



Correlación de la masa muscular apendicular medida por absorciometría dual de rayos X y antropometría en población pediátrica y adolescente sana

Montserrat Bello-Quiroz^{1,2}, Desirée López-González^{1,2}, Diana Montiel-Ojeda^{1,2}, Miguel Klunder-Klunder³ y Patricia Clark^{1,2*}

¹Unidad de Epidemiología Clínica, Hospital Infantil de México Federico Gómez; ²Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México;

³Subdirección de Gestión de la Investigación, Hospital Infantil de México Federico Gómez. Ciudad de México, México

Resumen

Introducción: Durante el proceso de crecimiento y desarrollo, los niños y adolescentes presentan cambios en su composición corporal. La masa muscular apendicular está relacionada con la movilidad, deambulación y, consecuentemente, con las actividades de la vida diaria. El objetivo del estudio fue determinar la correlación de la masa magra apendicular (MMA) de los miembros superiores e inferiores mediante absorciometría dual de rayos X (DXA) como método de referencia, en comparación con el área muscular apendicular (AMA) obtenida mediante antropometría. **Métodos:** Estudio transversal en niños y adolescentes sanos de 5 a 20 años de edad, residentes de la Ciudad de México y Área Metropolitana. Se incluyeron y midieron 1,081 sujetos clínicamente sanos. **Resultados:** La MMA obtenida con DXA y el AMA obtenida por antropometría tienen un coeficiente de determinación (r^2) de 0.90. Al categorizarlos por percentil de índice de masa corporal, este se mantiene, aunque es ligeramente menor en el grupo de sujetos con obesidad, donde el coeficiente fue de $r^2 = 0.84$. **Conclusiones:** La determinación de la masa muscular apendicular en niños y adolescentes mexicanos mediante antropometría es válida y precisa, y presenta una alta correlación con métodos como la DXA. La antropometría podría implementarse como parte de la evaluación de la masa muscular apendicular en el primer nivel de atención.

Palabras clave: Antropometría. Músculo. Pediatría.

Correlation of appendicular muscle mass measured with dual-energy X-ray absorptiometry and anthropometry in a healthy population of pediatric and adolescent subjects

Abstract

Background: Children and adolescents present changes in their body composition during their growth and development process. The appendicular muscle mass (AMM) is related to mobility, ambulation and, consequently, with the activities of daily life. The objective of this study was to determine the correlation of the AMM of upper and lower limbs, obtained by dual X-ray absorptiometry (DXA), as a reference method compared to the appendicular muscular area (AMA) obtained by anthropometric measurements. **Methods:** Cross sectional study in healthy children and adolescents from 5 to 20 years of age, residents of Mexico City and the Metropolitan Area. A total sample of 1081 clinically healthy subjects were included.

Correspondencia:

*Patricia Clark

E-mail: osteoclark@gmail.com

1665-1146/© 2019 Hospital Infantil de México Federico Gómez. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 11-07-2019

Fecha de aceptación: 13-11-2019

DOI: 10.24875/BMHIM.19000108

Disponible en internet: 17-02-2020

Bol Med Hosp Infant Mex. 2020;77(1):28-33

www.bmhim.com

Results: The AMM obtained with DXA and the AMA obtained by anthropometry showed a coefficient of determination (r^2) of 0.90. Categorizing by percentile of body mass index, the correlation is maintained, being slightly lower in the group of obese subjects, where the coefficient was $r^2 = 0.84$. **Conclusions:** Measurement of AMM in Mexican children and adolescents with anthropometry is a valid and accurate technic with a high correlation with methods such as DXA. Anthropometry could be implemented as part of the assessment of AMM in the first level care.

Key words: Anthropometry. Muscle. Pediatrics.

Introducción

Como consecuencia del crecimiento y desarrollo del niño se observan cambios en la composición corporal (CC) en la edad pediátrica. Los cambios en la cantidad y proporción de los componentes resultan ser importantes, por lo que la medición de la CC durante el crecimiento y desarrollo provee información detallada acerca del estado nutricio del paciente.

