

Centro Provincial de Medicina Deportiva  
Holguín

## VALIDEZ DEL MÉTODO DE ROLLAND-CACHERA EN LA ESTIMACIÓN DE LAS ÁREAS MUSCULARES DEL MUSLO Y LA PIERNA

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

### RESUMEN

En una muestra de 17 adultos del sexo masculino se determinó la validez del método antropométrico de Rolland-Cachera en la estimación del área muscular (AM, cm<sup>2</sup>) del muslo y la pierna ( $AM = [circunferencia^2/4\pi] - [circunferencia \cdot pliegue\ cutáneo/20]$ ). Como criterio de referencia se tomaron los valores de AM determinados por tomografía axial computadorizada (TAC), justo en el mismo sitio donde se realizaron las mediciones antropométricas. El modelo de Rolland-Cachera sobrestimó el AM en ambas regiones (muslo:  $8,1 \pm 12,8$ ;  $p = 0,02$  y pierna:  $8,0 \pm 11,5$ ;  $p=0,01$ ), correlacionándose significativamente con la TAC (muslo:  $r=0,9$ ;  $p=9,4 \cdot 10^{-7}$  y pierna  $0,5$ ;  $p = 0,04$ ). Las discrepancias entre ambos procedimientos se mantuvieron constantes en todo el rango de la distribución en las 2 regiones estudiadas (prueba de Bland y Altman. Muslo:  $r = 0,42$ ;  $\beta = 0,209$ ;  $p = 0,1$ . Pierna:  $r = 0,37$ ;  $\beta = 0,45$ ;  $p = 0,14$ ). Se concluye que el modelo de Rolland-Cachera sobrestima el AM de los miembros inferiores en una magnitud prácticamente idéntica a la reportada por el método de Jelliffe.

*DeCs:* ANTROPOMETRIA/métodos; TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA POR RAYOS X; ESTADO NUTRICIONAL; PESOS Y MEDIDAS CORPORALES; MUSLO/anatomía & histología; PIERNA/anatomía & histología.

En la aproximación antropométrica tradicional para estimar el área muscular (AM) apendicular se asume que el corte transversal del miembro es un círculo concéntrico y que el anillo de tejido adiposo que rodea al músculo es circular y homogéneamente distribuido en toda su extensión.<sup>1</sup>

En 2 estudios recientes publicados en números anteriores de esta revista<sup>2,3</sup> hemos intentado validar diferentes métodos antropométricos para estimar el AM del muslo y de la pierna, pues en dichas regiones se acumula más de la mitad de toda la masa muscular del cuerpo.<sup>4</sup> Además, es en los miembros inferiores donde ocurren los

<sup>1</sup> Investigador

<sup>2</sup> Especialista de I Grado en Medicina del Deporte.

<sup>3</sup> Especialista de I Grado en Radiología. Hospital Clínicoquirúrgico "Lucía Iñiguez Landín". Holguín.

más importantes decrementos de tejido muscular asociados con el envejecimiento,<sup>5-7</sup> los que acarrearán la pérdida de las capacidades funcionales,<sup>8</sup> termorregulatorias<sup>9</sup> e inmunitarias,<sup>10</sup> así como un deterioro del estado nutricional.

Los trabajos antes mencionados<sup>2,3</sup> concluyen que el método de Jelliffe ( $AM [cm^2] = (\text{circunferencia} [cm] - 0,31416 \cdot \text{pliegue cutáneo} [mm])^2 / 4\pi$ ) ofrece los valores más comparables a los obtenidos por tomografía axial computadorizada (TAC), aunque con cierta tendencia a una sobrestimación que también ha sido informada por otros autores.<sup>1,4,11</sup>

Recientemente *Rolland-Cachera* y otros<sup>12</sup> propusieron un nuevo modelo para estimar la composición del brazo mediante dimensiones antropométricas. Esta fórmula fue validada satisfactoriamente en niños de 9 a 15 años empleando imagen de resonancia magnética (IRM) como criterio de referencia.

