@uchile.cl

Recibido: 21-X-2013.
Aceptado: 5-XI-2013.

ANTHROPOMETRIC MODEL FOR THE PREDICTION OF APPENDICULAR SKELETAL MUSCLE MASS IN CHILEAN OLDER ADULTS

Abstract

Objectives: To develop a predictive model of appendicular skeletal muscle mass (ASM) based on anthropometric measurements in elderly from Santiago, Chile.

Methods: 616 community dwelling, non-disabled subjects ≥ 60 years (mean 69.9 \pm 5.2 years) living in Santiago, 64.6% female, participating in ALEXANDROS study. Anthropometric measurements, handgrip strength, mobility tests and DEXA were performed. Step by step linear regression models were used to associate ASM from DEXA with anthropometric variables, age and sex. The sample was divided at random into two to obtain prediction equations for both subsamples, which were mutually validated by double cross-validation. The high correlation between the values of observed and predicted MMAE in both sub-samples and the low degree of shrinkage allowed developing the final prediction equation with the total sample.

Results: The cross-validity coefficient between prediction models from the subsamples (0.941 and 0.9409) and the shrinkage (0.004 and 0.006) were similar in both equations. The final prediction model obtained from the total sample was: ASM (kg) = 0.107(weight in kg) + 0.251(knee height in cm) + 0.197 (Calf Circumference in cm) + 0.047 (dynamometry in kg) - 0.034 (Hip Circumference in cm) + 3.417 (Man) - 0.020 (age years) - 7.646 ($R^2 = 0.89$). The mean ASM obtained by the prediction equation and the DEXA measurement were similar (16.8 ± 4.0 vs 16.9 ± 3.7) and highly concordant according Bland and Altman (95% CI: -2.6 -2.7) and Lin (concordance correlation coefficient = 0.94) methods.

Conclusions: We obtained a low cost anthropometric equation to determine the appendicular skeletal muscle mass useful for the screening of sarcopenia in older adults.

(Nutr Hosp. 2014;29:611-617)

DOI:10.3305/nh.2014.29.3.7062

Keywords: Older adults. Sarcopenia. Anthropometric measurements. Prediction equations.

Abreviaturas

DEXA: dual energy x ray absorptiometry.
MMAE: masa muscular apendicular esquelética.
ASM: appendicular skeletal muscle mass.
IC 95%: intervalo de confianza del 95%.
95% CI: 95% confidence interval.
Kg: kilogramos.
Cm: centímetros.
M: meters.
Adultos mayores: AM.
Índice de Masa Corporal: IMC.
DE: desviación estándar.
EE: error estándar.
R²: coeficiente de determinación.
EEE: error estándar de estimación.

Introducción

La sarcopenia es una característica del envejecimiento biológico, que representa la progresiva pérdida de masa, calidad y fuerza muscular esquelética. Sus graves repercusiones sobre la salud de los Adultos Mayores (AM) van desde pérdida de funcionalidad, dependencia, caídas, disminución de la función inmune¹⁻⁷ y aumento de riesgo de osteoporosis⁸, hasta su asociación con fragilidad, hospitalización, institucionalización y muerte^{9,10}. Es sabido que la población AM chilena tiene una esperanza de vida cada vez mayor¹¹, pero a su vez la prevalencia de dependencia funcional es alta, ya que alrededor del 21,5% de los AM tiene algún grado de dependencia¹².

Todo ello significa además un alto y creciente costo en salud. Es así como la identificación de la sarcopenia se hace muy relevante, no sólo por sus devastadores efectos sobre la salud, sino porque se trata de una condición posible de prevenir, retardar, e incluso revertir a través de intervenciones destinadas a mejorar la nutrición y la actividad física^{1,11,13}.

Aunque la sarcopenia asociada a la edad fue descrita en los años 80's, aún no se cuenta con una definición clínica de consenso universal. Sin embargo, cualquiera sea el algoritmo utilizado para su diagnóstico, la definición de sarcopenia incluye disminución de masa muscular y función^{4,6} por lo tanto, requiere la evaluación de la masa magra y específicamente la masa magra apendicular esquelética (MMAE).