Recientemente, ha incrementado el interés particular del estudio de la masa muscular en el área pediátrica debido a su relación con el contenido y la densidad mineral ósea¹. Desde edades tempranas, un déficit en la masa muscular compromete su correcto desarrollo, lo cual se perpetúa hasta la edad adulta. La aparición temprana de enfermedades crónico-degenerativas se ha asociado con alteraciones en la masa muscular y la masa ósea^{2,3}. Una manera de medir los componentes es por medio de la masa magra apendicular (MMA), que es la suma de la masa magra de las piernas y los brazos, la cual se relaciona directamente con la movilidad, deambulación y, consecuentemente, con las actividades de la vida diaria⁴⁻⁶.

Actualmente, existen métodos precisos para la medición de la CC, como la absorciometría dual de rayos X (DXA)⁷. Aunque esta tecnología es muy precisa, no se encuentra disponible en el primer o segundo nivel de atención debido a sus altos costos y la necesidad del personal calificado para realizarla. Por ello, la antropometría puede considerarse como una alternativa factible para estos niveles de atención, en los que podrían detectarse tempranamente los casos de masa muscular baja y, consecuentemente, tomar las decisiones oportunas para la intervención de pérdidas musculares en edades pediátricas.

El objetivo de este trabajo fue determinar la correlación entre dos métodos de medición de la MMA de los miembros superiores e inferiores: mediante DXA, como método de referencia, y el área muscular apendicular (AMA) obtenida por medio de medidas antropométricas en niños de 5 a 20 años, con el fin de comprobar si la antropometría resulta ser útil y confiable para el estudio de la masa muscular en el primer nivel de atención.

Métodos

Se realizó un estudio transversal, donde se incluyeron niños y adolescentes de 5 a 20 años de edad clínicamente sanos, residentes de la Ciudad de México y Área Metropolitana. El reclutamiento se realizó a través de una convocatoria realizada a escuelas públicas y privadas y por invitación a través de redes sociales y medios digitales. Este estudio fue aprobado por los Comités de Investigación, Ética y Bioseguridad del hospital (HIM 2015-055).

A los individuos interesados se les invitó a acudir a la Unidad de Epidemiología Clínica del Hospital Infantil de México Federico Gómez-Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México. Después de leer, aceptar y firmar el consentimiento y asentimiento informado, se les realizó una evaluación médica pediátrica. Se incluyó una historia clínica, la cual consistió en la aplicación de un cuestionario amplio de salud, y una exploración física detallada con toma de signos vitales. Se determinó la CC por medio de DXA (iDXA Lunar, GE Corporation, USA) y se realizaron las mediciones antropométricas.

Para determinar la masa muscular apendicular por medio de DXA, se realizó un escaneo de cuerpo entero en decúbito dorsal, siguiendo el manual de instrucciones de la Sociedad Internacional de Densitometría Clínica⁷. Cada estudio tiene una duración de entre 5 y 10 minutos y la dosis de radiación es mínima (5 y 10 μ Sv). La precisión del equipo es del 95%⁸.

Se realizaron las siguientes mediciones antropométricas: peso y talla (báscula electrónica SECA modelo 284); índice de masa corporal (IMC) como estimador diagnóstico nutricional, tomando como referente los puntos de corte establecidos por los CDC (Centers for Disease Control and Prevention), los cuales clasifican a los niños por estado nutricional en bajo peso (< percentil 5), peso normal (percentil 5-85), sobrepeso (percentil 85-95) y obesidad (> percentil 95)⁸.