La asunción básica del nuevo modelo es que el anillo de tejido adiposo que rodea al músculo es un rectángulo, cuyo largo es la circunferencia y su ancho el grosor del pliegue cutáneo.

A diferencia de otros modelos de AM, el propuesto por *Rolland-Cachera* y otros<sup>12</sup> no ha sido nunca aplicado a los miembros inferiores, por lo que se desconoce su exactitud en dicha región del cuerpo.

Este trabajo tiene como objetivo determinar la validez de dicho método en la estimación de las áreas musculares del muslo y la pierna, en un intento de aproximarnos al modelo antropométrico más adecuado como indicador de muscularidad de los miembros inferiores.

## MÉTODOS

En una muestra de 17 adultos del sexo masculino se tomaron las circunferencias (cm) del muslo y de la pierna, así como los

correspondientes pliegues cutáneos (mm). Seguidamente se obtuvo el AM ( $cm^2$ ) de cada región por TAC, la cual se considera un criterio de referencia.<sup>13</sup>

Las características de los sujetos estudiados y los procedimientos técnicos para obtener los datos primarios han sido detallados en un anterior trabajo.<sup>2</sup>

Con las dimensiones antropométricas se estimó el AM ( $cm^2$ ) correspondiente al muslo y la pierna según el método de *Rolland-Cachera*, el cual establece que:

$$AM = (\text{circunferencia}^2 / 4\pi) - (\text{circunferencia} \cdot \text{pliegue cutáneo} / 20)$$

Las AMs obtenidas por ambos procedimientos se expresan en media  $\pm$  desviación estándar.

Los valores obtenidos por TAC y por el modelo de *Rolland-Cachera* se compararon mediante la prueba t de Student para datos pareados, mientras que la relación entre ellos se determinó por el coeficiente de correlación de Pearson. Se aplicó la prueba de Bland y Altman<sup>14</sup> para valorar la intercambiabilidad entre ambos métodos. Se tomó un nivel de significación estadística del 95 % ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS

Las AMs ( $cm^2$ ) del muslo y de la pierna estimadas por el modelo de *Rolland-Cachera* fueron significativamente superiores a los valores determinados por TAC (tabla 1).

Ambos métodos se relacionaron significativamente en las 2 regiones analizadas (tabla 2). El coeficiente de correlación perteneciente al muslo fue mayor que el de la pierna.

Al relacionar las diferencias ( $AM_{\text{Rolland-Cachera}} - AM_{\text{TAC}}$ ) y los promedios ( $(AM_{\text{Rolland-Cachera}} + AM_{\text{TAC}}) / 2$ ) entre ambos métodos (figs. 1 y 2), se encontraron coeficientes de

TABLA 1. Valores (media  $\pm$  desviación estándar) de AM (cm<sup>2</sup>) del muslo y de la pierna obtenida por el modelo de Rolland-Cachera y por TAC

Región	Rolland-Cachera	TAC*	Diferencia	Probabilidad
Muslo	210,2 $\pm$ 28,8	202,2 $\pm$ 23,6	8,1 $\pm$ 12,3	0,02
Pierna	95,4 $\pm$ 9,1	87,4 $\pm$ 12,9	8,0 $\pm$ 11,5	0,01

\* Tomado de la referencia 2.

TABLA 2. Coeficientes de correlación entre las AMs de ambas regiones estimadas por el método de Rolland-Cachera y por TAC

Región	r	r <sup>2</sup>	Error	Probabilidad típico
Muslo	0,9	0,81	10,7	9,4 $\cdot$ 10 <sup>-7</sup>
Pierna	0,5	0,25	11,5	0,04

r = coeficiente de correlación, r<sup>2</sup> = coeficiente de determinación.

correlación (muslo r = 0,42 y pierna r = 0,37) y pendientes de regresión (muslo  $\beta$  = 0,209 y pierna  $\beta$  = -0,45) que no fueron estadísticamente significativos (p > 0,05).

