

Centro Provincial de Medicina del Deporte  
Holguín

## ÁREAS MUSCULARES DEL MUSLO Y LA PIERNA ESTIMADAS POR ANTROPOMETRÍA Y TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTADORIZADA EN VARONES ADULTOS

Jorge Alberto Fernández Vieitez,<sup>1</sup> José Alberto Álvarez Cuesta<sup>2</sup> y Luis Williams Wilson<sup>3</sup>

### RESUMEN

En una muestra de 17 varones adultos (edad:  $26 \pm 5$  a; peso:  $76,3 \pm 7,1$  kg y talla  $177,2 \pm 3,9$  cm) se determinaron las diferencias, relaciones e intercambiabilidad entre las áreas musculares ( $\text{cm}^2$ ) de los miembros inferiores (muslo medial y pierna máxima) estimadas por antropometría (área muscular =  $[\text{circunferencia del miembro (cm)} - 0,31416 \text{ pliegue cutáneo (mm)}]^2/12,5664$ ) y tomografía axial computadorizada (TAC). El método antropométrico sobrestimó las áreas musculares en ambas regiones (muslo:  $+9,0 \pm 12,8$ ;  $p = 0,01$  y pierna:  $+8,5 \pm 11,2$ ;  $p = 0,006$ ). La relación entre los 2 procedimientos fue estadísticamente significativa (muslo:  $r = 0,9$ ;  $p = 8,8 \cdot 10^{-7}$  y pierna:  $r = 0,52$ ;  $p = 0,03$ ). Ambos métodos resultaron intercambiables, pues ni el coeficiente de correlación (muslo:  $r = 0,42$ ; pierna:  $r = 0,38$ ) ni la pendiente de regresión (muslo:  $\beta = 0,21 \pm 0,12$ ; pierna:  $\beta = -0,44 \pm 0,28$ ) entre las diferencias (antropometría-TAC) y los promedios ( $\text{antropometría} + \text{TAC}/2$ ) entre ambos procedimientos resultaron estadísticamente significativos ( $p > 0,05$ ). Se concluye que el método antropométrico requiere de ciertas correcciones para estimar con mayor exactitud las áreas musculares de los miembros inferiores.

*Descriptor DeCS:* PIERNA/anatomía e histología; MUSLO/anatomía e histología; GROSOR DE PLIEGUES CUTANEOS; MUSCULOS/anatomía e histología; TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA POR RAYOS X

El creciente interés en la cuantificación del grado de muscularidad, instado por su relación con aspectos de la salud humana como: el estado nutricional,<sup>1,2</sup> la independencia funcional,<sup>3</sup> la inmunocompetencia<sup>4</sup> y el desarrollo biológico<sup>5</sup> entre otros, ha

propiciado la aplicación de diferentes métodos para estimar la masa muscular esquelética.<sup>6-9</sup>

Entre las aproximaciones antropométricas empleadas como indicadores de muscularidad se cuentan las circunferen-

<sup>1</sup> Investigador.

<sup>2</sup> Especialista de I Grado en Radiología. Hospital Docente General "Lucía Ñíguez Landín".

<sup>3</sup> Especialista de I Grado en Medicina del Deporte.

cias y áreas musculares de miembros, las cuales a partir de ciertas asunciones de dudosa certeza,<sup>10,11</sup> se basan esencialmente en restar a la circunferencia neta del miembro  $\pi$  veces el grosor del correspondiente pliegue cutáneo.

El uso de valores antropométricos del brazo ha dominado históricamente la literatura como índice funcional de malnutrición energético-proteica.<sup>12,13</sup> Sin embargo, aproximadamente el 55 % de la masa muscular se encuentra en los miembros inferiores, con sólo el 18-20 % en los superiores.<sup>14</sup> A pesar de ello escasean los estudios destinados a valorar la exactitud de las predicciones antropométricas de áreas musculares en esta región del cuerpo.

El presente trabajo tiene como objetivo determinar las diferencias, relaciones e intercambiabilidad entre los valores de área muscular de las extremidades inferiores (muslo medial y pierna máxima) estimados por antropometría y por tomografía axial computadorizada (TAC) como criterio de referencia, en una muestra de adultos varones.

## MÉTODOS

Se tomó una muestra de 17 varones adultos (edad:  $26 \pm 5$  a; peso:  $76,3 \pm 7,1$  kg y talla:  $177,2 \pm 3,9$  cm) que accedieron voluntariamente y con consentimiento informado a participar en el estudio.

