



Original/*Ancianos*

Puntos de corte de diferentes parámetros antropométricos para el diagnóstico de sarcopenia

Alicia S. Canda

Centro de Medicina del Deporte, Consejo Superior de Deportes, Madrid (España).

Resumen

Introducción: la sarcopenia es un síndrome caracterizado por baja masa muscular junto con pérdida de fuerza y/o disminución del rendimiento físico. Debido al envejecimiento de nuestra población, se ha producido un aumento de su prevalencia relacionada con la edad, a la que se suman otros factores causados por ciertas enfermedades o la malnutrición.

Objetivo: ofrecer una herramienta para el diagnóstico de sarcopenia que determine de forma accesible la pérdida de masa muscular.

Material y métodos: se realizó un protocolo antropométrico estandarizado en 883 varones y 506 mujeres, sanos y activos, de edad entre 20 y 39 años. Se calcularon los siguientes índices de desarrollo muscular: perímetros (brazo, antebrazo, muslo y pierna), perímetros corregidos (brazo, muslo y pierna), áreas musculares transversales (CSA de brazo, muslo y pierna) y masa muscular total (kg), en porcentaje (%) y relativa a la talla (kg/m²) mediante la ecuación de Lee. Se fijó como punto de corte el percentil 2,5 (rango inferior del 95% del intervalo de confianza) para las variables estudiadas.

Resultados: se encontraron diferencias significativas ($p < 0,0001$) entre varones y mujeres en todos los indicadores. Los valores del punto de corte de diagnóstico de baja masa muscular fue en varones de 9,1 kg/m², y en mujeres de 7,3 kg/m². Y para las CSA (cm²) varón vs. mujer: brazo, 37,7 vs. 24,2; muslo, 154,3 vs. 115,8; y pierna, 78,8 vs. 60,2.

Conclusiones: existe dimorfismo sexual que exige criterios diagnósticos diferenciados. La técnica antropométrica puede servir como *screening* de sarcopenia en el estudio de grandes poblaciones.

(Nutr Hosp. 2015;32:765-770)

DOI:10.3305/nh.2015.32.2.9193

Palabras clave: *Sarcopenia. Antropometría. Masa muscular.*

ANTHROPOMETRIC PARAMETERS' CUT-OFF POINTS FOR DIAGNOSIS OF SARCOPENIA

Abstract

Introduction: sarcopenia is a syndrome characterized by loss of muscle mass associated with reduced muscle strength and/or reduced functional capacity. The ageing of our population is producing an increase of the prevalence related with age in addition to other factors related to malnutrition and certain diseases. The aim of this study was to provide a tool for diagnosing sarcopenia while determining in an accessible way the loss of muscle mass.

Material and methods: an anthropometric standardized protocol was completed on 883 men and 506 women, healthy and active, aged 20-39 years. The following muscular development indices were calculated: body circumferences (upper arm, forearm, thigh, and calf) corrected circumferences (upper arm, thigh and calf), cross-sectional area (CSA, upper arm, thigh, and calf) and whole-body muscle mass (kg), and as a percentage (%) and in relation to height (kg/m²) by Lee's equation. The cut-off point was established as the 2.5 percentile (lower endpoint of the 95% confidence interval) for the analyzed study.

Results: significant differences by gender ($p < 0.0001$) were found in all the indicators analyzed. The cut-off points of the loss of skeletal muscle mass were 9,1 kg/m² in men; and 7.3 kg/m² in women. And in the CSA (cm²), men vs. women: upper arm, 37.7 vs. 24.2; , thigh, 154.3 vs. 115.8; and calf, 78.8 vs. 60.2.

Conclusions: there is sexual dimorphism which requires considering differentiated diagnostic criteria. The anthropometric technique can serve as screening method for sarcopenia on the study of large populations.

(Nutr Hosp. 2015;32:765-770)

DOI:10.3305/nh.2015.32.2.9193

Key words: *Sarcopenia. Anthropometry. Muscle mass.*

Correspondencia: Alicia S. Canda.
Consejo Superior de Deportes.
c/ Pintor el Greco s/n.
28040 Madrid.
E-mail: alicia.canda@csd.gob.es

Recibido: 10-V-2015.
Aceptado: 27-V-2015.