Adicionalmente, se realizaron cinco mediciones de circunferencias: circunferencia media de brazo relajado, de cintura, de cadera, de muslo medio y máxima de pantorrilla. Estas mediciones fueron tomadas con

una cinta métrica flexible (marca SECA modelo 201, calibrada en cm con gradaciones en mm). La medición de pliegues cutáneos se realizó por medio de plicometría (plicómetro marca Harpenden Skinfold Caliper 0120). Los pliegues que se midieron fueron el pliegue cutáneo de tríceps, el pliegue cutáneo de muslo medial y el pliegue cutáneo de la pantorrilla máxima. Tanto las circunferencias como los pliegues fueron medidos en dos ocasiones, y se utilizó la ecuación de Frisancho adaptada para determinar la masa magra de brazo, pantorrilla y muslo⁹. La antropometría se realizó con metodología ISAK¹⁰ por tres nutriólogas, obteniendo una relación interobservador Kappa = 0.83. De acuerdo con la clasificación de este coeficiente, se considera como sustancial adecuada¹¹. Se excluyeron los sujetos que presentaran alguna enfermedad, amputación de algún miembro o con algún tipo de tratamiento farmacológico sistémico que afectara el metabolismo lipídico, de la glucosa o la CC.

Análisis estadístico

La normalidad se evaluó con la prueba de Shapiro-Wilk, seguida de un análisis descriptivo de las principales características de interés, utilizando medias y desviación estándar. Para el análisis, se estratificaron los datos por estado nutricional, de acuerdo con la categoría del IMC clasificado por los CDC⁸. La relación entre las MMA obtenidas por medio de DXA (suma de brazo derecho e izquierdo y pierna derecha e izquierda) y las AMA obtenidas por medio de la antropometría (área muscular del brazo, pantorrilla y muslo derecho e izquierdo) fueron calculadas utilizando el coeficiente de determinación, el análisis de regresión lineal simple y el análisis de correlación lineal intraclass. El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el programa SPSS 22.

Resultados

Se evaluó un total de 1,081 sujetos, el 52% de sexo masculino. La distribución de la muestra de acuerdo con el percentil de IMC fue: peso normal en el 65.5%, bajo peso en el 10.3%, sobrepeso en el 14.2% y obesidad en el 9.9% de los participantes (**Tabla 1**).

En la **tabla 2** se describe el contenido de MMA por DXA y AMA por antropometría, clasificado por grupo etario y sexo. Se puede observar que el contenido de masa magra se incrementa conforme al avance de la edad. En los hombres, a partir de los 13 años, se ve una ganancia mayor de masa muscular en comparación

Tabla 1. Características clínicas de los participantes

	Media ± DE
Edad (años)	11.6 ± 4
Sexo n (%)	
Femenino	524 (48%)
Masculino	557 (52%)
Peso (kg)	42.9 ± 18.2
Estatura (cm)	143.3 ± 19.3
IMC (kg/m ²)	19.9 ± 4.6
Estadio puberal Tanner	
1	476 (44%)
2	158 (14%)
3	116 (11%)
4	141 (13%)
5	180 (17%)
Clasificación por IMC	
Bajo peso	93 (9%)
Peso normal	646 (60%)
Sobrepeso	166 (15%)
Obesidad	176 (16%)

DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal.

con las mujeres. El coeficiente de determinación entre la MMA mediante DXA y las áreas musculares de las extremidades estimadas por antropometría fue $r^2 = 0.90$ ($p < 0.01$). Al analizar la relación entre la MMA obtenida con DXA y el AMA obtenida por antropometría estratificada por la clasificación del IMC, se obtuvieron valores estadísticamente significativos mayores a $r^2 = 0.84$ ($p < 0.01$). La MMA estimada por antropometría mostró una buena correlación con la AMA estimada por DXA, la cual se mantiene al estratificar por categoría de IMC (**Fig. 1**). Al realizar el análisis de coeficiente de correlación intraclass, se encontró una concordancia entre el 66-80% (**Tabla 3**).