A todos los sujetos se les realizaron mediciones antropométricas, para lo cual se siguieron las recomendaciones técnicas establecidas,<sup>15</sup> previo marcaje con lápiz dermatográfico del sitio exacto. Las dimensiones en cuestión fueron:

- *Circunferencias (cm)*: con ayuda de una cinta métrica tipo SPS de fabricación alemana y precisión de 0,1 cm. Se to-

maron en las regiones del muslo medial (CM) y de la pierna máxima (PM).

- *Pliegues cutáneos*: se empleó un calibrador de pliegues cutáneos Holtain Ltd. (Crymch, U.K) con precisión de 0,2 mm y presión constante de 10 g/mm<sup>2</sup>. Se tomaron los pliegues del muslo frontal (PM) y de la pierna medial (PP), justamente en el mismo sitio donde se registraron las circunferencias.

Con estas dimensiones se calcularon las áreas musculares (cm<sup>2</sup>) del muslo medial (AMM) y la pierna máxima (AMP) según las ecuaciones:

$$AMM = [(CM - 0,31416 \cdot PM)^2] / 12,5664$$

$$AMP = [(CP - 0,31416 \cdot PP)^2] / 12,5664$$

A continuación se realizó un corte tomográfico transversal justo en los sitios en que se efectuaron las mediciones antropométricas (muslo medial y pierna máxima). Para ello se empleó un equipo de TAC del tipo helicoidal de la firma Siemens. A las imágenes obtenidas se les hizo una reconstrucción volumétrica irregular, determinándose el área muscular de cada región por TAC.

Los datos descriptivos se ofrecen en media  $\pm$  desviación estándar.

Los valores de AM obtenidos por uno y otro método en cada región se compararon mediante la prueba t de Student para datos pareados, mientras que su relación se determinó por medio del coeficiente de correlación (r) de Pearson. La intercambiabilidad entre los métodos se obtuvo mediante la prueba de Bland y Altman.<sup>16</sup>

## RESULTADOS

La AMM ( $211,1 \pm 28,9$  cm<sup>2</sup>) y la AMP ( $96,0 \pm 9,1$  cm<sup>2</sup>) estimadas antropométricamente fueron 4,2 y 9,0 %,

TABLA 1. Valores (media  $\pm$  desviación estándar) de las áreas musculares del muslo y la pierna obtenidas por antropometría y TAC

| Región        | Antropometría    | TAC              | Diferencia      | Prob. |
|---------------|------------------|------------------|-----------------|-------|
| Muslo medial  | 211,1 $\pm$ 28,9 | 202,2 $\pm$ 23,6 | +9,0 $\pm$ 12,8 | 0,01  |
| Pierna máxima | 96,0 $\pm$ 9,1   | 87,4 $\pm$ 12,9  | +8,5 $\pm$ 11,2 | 0,006 |

Diferencia = valor obtenido por antropometría – valor obtenido por TAC. Prob. = probabilidad estadística.

respectivamente, superiores a las determinadas por TAC (tabla 1). Tales diferencias resultaron de interés estadístico (muslo: +9,0  $\pm$  12,8 cm<sup>2</sup>; p = 0,01; pierna: +8,5  $\pm$  11,8 cm<sup>2</sup>; p = 0,006).

Los coeficientes de correlación (r) entre los valores de AM obtenidos por cada uno de los métodos fueron estadísticamente significativos en ambas regiones (tabla 2). En el muslo el r fue mayor que en la pierna, región ésta en la que el método antropométrico explicó sólo el 27 % de la varianza de las magnitudes determinadas por TAC.

TABLA 2. Análisis de correlación entre los valores de áreas musculares obtenidos por antropometría y TAC

| Región        | r    | r <sup>2</sup> | Error típico | Probabilidad         |
|---------------|------|----------------|--------------|----------------------|
| Muslo medial  | 0,90 | 0,81           | 10,6         | 8,8.10 <sup>-7</sup> |
| Pierna máxima | 0,52 | 0,27           | 11,3         | 0,03                 |

r = coeficiente de correlación lineal de Pearson; r<sup>2</sup> = coeficiente de determinación.

En la prueba de intercambiabilidad de Bland y Altman<sup>16</sup> (tabla 3), el r (muslo: 0,42; pierna: 0,38) y la pendiente de regresión (muslo:  $\beta$  = 0,21  $\pm$  0,12; pierna:  $\beta$  = -0,44  $\pm$  0,28) entre las diferencias (antropometría-TAC) y los promedio (antropometría + TAC/2) no resultaron estadísticamente significativos (p > 0,05).