## DISCUSIÓN

La búsqueda del método antropométrico más confiable para determinar las AMs de los miembros inferiores es de suma importancia tanto en estudios de intervención como observacionales, ya que la ganancia o el decremento de la masa muscular dependen de la herramienta empleada para evaluar los cambios.<sup>15,16</sup>

El recientemente publicado modelo de Rolland-Cachera sobrestimó el AM del muslo y la pierna en una magnitud prácticamente

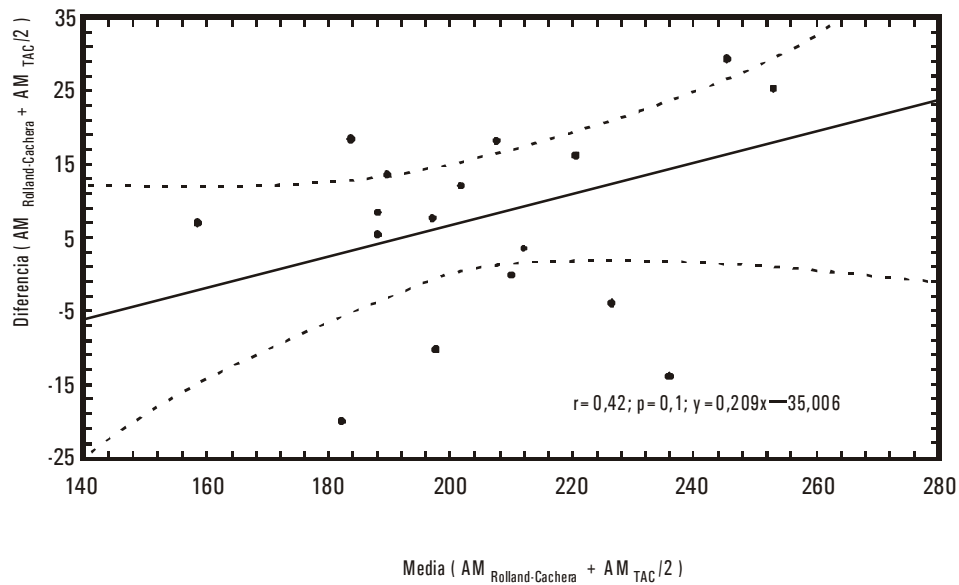


FIG. 1. Ploteo de las diferencias entre el área muscular del muslo estimada por el modelo de Rolland-Cachera y la obtenida por tomografía axial computarizada ( $AM_{Rolland-Cachera} - AM_{TAC}$ ) contra los promedio entre ambos métodos ( $(AM_{Rolland-Cachera} + AM_{TAC})/2$ ). Prueba de Bland y Altman. Las líneas discontinuas (-----) representan el intervalo de confianza para una probabilidad del 95 %. La línea continua (—) representa la recta de regresión. Ecuación de la forma  $y = \beta x + \alpha$ . Donde:  $\beta$  = pendiente de regresión,  $\alpha$  = intercepto, r = coeficiente de correlación y p = probabilidad estadística.