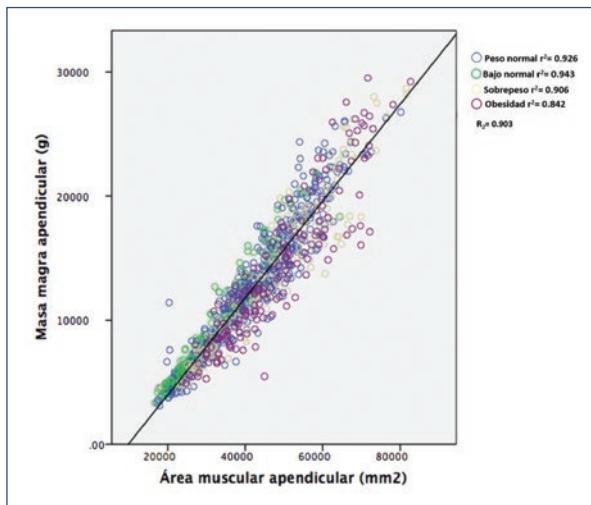
Discusión

Mediante la realización de este estudio, se corroboró la utilidad de la antropometría como método de evaluación de masa muscular en niños y adolescentes. Se obtuvieron valores que concuerdan con las mediciones obtenidas mediante métodos más precisos, como la densitometría. De manera global, la masa muscular obtenida por DXA de las cuatro extremidades presenta una adecuada relación con el área obtenida por antropometría (pantorrillas, muslos y brazos), aun estratificando a los sujetos de acuerdo con su IMC (peso bajo, peso normal, sobrepeso u obesidad), es decir, se

Tabla 2. Contenido de masa magra apendicular (MMA) por absorciometría dual de rayos X (DXA) y área muscular apendicular (AMA) por antropometría

Edad	Femenino				Masculino			
	MMA (g)		AMA (mm ²)		MMA (g)		AMA (mm ²)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
5	4,705	788	23,146	4,716	5,206	782	23,249	3,306
6	5,444	1,104	24,835	4,364	5,942	920	25,141	3,799
7	6,402	1,453	27,974	5,709	7,219	1,520	29,525	5,530
8	7,264	1,464	29,506	5,279	8,314	1,882	31,799	5,789
9	8,694	2,188	33,499	7,307	9,643	2,322	35,846	7,149
10	9,802	2,274	36,094	8,303	10,590	2,438	37,392	8,054
11	11,566	3,484	40,564	10,527	11,772	2,263	39,309	6,176
12	13,612	2,562	47,015	9,532	14,355	3,430	44,427	7,802
13	13,014	2,146	45,361	7,579	16,437	3,219	48,631	8,948
14	13,915	2,164	46,231	7,215	19,384	4,016	55,264	9,709
15	15,070	1,625	50,850	7,178	20,121	3,638	54,913	8,101
16	15,187	2,593	52,454	8,422	21,928	3,444	61,341	6,675
17	15,348	2,583	51,952	9,222	20,744	3,554	57,404	8,742
18	13,986	3,036	48,282	12,452	22,285	4,190	62,952	11,703
19	15,033	2,625	49,676	8,289	22,067	3,572	61,810	11,776
20	16,360	3,669	52,266	11,144	21,516	2,981	60,351	7,008

DE: desviación estándar.

**Figura 1.** Masa muscular apendicular obtenida con absorciometría dual de rayos X versus área muscular apendicular obtenida por antropometría. Obesidad: $y = 0.041 x - 5.3$, $r^2 = 0.842$, $p < 0.001$; sobre peso: $y = 0.04 x - 4.5$, $r^2 = 0.905$, $p < 0.001$; bajo peso: $y = 0.042 x - 3.68$, $r^2 = 0.943$, $p < 0.001$; peso normal: $y = 0.041 x - 4.2$, $r^2 = 0.926$, $p < 0.001$.

mantuvo una buena relación (mayor al 84%) entre ambos métodos de medición. Este hecho se observa en la mayoría de los subgrupos, sin embargo, en el grupo con obesidad, las mediciones antropométricas representaron un mayor reto para realizar la medición, ya que se observa una ligera sobreestimación de la masa muscular apendicular que obedece al comportamiento de la masa grasa y la masa libre de grasa en estos sujetos.