Abreviaturas

- BIA: Análisis de bioimpedancia.
CSA: Área muscular transversal, cross-sectional área.
DEXA: Absorciometría dual de energía de rayos X.
EWGSOP: Grupo de Trabajo sobre la Sarcopenia en Personas de Edad Avanzada.
IMC: Índice de masa corporal.
IMM: Masa muscular en relación al cuadrado de la talla, kg/m².
ISAK: Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría.
MM%: Masa muscular en porcentaje respecto al peso corporal.
MM: Masa muscular total en kg.
MNA: Mini Nutritional Assessment®.
RM: Resonancia magnética.
TAC: Tomografía axial computariza.

Introducción

La esperanza de vida en las sociedades occidentales ha experimentado un rápido incremento, situándose actualmente en España alrededor de los 80 años en el varón y de los 86 años en la mujer. Este último avance se debe fundamentalmente a la mejora de las expectativas en las personas de edad madura. En España hay más de 8 millones de personas mayores de 65 años, previéndose, entre el año 2013-2022 un aumento de la esperanza de vida para esta edad de 1,5 años¹. Uno de los procesos fisiológicos asociados con el envejecimiento es la disminución progresiva y marcada de la masa muscular esquelética, proceso que fue denominado como sarcopenia². Este término deriva etimológicamente del griego, sarx (carne) y penia (carencia o pobreza). Él pico de la masa muscular se alcanza en la juventud, iniciándose una pérdida que puede ser ya evidente en la quinta década de la vida y que va aumentando rápidamente hasta alcanzar el 40% a los 80 años³. Existiendo factores genéticos que explican en parte la variabilidad interindividual⁴.

En el Consenso Europeo del EWGSOP (Grupo de Trabajo sobre la Sarcopenia en Personas de Edad Avanzada) se definió a la sarcopenia como el síndrome “que se caracteriza por una pérdida gradual y generalizada de la masa muscular esquelética y fuerza con riesgo de presentar resultados adversos como discapacidad física, calidad de vida deficiente y mortalidad”⁵. La patogenia de la sarcopenia es multifactorial y está relacionada con el estrés oxidativo, habiéndose considerado como más importantes la alteración en la síntesis y degradación de las proteínas, los procesos inflamatorios, las alteraciones hormonales y la disfunción mitocondrial⁶.

Para realizar el diagnóstico de sarcopenia es necesaria la determinación de la masa muscular. Existen diferentes técnicas de valoración siendo las más precisas las radiológicas resonancia magnética (RM) y to-

mografía axial computariza (TAC) pero estas son muy costosas y difícilmente accesibles como prueba de screening. También se han utilizado la absorciometría dual de energía de rayos X (DEXA), la excreción urinaria de creatinina, el análisis de bioimpedancia (BIA) y la antropometría. Los puntos de corte se han fijado como dos desviaciones estándar por debajo de la media de la población de referencia joven y sana.

La antropometría es una técnica de fácil realización y el instrumental que requiere es barato, pero necesita que el operador siga de forma rigurosa la estandarización fijada para el protocolo. En obesos puede perder fiabilidad o ser técnicamente imposible la toma de ciertas medidas. Otro de los problemas es la escasez de referencias en la literatura como técnica diagnóstica de sarcopenia.

El objetivo de nuestro trabajo es el de proporcionar los puntos de corte de diferentes índices antropométricos estimativos de masa muscular obtenidos en una muestra de población activa caucásica joven de ambos sexos, que puedan servir en el diagnóstico y control de la sarcopenia.

Material y métodos

Se realiza un estudio descriptivo transversal y retrospectivo de los sujetos que acudieron a nuestro centro en los 10 últimos años, desde el 1 enero de 2005 al 31 de diciembre de 2014. Los criterios de inclusión fueron: raza, caucásica; edad, mayor o igual a 20 años y menor de 40 años (20-39 años). Los criterios de exclusión fueron tener el índice de masa corporal (IMC) en rango de malnutrición (percentil 10) u obesidad (percentil 97) según su rango de edad y sexo. Un total de 883 varones (26,2±5,1 años) y 506 mujeres (25±4,5 años) fueron finalmente seleccionados. Todos estaban aparentemente sanos y eran practicantes regulares de diferentes modalidades deportivas.