TABLA 3. Análisis de regresión entre las diferencias y los promedio de los valores de área muscular obtenidos por ambos métodos (prueba de intercambiabilidad de Bland y Altman)

| Región        | r    | $\beta$          | Probabilidad |
|---------------|------|------------------|--------------|
| Muslo medial  | 0,42 | 0,21 $\pm$ 0,12  | 0,09         |
| Pierna máxima | 0,38 | -0,44 $\pm$ 0,28 | 0,13         |

r = coeficiente de correlación lineal de Pearson;  $\beta$  = pendiente de regresión.

## DISCUSIÓN

Los mayores valores de AM estimados antropométricamente (tabla 1) indican una tendencia a la sobreestimación por parte de este método al compararlo con la TAC como criterio de referencia.

Otros autores,<sup>10,11,13,14</sup> han informado hallazgos similares en la región mesobraquial, con magnitudes de sobrestimación que oscilan desde el 20 al 25 % hasta el 35 % y que se incrementan en las mujeres ancianas y obesas.<sup>10,11</sup> Las diferencias relativamente menores en nuestro trabajo podrían deberse, al menos en parte, a que los individuos estudiados eran jóvenes varones sin un franco incremento de tejido adiposo.

La ventaja de los métodos indirectos radica en su bajo costo y en que no requieren de equipos complejos. Sin embargo, ellos se basan en suposiciones referentes a la geometría de los tejidos que conducen a una pobre exactitud de las determinacio-

nes.<sup>17</sup> Entre estas asunciones se cuentan: que tanto el perímetro del miembro como el compartimento muscular son circulares, y que el grosor del anillo de tejido adiposo que rodea al músculo es homogéneo.

La significación estadística de los  $r_s$  entre los valores de AM obtenidos por los 2 métodos (tabla 2) indica que existe una estrecha relación entre ellos, la cual es más marcada a nivel del muslo. Ello coincide con la diferencia relativamente mayor entre los promedios en la pierna (tabla 1). Coeficientes de correlación similares han sido informados por otros autores<sup>10,11</sup> en el sitio mesobraquial. *Martin* y otros<sup>18</sup> encontraron correlaciones aun mayores entre las circunferencias corregidas del muslo y la pierna y la masa muscular total disecada de cadáveres humanos.

Sin embargo, es inapropiado emplear el  $r$  para examinar la comparabilidad, pues éste es una medida de asociación y no de concordancia. Luego, mediciones altamente correlacionadas no son necesariamente intercambiables.<sup>19</sup> Por tal razón se utilizó la prueba de Bland y Altman,<sup>16</sup> la cual se basa en un análisis de regresión entre las

diferencias (antropometría-TAC) y los promedios (antropometría + TAC/2) entre ambos métodos. La nula significación estadística del  $r$  y de la pendiente de regresión (tabla 3), indica que la discrepancia entre ellos se mantiene constante en todo el intervalo de la distribución y no se incrementa con el aumento de los valores de AM. Por tanto los métodos resultaron intercambiables, incluso en la pierna donde la diferencia fue relativamente mayor y el  $r$  menor. En la literatura revisada sólo se encuentran estudios de intercambiabilidad entre métodos de estimación de la composición corporal para el porcentaje de grasa y la masa libre de grasa.<sup>19,20</sup>

En conclusión, nuestros hallazgos sugieren que el método antropométrico requiere de ciertas correcciones que permitan estimar con mayor exactitud las AMs de los miembros inferiores.

#### AGRADECIMIENTOS

*Expresamos nuestra más sincera gratitud a los doctores Eduardo de Valle Morejón y Magalys Moreno por la revisión crítica del manuscrito.*

#### SUMMARY

In a sample of 17 males (age  $26 \pm 5$  years; weight  $76.3 \pm 7.1$  kg and height  $177.2 \pm 3.9$ cm) the differences, ratios and interchangeability among muscle areas ( $\text{cm}^2$ ) of lower limbs (medial thigh and maximum leg) were determined by anthropometry (muscle area =  $[\text{limb circumference (cm)} - 0.31416 \text{ skinfold (mm)}]^2 / 12.5664$ ) and computed tomography. The anthropometric method overestimated muscle areas in both regions (thigh  $+9.0 \pm 12.8$ ;  $p = 0.01$  and leg:  $+8.5 \pm 11.2$ ;  $p = 0.006$ ). Relation between the two procedures was statistically significant (thigh  $r = 0.9$ ;  $p = 8.8 \cdot 10^{-7}$  and leg  $r = 0.52$ ;  $p = 0.03$ ). Both methods were interchangeable since neither the correlation coefficient (thigh  $r = 0.42$ ; leg  $r = 0.38$ ) nor the regression gradient (thigh  $\beta = 0.21 \pm 0.12$ ; leg  $\beta = -0.44 \pm 0.28$ ) between the differences (anthropometry - TAC) and the averages (anthropometry + TAC/2) in both methods were statistically significant ( $p > 0.05$ ). It was concluded that the anthropometric method requires certain adjustments to be able to estimate more accurately the muscle areas of lower limbs.