La MMAE, que es la suma de la masa magra de las piernas y los brazos, puede determinarse por DEXA, resonancia magnética o impedancia, aunque la mayor parte de los estudios clínicos de sarcopenia utilizan como "Gold Standard" la medición de la masa muscular por DEXA. En estudios poblacionales y en la atención primaria, la evaluación por estos métodos es impracticable, debido a la baja accesibilidad y el alto costo de este examen, lo que representa una dificultad para el diagnóstico de sarcopenia, realidad a la cual Chile no es ajena.

En el presente estudio se desarrolla un modelo de predicción de MMAE basado en mediciones antropométricas, en una muestra de AM (60 y más años), chilenos, de Santiago, que puede ser utilizado en usuarios de centros de atención primaria de salud y en estudios poblacionales.

Método

Diseño del estudio

Análisis secundario de datos provenientes de la medición basal del estudio Alexandros¹¹ para el desarrollo de un modelo de predicción de masa muscular en AM chilenos, basado en mediciones antropométricas y utilizando la medición DEXA como "gold standard".

El estudio Alexandros fue aprobado por el Comité de Ética del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA) de la Universidad de Chile y cada sujeto llenó un consentimiento informado aceptando participar en el estudio¹¹.

Población objetivo

AM de 60 años y más, autovalentes, viviendo en la comunidad en Santiago de Chile.

Muestra

Para efectuar el presente estudio se dispuso de datos de 755 sujetos participantes de la cohorte Alexandros (FONDECYT 1080589) evaluados entre 2008 y 2011 que contaban con antropometría completa y DEXA.

Criterios de exclusión

Índice de Masa Corporal (IMC) <20 ó ≥40, talla ≤151 cm en hombres y 140 cm en mujeres e individuos enfermos con cáncer o enfermedad pulmonar obstructiva.

Se excluyeron 139 sujetos por presentar algún criterio de exclusión, por lo que la muestra final quedó constituida por 616 AM.

Se midieron las siguientes variables antropométricas: peso, talla, altura de rodilla, circunferencia de cintura, circunferencia de cadera, perímetro de brazo, pliegue tricipital y dinamometría. También se midió masa grasa, masa magra y masa ósea por DEXA. Todas las mediciones fueron realizadas por personal especialmente entrenado y estandarizados para el estudio.

Descripción de las variables

La talla fue medida con estadiómetro portátil SECA con el sujeto descalzo de pie, con los talones juntos, los

brazos a los lados del cuerpo, las piernas rectas, los hombros relajados y la cabeza en el plano horizontal de Frankfort con los talones, nalgas, escápula y parte posterior de la cabeza apoyados contra un muro vertical recto o una puerta. Las medidas se registraron en cm. El peso se midió usando una balanza SECA de plataforma con una precisión de 0,1 kg, con el sujeto descalzo y de pie sobre la plataforma. Se utilizaron las variables de peso y talla para calcular el índice de masa corporal (IMC = peso total en kg/altura² en metros).

La altura de rodilla fue medida con el sujeto sentado usando un calíper de rodilla, de hoja ancha; las mediciones se hicieron en la pierna izquierda, colocando la rodilla y la pierna en un ángulo de 90 grados. La parte fija del calíper se puso bajo el talón y la parte móvil se colocó de forma paralela a la fíbula sobre el maléolo e inmediatamente detrás de la fíbula, presionando las dos hojas para comprimir los tejidos blandos. Las mediciones fueron registradas en cm. con una cifra decimal.

El pliegue tricótipal se midió con un calíper Lange (Vital Signs, modelo 68902, Country Technology, Inc.) en la parte posterior del brazo, en el punto medio entre el olecranon y el acromion. Las mediciones se registraron en mm.

Las circunferencias de cintura, caderas, brazo y pantorrilla se midieron con una cinta métrica SECA 203 con una precisión de 0,1 cm. La cintura se midió con el sujeto de pie, inmediatamente por encima de la cresta ilíaca en una circunferencia paralela al piso. La circunferencia de pantorrilla se midió en el centro de la parte más voluminosa de la pantorrilla en cm. La circunferencia de caderas se midió con la misma cinta métrica, paralela al piso, en la zona de mayor circunferencia a la altura de las nalgas.