El técnico antropometrista estaba acreditado por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) con el error técnico de medición requerido para el nivel III⁶. El material antropométrico fue el homologado por esta sociedad y se compuso de: báscula seca, marca Seca, precisión 0,1 kg; estadiómetro, marca Holtain, precisión 0,1 mm; cinta antropométrica, marca Roscraft, precisión, 0,1 mm; plicómetro o compás de pliegues cutáneos, marca Holtain, precisión 0,2 mm. Antes de la realización de las medidas se marcaron con un lápiz las referencias necesarias para la toma de las variables. Las medidas de los perímetros se tomaron en el lado dominante y los pliegues cutáneos en el lado derecho. El valor dado para cada pliegue cutáneo fue la media de tres tomas cuyo rango de variación no fuera mayor del 10%. El pliegue cutáneo se tomó con los dedos índice y pulgar de la mano izquierda en el punto de referencia marcado y a un centímetro se situó el compás sujetándolo con la mano derecha. La lectura se realizó a los dos

segundos, debido a que el compás realiza una presión constante de 10 g/cm².

El protocolo antropométrico incluyó las siguientes variables:

- *Peso corporal* (kg). Tomado en ayunas, tras evacuación, a primera hora de la mañana en ropa ligera (ropa interior o pantalón corto). El sujeto situado de pie sobre la báscula y apoyando el peso por igual en ambas piernas.
- *Estatura o talla* (cm). Medida a primera hora de la mañana y sin zapatos. El sujeto totalmente erguido con los pies juntos y la cabeza colocada en el plano de Frankfort, apoyando nalgas y espalda en el estadiómetro. Se le realizó una tracción de la cabeza en los procesos mastoides y se tomó la lectura tras una inspiración máxima manteniendo la posición indicada.
- *Perímetro de brazo* (cm). Circunferencia tomada a nivel del punto medio entre dos referencias óseas; acromial (punto superior y externo del proceso acromial) y radial (punto más superior o proximal del borde lateral de la cabeza del radio), estando el brazo relajado a lo largo del cuerpo. La cinta queda perpendicular al eje longitudinal del brazo. Tras la lectura de la medida, sin quitar la cinta se marca el nivel del punto de toma del pliegue tricipital en la zona posterior.
- *Perímetro de muslo* (cm). Circunferencia tomada a nivel del muslo medio. El punto medio se localiza entre el pliegue inguinal y el borde superior de la rótula estando el sujeto en posición sentado. La cinta queda perpendicular al eje longitudinal del muslo. Posteriormente se toma con el sujeto de pie, las piernas ligeramente separadas y apoyando el peso por igual.
- *Perímetro de pierna* (cm). Se mide la circunferencia máxima de la pierna tomada con el sujeto de pie y apoyando el peso por igual en ambas piernas. Tras la lectura de la medida, sin quitar la cinta marcaremos a este nivel el punto de toma del pliegue pierna medial en la zona más medial.
- *Pliegue cutáneo de tríceps* (mm). Espesor de una doble capa de piel formada en la parte posterior del brazo, a nivel de punto medio. Como hemos indicado cuando medimos el perímetro del brazo, marcaremos el nivel sobre el cuerpo del tríceps y lo cruzaremos en la línea media de brazo tomando como referencia el olécranon.
- *Pliegue cutáneo de muslo anterior* (mm). Espesor de una doble capa de piel formada en la cara anterior del muslo en el punto medio. La referencia es la misma que para el perímetro del muslo (entre pliegue inguinal y polo superior de la rótula). Se toma con el sujeto sentado con la rodilla flexionada o ligeramente extendida dependiendo del grado de tensión de la zona.
- *Pliegue cutáneo de pierna medial* (mm). Espesor de una doble capa de piel formada en la cara me-

dial de la pierna a nivel de la máxima circunferencia. La referencia como se comentó se marca cuando se mide el perímetro de la pierna.

El desarrollo muscular se estimó primero de forma regional mediante: los perímetros (P), los perímetros corregidos (P. corregido = perímetro (cm) – π *pliegue cutáneo (cm)), y por las áreas musculares transversales (CSA)⁸.

CSA brazo (cm²)=

Varones ((perímetro brazo (cm)– π *pliegue cutáneo tríceps (cm))²/4 π) – 10

Mujeres ((perímetro brazo (cm)– π *pliegue cutáneo tríceps (cm))²/4 π) – 6,5

CSA muslo (cm²)= (perímetro muslo (cm)– π *pliegue cutáneo muslo anterior(cm))²/4 π

CSA pierna (cm²)= (perímetro pierna (cm)– π *pliegue cutáneo pierna medial (cm))²/4 π

Al no estar incluido en el protocolo antropométrico el pliegue cutáneo del antebrazo, no se pudo calcular el perímetro corregido ni la CSA a este nivel. Posteriormente de forma global mediante la ecuación de regresión desarrollada por Lee et al (2000)⁹, que tiene como patrón oro la resonancia magnética, con una R² de 0,91 y SEE de 2,2 kg. Se obtuvo la masa muscular (MM) total absoluta (kg) y relativa porcentualmente respecto al peso total (MM%) y en relación a la talla (IMM, kg/m²).