*Subject headings:* LEG/anatomy and histology; THIGH/anatomy and histology; SKINFOLD THICKNESS; MUSCLE/anatomy and histology; TOMOGRAPHY; X-RAY COMPUTED

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Koch J. The role of body composition measurements in wasting syndromes. *Semin Oncol* 1998;25(Suppl 6):12-9.
2. Nair KS. Muscle protein turnover: methodological issues and the effect of aging. *J Gerontol* 1995;50(Spec):107-12.
3. Izquierdo M, Aguado X. Efectos del envejecimiento sobre el sistema neuromuscular. *Arch Med Dep* 1998;25:299-306.
4. Mariani E, Ravaglia G, Forti P, Meneghetti A, Tarozzi A, Maioli F, et al. Vitamin D, thyroid hormones and muscle mass influence natural killer (NK) innate immunity in healthy nonagenarians and centenarians. *Clin Exp Immunol* 1999;116:19-27.
5. Roche AF, Wellens R, Guo SS. Relationship of skeletal age to limb composition during prepubescence. *Am J Hum Biol* 1996;6:673-9.
6. Wang ZM, Gallagher D, Nelson ME, Matthews DE, Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass: evaluation of 24 h urinary excretion by computerized axial tomography. *Am J Clin Nutr* 1996;63:863-9.
7. Roche AF, Wellens R, Guo SS, Siervogel RM, Boska MD, Northeved A, et al. High frequency energy absorption and the measurement of limb muscle. *Asia Pac J Clin Nutr* 1995;4:199-201.
8. Ross R. Magnetic resonance imaging provides new insights into the characterization of adipose and lean tissue distribution. *Can J Physiol Pharmacol* 1996;74:778-85.
9. Fernández Vieitez JA, García Suárez RM. Índices de relación peso-talla como indicadores de masa muscular en el adulto del sexo masculino. *Rev Cubana Aliment Nutr* 1998;12:35-9.
10. Roche AF. Anthropometry. En: Wahlqvist ML, Davis L, Hus-Hage BHH, Kouris-Blazos A, Scrimshaw HS, Steen B, et al. Eds. *Food habits in later life. A cross cultural study*. Washington DC:United Nations University; 1996:1-53.
11. Lukaski HC. Estimation of muscle mass. En: Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG, eds. *Human body composition*. Champaign: Human Kinetics; 1996:109-28.
12. Berdasco Gómez A, Romero del Sol JM. Circunferencia del brazo como evaluadora del estado nutricional del adulto. *Rev Cubana Aliment Nutr* 1998;12:86-90.
13. Brodie D, Moscrip V, Hutcheon R. Body composition measurement: a review of hydrodensitometry, anthropometry, and impedance methods. *Nutrition* 1998;14:296-310.
14. Malina RM. Regional body composition: age, sex and ethnic variation. En: Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG, eds. *Human body composition*. Champaign: Human Kinetics; 1996:205-16.
15. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign: Human Kinetics; 1988.
16. Bland JM, Altman DG. Statistical method for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1:307-10.
17. Conley KE, Cress ME, Jubrias SA, Esselman PC, Odderson IR. From muscle properties to human performance, using magnetic resonance. *J Gerontol* 1995;50(Spec):35-40.
18. Martin AD, Spent LF, Drinwater DT, Clarys JP. Anthropometric estimation of muscle mass in men. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22:729-33.
19. Risser JMH, Rabeneck L, Foote LW, Klish WJ. A comparison of fat-free mass estimates in men infected with the human immunodeficiency virus. *JPEN* 1995;19:28-32.
20. Ellis KJ, Wong WW. Human hydrometry: comparison of multifrequency bioelectrical impedance with  $^2\text{H}_2\text{O}$  and bromine dilution. *J Appl Physiol* 1998;85:1056-62.

Recibido: 14 de febrero del 2000. Aprobado: 22 de marzo del 2000.

*Jorge Alberto Fernández Vieitez*. Centro Provincial de Medicina del Deporte, Frexe 244 entre Máximo Gómez y Pepe Torres, Holguín, CP 80100, Cuba.