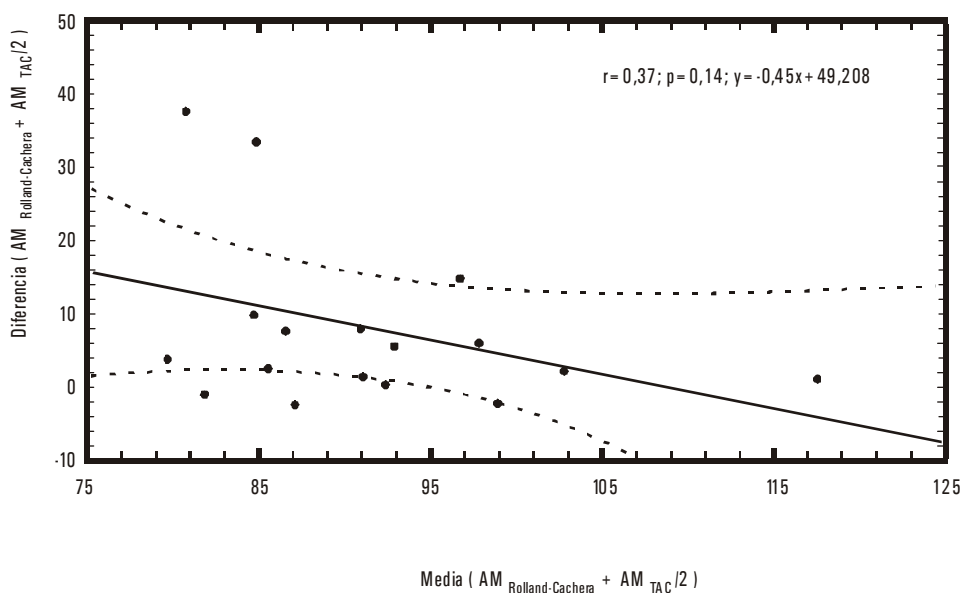


FIG. 2. Ploteo de las diferencias entre el área muscular de la pierna estimada por el modelo de Rolland-Cachera y la obtenida por tomografía axial computadorizada ( $AM_{Rolland-Cachera} - AM_{TAC}$ ) contra los promedio entre ambos métodos ( $AM_{Rolland-Cachera} + AM_{TAC}/2$ ). Prueba de Bland y Altman. Las líneas discontinuas (-----) representan el intervalo de confianza para una probabilidad del 95%. La línea continua (—) representa la recta de regresión. Ecuación de la forma  $y = \beta x + \alpha$ . Donde:  $\beta$  = pendiente de regresión,  $\alpha$  = intercepto,  $r$  = coeficiente de correlación y  $p$  = probabilidad estadística.

idéntica a la reportada por el método de Jelliffe ( $AM [cm^2] = (circunferencia [cm] - 0,31416 \cdot pliegue\ cutáneo [mm])^2 / 4\pi$ ) en un trabajo anteriormente publicado con la misma muestra de estudio.<sup>2</sup> Incluso ambas ecuaciones presentaron valores promedio y desviaciones estándar muy similares, resultado contrario al informado en mujeres jóvenes por Fleta Zaragozano y otros,<sup>17</sup> quienes hallaron que la fórmula de Rolland-Cachera ofrece magnitudes de AM del brazo significativamente inferiores a las obtenidas por el modelo de Jelliffe. Tales discrepancias podrían deberse a las diferencias geométricas de las secciones transversales de los miembros analizados y a la mayor adiposidad de los sujetos estudiados por aquellos autores.

Rolland-Cachera y otros<sup>12</sup> en su estu-

dio original informan importantes diferencias entre el método por ellos propuesto y el de Jelliffe, así como una mejor correspondencia de su modelo con el AM determinada por RMN. Tal hallazgo contrasta con lo encontrado por nosotros.

La significativa relación entre los valores estimados por el método de Rolland-Cachera y el criterio de referencia (tabla 2) coincide con lo informado en otros estudios.<sup>2,3,11,12</sup> El más bajo coeficiente de correlación a nivel de la pierna podría indicar una menor exactitud del método antropométrico en dicha región.

No obstante, el coeficiente de correlación es una medida de relación y no de concordancia. Por ello se empleó la prueba de intercambiabilidad de Bland y Altman<sup>14</sup> basada en un análisis de regresión para las diferencias y los promedio entre ambos métodos (figs. 1 y 2). Los no significativos

r y  $\beta$  indican que la discrepancia entre el modelo de Rolland-Cachera y la TAC se mantiene constante en todo el rango de la distribución, hallazgo muy similar al informado en nuestros anteriores estudios con el método de Jelliffe y que sugieren que el método analizado, a pesar de una tendencia a sobrestimar el AM de los miembros inferiores, ofrece estimados razonables.

A partir de nuestros hallazgos, la única ventaja que ofrece el modelo de Rolland-Cachera con respecto al de Jelliffe radica en una mayor sencillez del procedimiento de cálculo en la estimación del área grasa del miembro ( $AG = \text{circunferencia} - \text{pliegue cutáneo}/20$ ).