MM (kg) = Talla (m) *((0,00744*P. Brazo corregido²) + (0,00088*P. Muslo corregido²) + (0,00441*P. Pierna corregido²)) + (2,4*sexo) – (0,048*edad) + raza + 7,8

Sexo = 1 para varón y 0 para mujer; edad en años; raza = -2 asiática, 1,1 negra y 0 para caucásicos.

Se utilizó el programa de SPSS para el tratamiento de los datos. El punto de corte para el diagnóstico se estableció en el percentil 2,5; por ser el correspondiente al rango inferior del 95% del intervalo de referencia de la muestra. La diferencia entre sexos se analizó mediante la prueba de U de Mann-Whitney para muestras independientes. Se estableció como nivel de significancia estadística el 0,05.

Resultados

En relación a las variables generales, en la muestra masculina (n=883) se obtuvo un peso medio de 78,6±12,2 kg y una talla media de 180,7±9,5 cm, con IMC de 23,9±2,2 kg/m². Mientras que en la muestra femenina (n = 506) el peso medio fue de 60,6±8 kg y la talla media de 167,1±7,5 cm, con IMC de 21,6±2 kg/m²; encontrándose diferencias significativas (p<0,0001)

entre ambas muestras. De los 1389 sujetos que constituyen la muestra total, el 80% estuvieron en el rango del normopeso y el 20% en el rango de sobrepeso. Recordemos que fueron excluidos los que se situaban en rango de malnutrición u obesidad.

En la tabla I se muestran los valores de punto de corte de los indicadores antropométricos propuestos para el diagnóstico de baja masa muscular. El percentil 2,5 de los varones tiene valores superiores a las mujeres en todos los estimadores de desarrollo muscular tanto en valores absolutos como en los relativos. Teniendo los varones como media cinco puntos más de porcentaje muscular (MM%) y casi dos kilos más de masa muscular por metro cuadrado de talla que las mujeres (IMM). Los parámetros de los distintos niveles corporales dan diferencias mayores en la extremidad superior (brazo y antebrazo) en relación a la extremidad inferior (muslo y pierna). Se constata la necesidad de fijar puntos de corte diferenciados por sexos en estos indicadores.

Discusión

Mediante la técnica antropométrica estandarizada hemos calculado diferentes índices antropométricos en una amplia muestra de más de 1300 sujetos, jóvenes (entre 20 y 39 años), sanos y activos. Se ha obtenido

Tabla I		
<i>Puntos de corte (percentil 2,5)</i>		
<i>Variable</i>	<i>Varón*</i> <i>n = 883</i>	<i>Mujer</i> <i>n = 506</i>
<i>Perímetro (cm)</i>		
Brazo	27,1	23,5
Antebrazo	24,9	21,7
Muslo	47,7	44,2
Pierna	33,8	31,2
<i>Perímetro corregido (cm)</i>		
Brazo	24,5	19,6
Muslo	44	38,1
Pierna	31,5	27,5
<i>Área muscular transversal (CSA, cm²)</i>		
CSA brazo	37,7	24,2
CSA muslo	154,3	115,8
CSA pierna	78,8	60,2
<i>Masa muscular (MM)</i>		
MM (kg)	28,4	19,5
MM %	38,2	32,9
IMM (kg/m ²)	9,1	7,3

CSA (Heymsfield, 1982). MM (Lee, 2000)

*p < 0,0001 diferencia entre sexos.

el valor inferior de estos parámetros con el fin de que puedan servir de punto de corte para la determinación de baja masa muscular y con ello apoyar el diagnóstico de sarcopenia de una manera asequible en estudios en grandes poblaciones.