La fuerza muscular (dinamometría) se midió a través de la fuerza de agarre de la mano en kg. Esta evaluación se realizó con un dinamómetro (Hand Dynamometer T-18; Country Technology, Inc.) con una precisión de 0,1 kg, utilizando la mano dominante. La medición se hizo con el sujeto sentado, ajustando el mango hasta que los dedos del sujeto estén en un plano perpendicular al plano de la escala (reloj de lectura del aparato), pidiendo al sujeto ejercer el máximo de fuerza posible con su mano. Se realizaron dos mediciones y se registró la marca mayor.

Se determinó la masa muscular apendicular utilizando DEXA como "Gold Standard". Para el DEXA se usó un densitómetro Lunar PRODIGY (LUNAR IDEXA 13,6).

Análisis estadístico

Para obtener un modelo de predicción de MMEA, la muestra se dividió en dos submuestras de igual tamaño, en forma aleatoria ("split sampling analysis"), una muestra de predicción y una de validación, manteniendo la misma proporción por sexo. Para analizar las diferencias entre las submuestras se utilizaron pruebas t

de Student. Se obtuvieron modelos de predicción de MMAE en ambas submuestras a través del análisis de regresión lineal paso a paso, utilizando todas las variables antropométricas. Dichos modelos se validaron mutuamente por el método doble validación cruzada¹⁴. Se calculó el coeficiente de validez cruzada para cada submuestra (correlación de los valores observados de MMAE y los valores estimados en la muestra de predicción) y el estadístico de encogimiento ("shrinkage": diferencia entre el coeficiente de determinación obtenido en el modelo y la correlación al cuadrado de la predicción y los valores observados) para las dos submuestras. La alta correlación entre los valores de MMAE observados y pronosticados en ambas submuestras y el bajo grado de encogimiento ("shrinkage") permitieron calcular un modelo de regresión con toda la muestra^{14,15}. Se calculó la concordancia entre los valores estimados por el modelo de regresión y los valores obtenidos por DEXA para la MMAE por los métodos de Bland y Altman (1986)¹⁶ y por el coeficiente de concordancia de Lin (1989)¹⁷.

Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el software estadístico STATA 12,1 (Stata Corp, College Station, TX).

Resultados

La muestra está compuesta de 616 adultos de 60 años y más (edad promedio $69,9 \pm 5,2$ años; rango 61,7-81,0), 64,6% mujeres, de similar rango etáreo en ambos sexos. Respecto a las variables antropométricas, la circunferencia de brazo ($30,5 \pm 3,2$ vs $30,3 \pm 3,3$) fue similar en ambos sexos. El IMC y la circunferencia de caderas, fueron mayores en las mujeres ($27,7 \pm 3,8$ vs $28,6 \pm 4,3$ y $98,6 \pm 7,6$ vs $100,8 \pm 8,4$; respectivamente). Con relación al resto de las variables, los hombres presentan mayores valores promedio que las mujeres (t-Student: $p < 0,01$) como se observa en la tabla I.

Las características de las submuestras obtenidas al dividir aleatoriamente la muestra total, son similares (t-Student para muestras independientes $p: 0,2427-0,9848$) (datos no mostrados).

La tabla II muestra las ecuaciones de predicción para MMAE obtenidas por el método de regresión lineal paso a paso en las submuestras y en la muestra total. Las variables seleccionadas fueron peso, altura de rodilla, circunferencia de cadera, circunferencia de pantorrilla, dinamometría, sexo y edad. Se observa que el coeficiente de validez cruzada presenta un alto valor para las dos ecuaciones (0,9410 y 0,9409; respectivamente) y el estadístico de encogimiento presenta un valor pequeño, menor que 0,01 (0,004 y 0,006; respectivamente), lo que nos permitió calcular un modelo con toda la muestra. El modelo predictivo obtenido en la muestra total, explica casi el 90% de la variabilidad total ($R^2 = 0,8889$).

El promedio de MMAE obtenida por la ecuación de predicción y las mediciones por DEXA fueron muy similares ($16,8 \pm 4,0$ vs $16,9 \pm 3,7$; $p > 0,5$).