Brambilla, et al.¹² realizaron un estudio similar, con el fin de estimar la masa libre de grasa de niños en diversos estados nutricionales, donde se incluyeron 100 participantes. Dentro de ellos, se presentó el diagnóstico de enfermedad celiaca (10), bajo peso (10) y el resto presentaba peso normal u obesidad. Al valorar la correlación entre el DXA y la antropometría en esta muestra, se encontró un coeficiente de determinación de $r^2 = 0.795$, semejante a los presentes resultados (> 0.84), y se mantuvo la relación entre la MMA y la AMA al tomar en cuenta la edad, el sexo y el estado nutricio. A diferencia del estudio de Brambilla, et al., cuya muestra

Tabla 3. Coeficiente de correlación intraclass entre masa magra apendicular por absorciometría dual de rayos X y área muscular apendicular por antropometría

	CCI	IC 95%		p
Medidas individuales	0.66	0.625	0.693	< 0.01
Medidas promedio	0.80	0.769	0.818	< 0.01

CCI: coeficiente de correlación intraclass; IC: intervalo de confianza.

incluyó únicamente niños de 4 a 11 años de edad, en el presente estudio se incluyeron niños y adolescentes de 5 a 20 años de edad, lo que permitió valorar la masa magra en la edad pediátrica y adolescente, ampliando el panorama de la evaluación. A la fecha, se han realizado estudios para evaluar la masa grasa en niños con una metodología similar a la utilizada en la población adulta^{3,5}. Actualmente, estos estudios con población pediátrica y adolescente son escasos, y solamente incluyen la evaluación de la masa magra en miembros inferiores o se limitan a otros rangos de edad, los cuales no son específicos para este grupo etario, ya que los estudios existentes, en su mayoría, se enfocan en adultos mayores de 60 años^{13,14}.

Para la evaluación del estado nutricional y la CC, se han elaborado herramientas antropométricas que son de utilidad en casi toda la población, ya que tienen el objetivo de generar un diagnóstico nutricional más certero y completo. En este sentido, la detección tanto de tejido graso en exceso como de un déficit de masa muscular en la edad pediátrica o adolescente puede ser de gran importancia, ya que este tipo de CC se ha asociado con enfermedades crónico-degenerativas que se exacerbaban debido a una previa deficiencia de masa muscular. Esto conduce a una disminución de la función física, por lo que es de esperarse un mal pronóstico al momento de la recuperación⁴⁻⁶. Estas observaciones son importantes, ya que la masa magra se adquiere principalmente durante la etapa pediátrica; por tanto, determina parte de la CC del individuo en un futuro. Así lo establece la aproximación sobre el curso de la vida (*lifecourse approach*), desarrollada por el Dr. David Barker¹⁵, donde se menciona que el origen de muchas de las enfermedades crónico-degenerativas en la edad adulta se encuentra en la infancia. Así, la masa magra y su evaluación oportuna podrían impactar en la salud del individuo, ya que una correcta y acertada intervención en sujetos con masa muscular baja puede disminuir el riesgo de incapacidad asociada a la disminución de la masa muscular en la edad adulta¹⁶. De acuerdo con la búsqueda realizada, este es el primer estudio que se

realiza en población pediátrica mexicana con el fin de conocer la correlación de la MMA por DXA con AMA obtenida mediante antropometría. A la luz de estos hallazgos, sería conveniente la realización de más estudios buscando la reproductibilidad de resultados, para poder posicionar la antropometría desde el primer nivel de atención. Esto permitiría detectar a los niños y adolescentes con masa muscular baja, que podrían favorecerse de intervenciones de fortalecimiento para tener una masa muscular adecuada en la edad adulta.

La principal limitación del estudio es que la antropometría es un método dependiente de operador, por lo que requiere de personal capacitado. Además, se requiere de un equipo «validado», por lo que es necesario tomar medidas sobre esta situación antes de implementar esta metodología antropométrica para asegurar su fiabilidad.