La mayoría de trabajos de la literatura proponen la utilización del DEXA para valorar la masa muscular mediante el índice de masa muscular apendicular y/o índice de masa muscular total. En la revisión realizada por Pagotto y Silveira¹⁰ muestran dieciocho estudios a los que hay que añadir tres más recientes^{11,12,13}. Se establecen puntos de corte diferentes según sexo y las poblaciones de referencia oscilan en un rango de edad de los 18-20 años a los 39-40-50 años. En el Índice de masa muscular esquelética de extremidades/talla² dan un punto de corte medio para el varón inferior a 7,25 kg/m² y para la mujer inferior a 5,5 kg/m² en población caucásica. Y para el Índice de masa muscular total, inferior a 6,77 kg/m² y 4,51 kg/m² para varón y mujer respectivamente. El DEXA tiene como inconvenientes además de su coste, que expone a radiación al sujeto, no cuantifica de forma directa la masa muscular, se ve influido por el estado de hidratación (las densidades del agua y de la grasa son similares) y por la habilidad del técnico¹⁴. También puede haber diferencias en los cálculos según instrumental y software.

En relación a los puntos de corte de masa muscular total en relación al cuadrado de la talla, estimada por BIA, Masanes¹⁵ los fija en población española en valores inferiores a 8,25 kg/m² en varones y de 6,68 kg/m² en mujeres. Valores muy similares a lo reportado por otros autores¹⁰, como en el estudio de NHANES III (National Health and Nutritional Examination Surveys) de Janssen¹⁶ que da 8,50 kg/m² en varones y de 5,75 kg/m² en mujeres. Mientras que como porcentaje respecto al peso total (MM %), este último autor lo fija en menos del 31% y del 22%, varones y mujeres respectivamente. Algo inferior a lo referido por Tichet¹⁷ en población francesa: 34,4% y 26,6%.

Una de críticas en contra de la técnica antropométrica y a favor de la BIA es la de ser operador dependiente. Si bien ya hemos comentado que requiere que el técnico siga rigurosamente la metodología estandarizada y que en obesos pierde precisión o incluso puede no ser factible la toma de los pliegues cutáneos. Sin embargo no se ha demostrado en los estudios de composición corporal que la BIA sea superior a la antropometría¹⁴. En el estudio de bioimpedancia hay factores que son difícilmente controlables, siendo el principal el estado de hidratación, la resistencia cambia con las modificaciones del agua corporal, un aumento de esta disminuirá la resistencia. También la distinta impedancia que opone la piel, la forma corporal, la temperatura pueden alterar el resultado. Por otro lado, requiere de unas condiciones previas como ayuno de 4 a 8 horas, no haber realizado ejercicio, o ingerido alcohol. Y como en toda técnica puede variar según el equipo utilizado. La ecuación de estimación de la masa muscular por BIA más utilizada es la Janssen¹⁸ la cual obtiene

una correlación más baja que la basada en la técnica antropométrica de Lee⁹, con una R² de 0,86 vs 0,91 y mayor error, SEE de 2,7 kg vs 2,2 kg; ambas ecuaciones utilizan la RM como técnica de referencia.

Nuestros puntos de corte para la masa muscular total y relativa no son comparables a los referidos anteriormente ya que están obtenidos mediante técnicas de estimación diferentes (DEXA y BIA). Una objeción a todas ellas es que están basadas en el desarrollo muscular de las extremidades, asumiendo que representan la masa muscular corporal global. Con la técnica de RM, considerada como el patrón oro, Müller¹⁹ estableció unos puntos de corte (<2 STD) a partir del grupo de edad de 18 a 39 años, en 8,67 kg/m² en varones y de 6,75 kg/m² en las mujeres. Si lo comparamos con nuestros datos, ya que nuestra ecuación antropométrica toma esta técnica como referencia, comprobamos que son similares, ambos alrededor de 9 y de 7 kg/m².

Entre los puntos de corte de los otros índices antropométricos existentes tenemos el aportado por Rolland²⁰ que utiliza como variable, la circunferencia de la pierna, por su correlación positiva con la masa muscular. Este trabajo realizado en una muestra de mujeres se determinó que valores inferiores a 31 cm de perímetro de la pierna estaban asociados a discapacidad, siendo este un buen indicador clínico de sarcopenia. También, Bastiaanse²¹ aplicó este criterio en su estudio en discapacitados y Landi²² lo correlacionó con el síndrome de fragilidad. En nuestro trabajo esta variable obtiene un valor similar en la muestra femenina.

Históricamente los perímetros de brazo y de pierna han sido ya ampliamente utilizados solos o corregidos en la valoración de malnutrición calórica, proteica o mixta; con puntos de corte de <21 cm para el brazo y <31 cm para la pierna en los criterios antropométricos del Mini Nutritional Assessment (MNA[®])²³.