Tabla I
Características de la muestra por sexo

Variables (promedio ± DE)	Hombres n = 218	Mujeres n = 398	Total n = 616
Edad (Años)	70,2±5,4	69,8±5,1	69,9±5,2
IC 95%	69,5-70,9	69,3-70,3	69,5-70,3
Talla (cm)	166,1±6,5	152,5±6,0**	157,3±9,0
IC 95%	165,2-166,9	151,9-153,1	156,6-158,0
Peso (Kg)	76,4±12,0	66,5±11,2**	70,0±12,4
IC 95%	74,8-78,0	65,4-67,6	69,0-71,0
BMI (Kg/m ²)	27,7±3,8	28,6±4,3*	28,2±4,1
IC 95%	27,2-28,2	28,1-29,0	27,9-28,6
Altura de rodilla (cm)	52,1±2,5	47,5±2,4**	49,1±3,3
IC 95%	51,7-52,4	47,3-47,8	48,9-49,4
Circunferencia de brazo (cm)	30,5±3,2	30,3±3,3	30,4±3,3
IC 95%	30,1-30,9	30,0-30,7	30,1-30,7
Circunferencia pantorrilla (cm)	36,5±3,5	35,0±3,3**	35,5±3,5
IC 95%	36,0-37,0	34,7-35,3	35,3-35,8
Circunferencia cintura (cm)	99,0±10,6	93,1±11,0**	95,2±11,2
IC 95%	97,5-100,4	92,1-94,2	94,3-96,1
Circunferencia caderas (cm)	98,6±7,6	100,8±8,4*	100,0±8,2
IC 95%	97,6-99,7	99,9-101,6	99,4-100,7
Dinamometría (Kg)	34,2±8,4	19,6±6,9**	24,7±10,3
IC 95%	33,1-35,3	18,9-20,3	23,9-25,6
MMAE DEXA (Kg)	21,3±2,9	14,5±2,2**	16,9±4,1
IC 95%	20,9-21,6	14,2-14,6	16,6-17,2

Prueba t de Student para muestras independientes: *p < 0,01; **p < 0,0001;
DE: desviación estándar; IC: intervalo de confianza.

La figura 1 muestra la relación entre el promedio de los valores de MMAE medidos por DEXA y los estimados por la ecuación de predicción y su diferencia (método de Bland y Altman), mostrando buena concordancia (diferencia promedio: 0,039; IC 95%: -2,6-2,7).

En la figura 2 se presenta el gráfico de validación por el método de Lin. El diagrama de dispersión de la MMAE medida por DEXA y la estimada por el modelo de predicción, así como la línea de la concordancia perfecta, permiten visualizar gráficamente la buena concordancia que presentan ambas mediciones (coeficiente de correlación concordancia de Lin = 0,94; IC 95%: 0,93-0,95).

El diagrama de cajas de la masa muscular esquelética apendicular obtenidas por DEXA y estimada por la ecuación de predicción, para ambos sexos se presenta en la figura 3. Se observa que ambas son muy similares (hombres: 21,2 ± 2,9, vs 21,1 ± 2,2; mujeres: 14,6 ± 2,2 vs 14,7 ± 2,1).

Discusión

En este estudio se obtuvo una ecuación de predicción antropométrica de masa muscular esquelética apendicular en una muestra de adultos mayores chilenos autovalentes, que participaron en el estudio Alexandros¹¹. Dicha ecuación, que tuvo un alto grado de concordancia con los resultados del DEXA, fue obtenida mediante un modelo de regresión lineal múltiple que incluye las variables antropométricas altura de rodilla, peso, circunferencia de pantorrilla, circunferencia de cadera y dinamometría, además de sexo y edad.

Diversos autores han reportado ecuaciones de predicción de MMAE específicas para las poblaciones de origen¹⁸⁻²².