Existe una buena correlación entre el DXA y la antropometría, específicamente con el AMA, la cual sirve para determinar la masa magra en niños y adolescentes. La antropometría es una herramienta de gran utilidad que resulta ser económica, accesible y segura. Además, puede ser implementada en la monitorización del estado nutricional desde el primer nivel de atención.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Financiamiento

Este estudio fue apoyado por el fondo Conacyt/FOSSIS 2015-2_261682.

Agradecimientos

Los autores agradecen especialmente a todas las familias mexicanas participantes en la elaboración de

este proyecto. Agradecen, también, al Programa Único de Maestrías y Doctorados en Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud, ya que este trabajo fue la tesis de maestría del primer autor.

Bibliografía

1. Clark P, Lavielle P, Franco-Marina F, Ramirez E, Salmeron J, Kanis JA, et al. Incidence rates and life-time risk of hip fractures in Mexicans over 50 years of age: a population-based study. *Osteoporosis Int.* 2005;16: 2025-30.
2. Denova-Gutiérrez E, Méndez-Sánchez L, Muñoz-Aguirre P, Tucker KL, Clark P. Dietary patterns, bone mineral density, and risk of fractures: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients.* 2018;10:E1922.
3. Lera L, Albala C, Ángel B, Sánchez H, Picrín Y, Hormazabal MJ, et al. Predicción de la masa muscular apendicular esquelética basado en mediciones antropométricas en adultos mayores chilenos. *Nut Hosp.* 2014;29:611-7.
4. Al-Gindan YY, Hankey C, Govan L, Gallagher D, Heymsfield SB, Lean ME. Derivation and validation of simple equations to predict total muscle mass from simple anthropometric and demographic data. *Am J Clin Nutr.* 2014;100:1041-51.
5. Pereira PM, da Silva GA, Santos GM, Petroski EL, Geraldes AA. Development and validation of anthropometric equations to estimate appendicular muscle mass in elderly women. *Nutr J.* 2013;12:92.
6. Volpi E, Nazemi R, Fujita S. Muscle tissue changes with aging. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2004;7:405-10.
7. Helba M, Binkovitz LA. Pediatric body composition analysis with dual-energy X-ray absorptiometry. *Pediatr Radiol.* 2009;39:647-56.
8. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Guo SS, Wei R, et al. CDC growth charts: United States. *Adv Data.* 2000;1-27.
9. Frisancho AR. New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. *Am J Clin Nutr.* 1981;34:2540-5.
10. Manfell-Jones M, Olds T, Stewart A, Carter L. International Standards for Anthropometric Assessment: The international society for the advancement of kinanthropometry. Sydney: UNSW Press; 2006.
11. Hartling L, Hamm M, Milne A, Vandermeer B, Santaguida PL, Ansari M, et al. Validity and inter-rater reliability testing of quality assessment instruments. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2012.
12. Brambilla P, Rolland-Cachera MF, Testolin C, Briand A, Salvatoni A, Testolin G, et al. Lean mass of children in various nutritional states. Comparison between dual-energy X-ray absorptiometry and anthropometry. *Ann N Y Acad Sci.* 2000;904:433-6.
13. Jensen SM, Molgaard C, Ejlerskov KT, Christensen LB, Michaelsen KF, Briand A. Validity of anthropometric measurements to assess body composition, including muscle mass, in 3-year-old children from the SKOT cohort. *Matern Child Nutr.* 2015;11:398-408.
14. Valente-dos-Santos J, Coelho-e-Silva MJ, Machado-Rodrigues AM, Elferink-Gemser MT, Malina RM, Petroski EL, et al. Prediction equation for lower limbs lean soft tissue in circumpubertal boys using anthropometry and biological maturation. *PLoS One.* 2014;9:e107219.
15. Barker DJ. Developmental origins of adult health and disease. *J Epidemiol Community Health.* 2004;58:114-5.
16. Kuh D, Karunananthan S, Bergman H, Cooper R. A life-course approach to healthy ageing: maintaining physical capability. *Proc Nutr Soc.* 2014; 73:237-48.