Landi²⁴ estudió la masa muscular mediante el perímetro de brazo corregido en mayores de 80 años, fijando un punto de corte para baja masa muscular del perímetro de brazo corregido en <21,1 cm y <19,5 cm, varón y mujer respectivamente. También comprobó que los que se encontraban por encima del tercil superior tenían menor riesgo de muerte que los del tercil inferior. El percentil propuesto a partir de nuestra muestra femenina es casi coincidente, mientras que es mayor el de la masculina.

Las CSA han sido también medidas por técnicas de imagen como ultrasonidos y TAC, a nivel de muslo y brazo constatando la disminución en estos niveles hasta del 40% en sujetos mayores respecto a los controles jóvenes²⁵. Mediante tomografía Short²⁶ obtuvo a nivel de muslo un área muscular de 233±8 cm² y 344±21 cm², mujeres y varones respectivamente en la muestra de 20 a 29 años, reduciéndose progresivamente por década llegando a los de + de 70 años a 190±8 cm² y 263±16 cm², es decir, una disminución del 18,5 en las mujeres y del 23,5 en varones. Estos valores son superiores a los estimados mediante la técnica antropométrica.

En caso no disponer de plicómetro o no ser el pliegue cutáneo técnicamente accesible se pueden utilizar como primera aproximación los perímetros corporales. En caso de poder medir los pliegues cutáneos correspondientes a los perímetros corporales aconsejamos estimar las áreas transversales musculares y posteriormente la masa muscular en relación a la talla. Con esto estimaremos de forma más precisa el componente muscular, evitando sobreestimar el desarrollo muscular, en caso de obesidades sarcopénicas, en las que podremos tener un mayor perímetro a expensas de tener mayor acumulo de tejido adiposo subcutáneo. La masa muscular en porcentaje respecto al peso total puede ser un índice menos válido, ya que depende del resto de los diferentes componentes del peso corporal. Podemos tener los mismos kilos de peso muscular, pero nuestro porcentaje puede variar, por ejemplo si aumentamos el peso a expensas del componente graso, el porcentaje muscular disminuirá.

En resumen, las variables antropométricas pueden ser de gran utilidad en el manejo ambulatorio de grandes poblaciones para la determinación de la masa muscular, pudiendo realizarse de forma fácil controles evolutivos, constatando también a que nivel se producen los cambios. Se necesita seguir el estudio aplicando estos puntos de corte en población geriátrica y correlacionarlo con las pruebas de su rendimiento físico y test de fuerza, así como la repercusión clínica asociada.

Referencias

1. Instituto Nacional de Estadística. Disponible en <http://publicaciones.de.descarga.gratuita/> Mujeres y hombres en España / Salud (actualizado 25 abril 2014) / 4.1 Esperanza de vida.
2. Rosenberg IH. Epidemiologic and methodologic problems in determining nutritional status of order persons. (Summary comments). *Am J Clin Nutr* 1989; 50 (5) Suppl: 1231-3.
3. Olmos JM, Martínez J, González J. Envejecimiento del músculo-esquelético. *REEMO* 2007; 16 (1): 1-7.
4. Garatachea N, Lucía A. Genes and the ageing muscle: a review on genetic association studies. *Age* 2013; 35 (1):207-233.
5. Grupo Europeo de trabajo sobre la sarcopenia en personas de edad avanzada. Sarcopenia: consenso europeo sobre su definición y diagnóstico. *Age and Ageing* 2010; 39: 412-23.
6. Cruz-Jentoft AJ, Cuesta F, Gómez-Cabrera MC, López-Soto A, Masanés F, Matia P et al. La eclosión de la sarcopenia: Informe preliminar del Observatorio de la Sarcopenia de la Sociedad Española de Geriátrica y Gerontología. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 2011; 46 (2): 100-10.
7. Gore C, Norton K, Olds T, Whittingham N, Birchall K, Clough M et al. Accreditation in Anthropometry: an Australian Model. In: Norton K, Olds T, editors. *Anthropometrica*. University of New South Wales Press. 1996. P. 395-410.
8. Heymsfield SB, McManus C, Smith J, Stevens V, Nixon DW. Anthropometric measurement of muscle mass: revised equations for calculating bone-free arm muscle area. *Am J Clin Nutr* 1982; 36(4):680-90.
9. Lee RC, Wang Z, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *Am J Clin Nutr* 2000; 72:796-803.
10. Pagotto V, Silveira EA. Methods, Diagnostic Criteria, Cutoff Points, and Prevalence of Sarcopenia among Older People. The