Todas incluyen peso y talla, o IMC¹⁸⁻²² sin embargo algunas agregan dinamometría y circunferencia de cadera,

Tabla II
Ecuaciones de predicción obtenidas para las sub-muestras y para la muestra total

Variables	Sub-muestra 1 n = 308	Sub-muestra 2 n = 308	Muestra total n = 616
Constante ± EE	-7,625 ± 2,48	-8,710 ± 2,42	-7,646 ± 1,71
Altura de rodilla ± EE	0,260 ± 0,04	0,263 ± 0,04	0,251 ± 0,03
Peso ± EE	0,113 ± 0,01	0,102 ± 0,01	0,107 ± 0,01
Circunferencia cadera ± EE	-0,050 ± 0,02	-0,018 ± 0,02	-0,034 ± 0,01
Circunferencia pantorrilla ± EE	0,203 ± 0,03	0,190 ± 0,04	0,197 ± 0,02
Dinamometría ± EE	0,059 ± 0,01	0,035 ± 0,01	0,047 ± 0,01
Sexo (Hombre) ± EE	2,915 ± 0,30	3,864 ± 0,27	3,417 ± 0,20
Edad ± EE	-0,013 ± 0,02	-0,024 ± 0,02	-0,020 ± 0,01
R2	0,8896	0,8913	0,8889
EEE	1,3553	1,3375	1,3458
Coefficiente de validez cruzada	0,9410	0,9409	
Grado de encogimiento ("shrinkage")	0,004	0,006	

Leyenda: EE: error estándar; R²: coeficiente de determinación; EEE: error estándar de estimación.

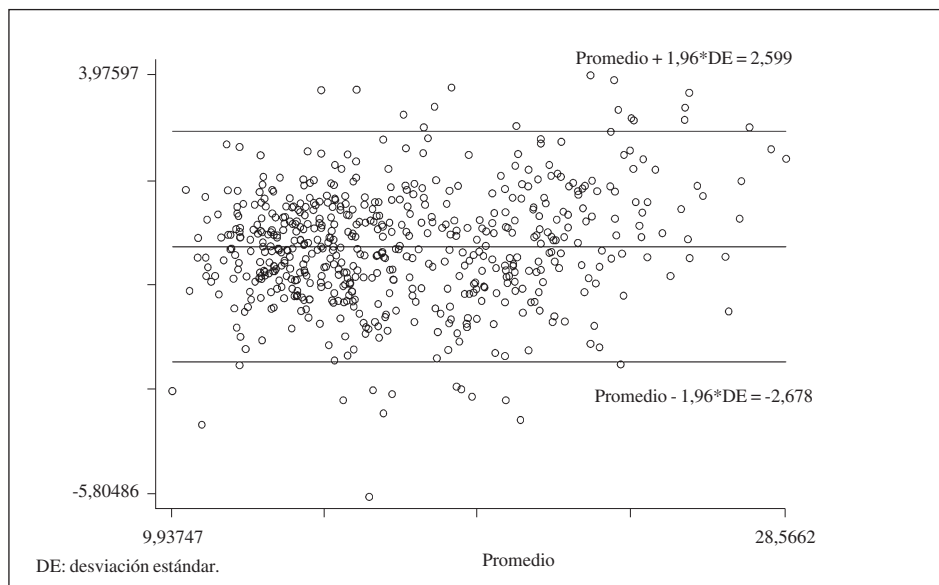


Fig. 1.—Diagrama de dispersión entre el promedio de los valores medidos por DEXA y los valores estimados por la ecuación de predicción de MMAE con su diferencia. Método de Bland y Altman (1986).

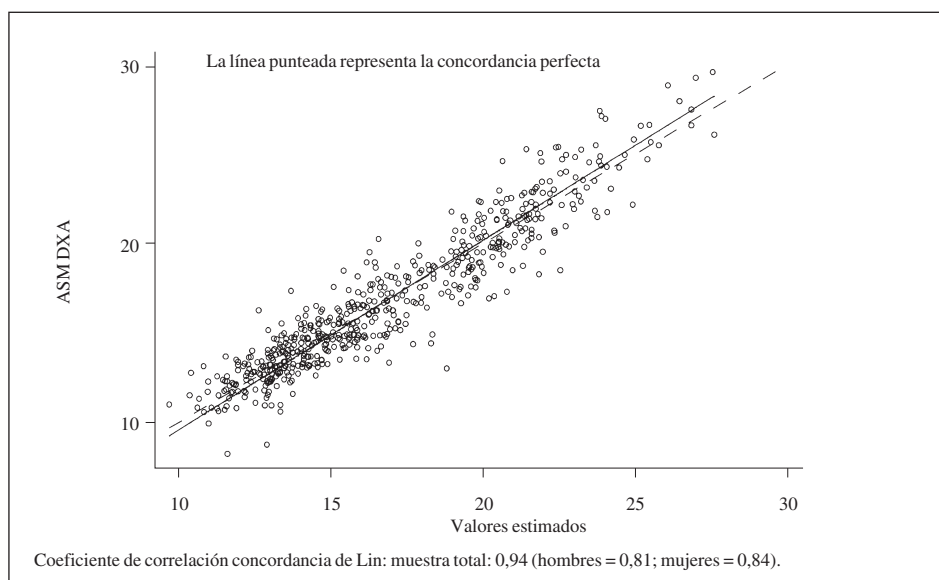


Fig. 2.—Diagrama de dispersión entre los valores medidos por DEXA y los valores estimados por la ecuación de predicción de MMAE. Coeficiente de correlación de concordancia de Lin (1989).

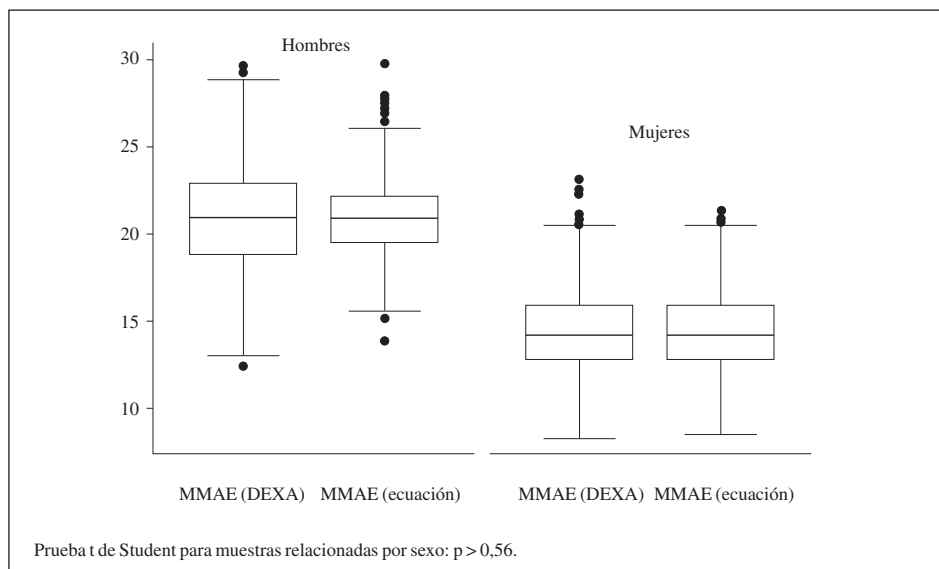


Fig. 3.—Masa muscular apendicular esquelética (MMAE) por DEXA y su estimación por la ecuación de predicción por sexo.

como es el caso de Baumgartner y cols. (1998)¹⁸, que desarrollaron y validaron un modelo en una muestra de 199 adultos mayores de Nuevo México, para las variables peso, talla, circunferencia de cadera, dinamometría y sexo. Otros autores usan circunferencia de cadera, circunferencia de pantorrilla, pliegues, etc., como Galvão y cols. (2013)²¹, que desarrollaron y validaron 10 ecuaciones de predicción sencillas y aplicables en una muestra de 234 mujeres brasileñas mayores de 60 años, sanas, en función de IMC, Masa corporal, circunferencia de cadera, circunferencia de pantorrilla, pliegues, etc. Inicialmente ellos compararon los valores de MMAE obtenidos por DXA con los valores estimados al utilizar las ecuaciones obtenidas por Baumgartner y cols. (1998) y por Tankó y cols. (2002)^{18,19}, encontrando diferencias significativas al aplicarlas, lo que demuestra que es importante determinar ecuaciones específicas para cada población. El modelo obtenido por Tankó y cols. (2002)¹⁹ fue en una muestra de 754 mujeres danesas entre 17 y 85 años de edad que contiene a las variables peso, talla y edad. En forma similar Visvanathan y cols. (2012)²⁰ desarrollaron y validaron una ecuación de predicción de MMAE en una muestra de 2275 adultos mayores de 50 años de Adelaide, que incluye peso, IMC, edad y sexo, para ser usada en la atención primaria.