- Scientific World Journal, vol. 2014, Article ID 231312, 11 pages, 2014. doi:10.1155/2014/231312
11. Coin A1, Sarti S, Ruggiero E, Giannini S, Pedrazzoni M, Minisola S, et al. Prevalence of sarcopenia based on different diagnostic criteria using DEXA and appendicular skeletal muscle mass reference values in an Italian population aged 20 to 80. *J Am Med Dir Assoc*. 2013 Jul; 14(7):507-12.
 12. Alemán-Mateo H, Ruiz RE. Valenzuela, Skeletal Muscle Mass Indices in Healthy Young Mexican Adults Aged 20-40 Years: Implications for Diagnoses of Sarcopenia in the Elderly Population. The Scientific World Journal, vol. 2014, Article ID 672158, 5 pages, 2014. doi:10.1155/2014/672158
 13. Lera L, Ángel B, Sánchez H, Picrin Y, Hormazabal MJ, Quiero A, Albala C. Estimación y validación de puntos de corte de índice de masa muscular esquelética para la identificación de sarcopenia en adultos mayores chilenos. *Nutr Hosp* 2014; 28: 31 (3): 1187-97.
 14. Al-Gindan Y, Hankey CR, Leslie W, Govan L, Lean MEJ. Predicting muscle mass from anthropometry using magnetic resonance imaging as reference: a systematic review. *Nutrition Reviews* 2014; 72(2):113-26.
 15. Masanes F, Culla A; Navarro-Gonzalez M; Navarro-Lopez M; Sacanella E; Torres B; Lopez-Soto A, The Journal Of Nutrition, Health & Aging [*J Nutr Health Aging*], ISSN: 1760-4788, 2012; 16 (2): 184-7.
 16. Janssen I, Baumgartner R N, Ross R, Rosenberg IH, Roubenoff R. Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. *Am J Epidemiol* 2004; 159 (4): 413-421.
 17. Tichet J, Vol S, Goxe D, Salle A, Berrut G, Ritz P. Prevalence of sarcopenia in the French senior population. *J Nutr Health Aging* 2008; 12 (3): 202-6.
 18. Janssen I, Heymsfield S, Baumgartner R, Ross R. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *J Appl Physiol* (Bethesda, Md.: 1985) 2000; 89(2): 465-471.
 19. Müller MJ, Geisler C, Pourhassan M, Glüer CC, Bosy-Westphal A. Assessment and definition of lean body mass deficiency in the elderly. *Eur J Clin Nutr*. 2014; 68(11):1220-7.
 20. Rolland Y, Lauwers-Cances V, Cournot M, Nourhashémi F, Reynish W, Rivière D, Vellas B, Grandjean H. Sarcopenia, calf circumference, and physical function of elderly women: a cross-sectional study. *J Am Geriatr Soc*. 2003 Aug; 51(8):1120-4.
 21. Bastiaanse LP, Hilgenkamp TIM, Echteld MA, Evenhuis HM. Prevalence and associated factors of sarcopenia in older adults with intellectual disabilities. *Res Dev Disabil* 2012;33(6):2004-12.
 22. Landi F, Onder G, Russo A, Liperoti R, Tosato M, Martone AM, Capoluongo E, Bernabei R. Calf circumference, frailty and physical performance among older adults living in the community. *Clin Nutr* 2014;33(3):539-44.
 23. Rubenstein LZ1, Harker JO, Salvà A, Guigoz Y, Vellas B. Screening for undernutrition in geriatric practice: developing the short-form mini-nutritional assessment (MNA-SF). *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001; 56(6):M366-72.
 24. Landi F, Russo A, Liperoti R, Pahor M, Tosato M, Capoluongo E, Bernabei R, Onder G. Midarm muscle circumference, physical performance and mortality: results from the aging and longevity study in the Sirente geographic area (ilSIRENTE study). *Clin Nutr*. 2010;29(4):441-7.
 25. Doherty TJ. Invited Review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol* 2003; 95: 1717-27.
 26. Short KR1, Vittone JL, Bigelow ML, Proctor DN, Nair KS. Age and aerobic exercise training effects on whole body and muscle protein metabolism. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2004; 286 (1):E92-101. Epub 2003 Sep 23.