Otros autores han utilizado las ecuaciones obtenidas por Baumgartner y cols. (1998) para definir sarcopenia y relacionarla con desnutrición, movilidad y actividades básicas de la vida, como Velázquez y cols.²³ en México.

Se sabe que la validación de la composición corporal por DEXA²⁴ contra un modelo de 4 compartimientos, ha detectado una leve sobreestimación de la masa libre de grasa, lo que hace necesario el uso de factores de corrección. Sin embargo, considerando que en brazos y piernas todo el tejido que no es grasa o hueso, es músculo, para definir sarcopenia se utiliza la masa muscular apendicular y a partir de ella se construye el índice de masa muscular esquelética. Aunque el modelo propuesto sobreestima ligeramente la MMAE, se obtuvo una alta concordancia entre los valores predichos por el modelo y los valores obtenidos por DEXA.

Probablemente, la mayor limitación de este estudio es que incluye la dinamometría en la ecuación de predicción, la que no se efectúa en forma rutinaria en la atención primaria. Sin embargo, considerando su asociación negativa con mortalidad, discapacidad e institucionalización²⁵, su inclusión en la ecuación podría constituir un argumento más para su incorporación al examen del AM.

Entre las fortalezas del estudio tenemos la obtención de una sola ecuación de predicción de masa muscular apendicular, simple, en función de variables antropométricas, fáciles de obtener, que explica un alto % de la variación total (89%) y cuyos valores estimados muestran una alta concordancia con los valores obtenidos por el DEXA. La inclusión de la altura de rodilla en el modelo y no de la talla, aporta mayor validez a la ecuación ya que siendo una variable altamente correlacionada con la estatura^{26,27}, no cambia con la edad.

Conclusiones

La ecuación antropométrica obtenida:

$$\begin{aligned} \text{MMAE (kg)} = & 0,107 (\text{peso en kg}) + 0,251 (\text{altura rodilla en cm}) \\ & + 0,197 (\text{circunferencia pantorrilla en cm}) + 0,047 (\text{dinamometría en kg}) \\ & - 0,034 (\text{circunferencia cadera en cm}) + 3,417 (\text{sexo Hombre}) \\ & - 0,020 (\text{edad en años}) - 7,646, \end{aligned}$$

es válida, fiable, fácil de obtener y de bajo costo para predecir la masa muscular esquelética apendicular, en adultos mayores chilenos.

Su aplicación nos permitirá calcular el índice de masa muscular apendicular esquelético para su utilización en la pesquisa de sarcopenia en adultos mayores chilenos que asisten a los centros de atención primaria de salud.

Agradecimientos

Este estudio fue financiado por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) de Chile, a través de los proyectos Fonis SA12I2337 y Fondecyt 1080589.

Referencias

1. Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Di Lorio A y cols. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol* 2003; 95: 1851-60.
2. Serra Rexah JA. Consecuencias clínicas de la sarcopenia. *Nutr Hosp* 2006; 21 (Supl. 3): 46-50.
3. Delmonico MJ, Harris TB, Lee JS, Visser M, Nevitt M, Kritchevsky SB y cols. Health, Aging and Body Composition Study. Alternative definitions of Sarcopenia, lower extremity performance, and functional impairment with aging in older men and women. *J Am Geriatr Soc* 2007; 55 (5): 769-74.
4. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F y cols. European Working Group on Sarcopenia in Older People. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* 2010; 39 (4): 412-23.
5. Beenakker KG, Ling CH, Meskers CG, de Craen AJ, Stijnen T, Westendorp RG y cols. Patterns of muscle strength loss with age in the general population and patients with a chronic inflammatory state. *Ageing Res Rev* 2010; 9 (4): 431-6. doi: 10.1016/j.arr.2010.05.005.
6. Bijlsma AY, Meskers CG, Ling CH, Narici M, Kurrle SE, Cameron ID y cols. Defining sarcopenia: the impact of different diagnostic criteria on the prevalence of sarcopenia in a large middle aged cohort. *Age (Dordr)* 2013; 35 (3): 871-81.
7. Landi F, Liperoti R, Russo A, Giovannini S, Capoluongo E y cols. Sarcopenia as a risk factor for falls in elderly individuals: results from the iSIRENTE study. *Clin Nutr* 2012; 31 (5): 652-8. doi: 10.1016/j.clnu.2012.02.007.
8. Albala C, Sánchez H, Lera L, Angel B, Fuentes A, Arroyo P. Sarcopenia is more important than vitamin D deficiency as determinant of osteoporosis in Chilean elders. *Osteoporosis Int* 2012; 23 (Supl. 2): S343-S344.
9. Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Salive ME, Wallace RB. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol Med Sci* 1994; 49: M85-M94.

10. Guralnik JM, Ferrucci L, Simonsick EM, Salive ME, Wallace RB. Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N Engl J Med* 1995; 332 (9): 556-61.
11. Albala C, Sánchez H, Lera L, Angel B, Cea X. Efecto sobre la salud de las desigualdades socioeconómicas en el adulto mayor. Resultados basales del estudio expectativo de vida saludable y discapacidad relacionada con la obesidad (Alexandros). *Rev Med Chile* 2011; 139: 1276-85.
12. Servicio Nacional del Adulto Mayor (SENAMA). Estudio Nacional de la Dependencia en las Personas Mayores. Impresores Gráfica Puerto Madero 2010, Chile. Retrieved from: http://www.senama.cl/filesapp/Estudio_dependencia.pdf
13. Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, Clements KM, Solares GR, Nelson ME y cols. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med* 1994; 330 (25): 1769-75.
14. Osborne JW. Prediction in multiple regression. Practical Assessment, Research & Evaluation 2000; 7(2). Retrieved from <http://PAREonline.net/getvn.asp?v=7&n=2>.
15. Kleinbaum DG, Kupper LL, Muller KE. Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods. PWS-KENT Publishing Company, Boston, 1988.
16. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 1 (8476): 307-10.
17. Lin L. A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics* 1989; 45: 255-68.
18. Baumgartner RN, Koeler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR y cols. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol* 1998; 147: 755-63.
19. Tankó LB, Movsesyan L, Mouritzen U, Christiansen C, Svendsen OL. Appendicular lean tissue mass and the prevalence of sarcopenia among healthy women. *Metabolism* 2002; 51 (Supl. 1): 69-74.
20. Visvanathan R, Yu S, Field J, Chapman I, Adams R, Wittert G y cols. Appendicular skeletal muscle mass: development and validation of anthropometric prediction equations. *The Journal of Frailty & Aging* 2012; 1 (4): 147-51.
21. Galvão PM, da Silva GA, Santos GM Jr, Petroski EL, Geraldes AA. Development and validation of anthropometric equations to estimate appendicular muscle mass in elderly women. *Nutr J* 2013; 12 (1): 92.
22. Gallagher D, Visser M, De Meersman RE, Sepúlveda D, Baumgartner RN, Pierson RN y cols. Appendicular skeletal muscle mass: effects of age, gender, and ethnicity. *J Appl Physiol* (1985). 1997 Jul; 83 (1): 229-39.
23. Velázquez Alva, MC, Irigoyen Camacho ME, Delgadillo Velázquez J, Lazarevich I. The relationship between sarcopenia, undernutrition, physical mobility and basic activities of daily living in a group of elderly women of Mexico City. *Nutr Hosp* 2013; 28 (2): 514-21.
24. Salamone LM, Fuerst T, Visser M, Kern M, Lang T, Dockrell M y cols. Measurement of fat mass using DEXA. A validation study using DEXA. A validation study in elderly adults. *J Appl Physiol* 2000; 89 (1): 345-52.
25. Taekema DG, Ling CH, Blauw GJ, Meskers CG, Westendorp RG, de Craen AJ y cols. Circulating levels of IGF1 are associated with muscle strength in middle-aged- and oldest-old women. *Eur J Endocrinol* 2011; 164 (2): 189-96. doi: 10.1530/EJE-10-0703.
26. Chumlea WC, Roche AF, Steinbaugh ML. Estimating stature from knee height for persons 60 to 90 years of age. *J Am Geriatr Soc* 1985; 33 (2): 116-20.
27. Lera L, Luis Santos J, García C, Arroyo P, Albala C. Predictive equations for stature in the elderly: a study in three Latin American cities. *Ann Hum Biol* 2005; 32 (6): 773-81.