Debe reconocerse, sin embargo, que el presente trabajo posee limitaciones inherentes a la muestra estudiada, representada por jóvenes varones con niveles de adiposidad dentro de los valores normales.<sup>2</sup>

Luego, se requiere extender el estudio a individuos diferentes a los aquí estudiados.

En conclusión, el método de Rolland-Cachera sobrestimó el AM del muslo y de la pierna en una magnitud prácticamente idéntica a la del método tradicional de Jelliffe. No obstante, los valores estimados por la ecuación estudiada resultaron intercambiables con los obtenidos por el criterio de referencia (TAC).

#### AGRADECIMIENTOS

*Los autores expresan su más sincero agradecimiento a los técnicos especializados en equipos de tomografía Mauricio Morales Sánchez y Rafael Rosales Pupo del Hospital Clínicoquirúrgico "Lucía Iníguez Landín" de Holguín por su ayuda en la compilación de los datos primarios.*

#### SUMMARY

In a sample of 17 male adults it was determined the validity of the Rolland-Cachera anthropometric method in the estimation of the muscular area (MA, cm<sup>2</sup>) of the thigh and leg ( $AM = [\text{circumference } 2/4\pi] - [\text{circumference} \cdot \text{skin fold}/20]$ ). The MA values determined by computerized axial tomography (CAT) were considered as a reference criteria. The anthropometric measures were taken just in the same site. The Rolland-Cachera method overestimated the MA in both regions (thigh:  $8.1 \pm 12.8$ ;  $P = 0.02$  and leg:  $8.0 \pm 11.5$ ;  $P = 0.01$ ). It correlated significantly with the CAT (thigh:  $r = 0.9$ ;  $P = 9.4 \cdot 10^{-7}$  and leg  $0.5$ ;  $P = 0.04$ ). The discrepancies between both procedures were almost constant in the whole distribution range in the 2 studied regions (Bland and Altman test. Thigh:  $r = 0.42$ ;  $\beta = 0.209$ ;  $P = 0.1$ . Leg:  $r = 0.37$ ;  $\beta = 0.45$ ;  $P = 0.14$ ). It was concluded that the Rolland-Cachera model overestimates the MA of the lower limbs in a magnitude practically the same of that reported by the Jelliffe method.

*Subject headings:* ANTHROPOMETRY/methods; TOMOGRAPHY, X-RAY COMPUTED; NUTRITIONAL STATUS; BODY WEIGHTS AND MEASURES; THIGH/anatomy & histology; LEG/anatomy & histology.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lukaski HC. Estimation of muscle mass. En: Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG, eds. Human body composition. Champaign: Human Kinetics, 1996;109-28.
2. Fernández Vieitez JA, Álvarez Cuesta JA, Williams Wilson L. Áreas musculares del muslo y la pierna estimadas por antropometría y tomografía axial computadorizada en adultos del sexo masculino. Rev Cubana Aliment Nutr (en prensa).
3. Evaluación por tomografía axial computadorizada de tres métodos antropométricos para estimar el área muscular del muslo. Rev Cubana Aliment Nutr (en prensa).
4. Malina RM. Regional body composition: age, sex and ethnic variation. En: Roche AF, Heymsfield SB, Lhman TG, eds. Human body composition. Champaign: Human Kinetics, 1996:205-16.

5. Frontera WR, Hughes VA, Fielding RA, Fiatarone MA, Evans WJ, Roubenoff R. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *J Appl Physiol* 2000;88:1321-6.
6. Gallagher D, Ruts E, Visser M, Heshka S, Baumgartner RN, Wang J, et al. Weight stability masks sarcopenia in elderly men and women. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2000;279:E366-75.
7. Lynch NA, Metter EJ, Lindle RS, Fozard JL, Tobin JD, Roy TA, et al. Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. *J Appl Physiol* 1999;86:188-94.
8. Hunter SK, Thompson MW, Adams RD. Relationship among age-associated strength changes and physical activity level, limb dominance, and muscle group in women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000;55:B264-73.
9. Anderson GS. Human morphology and temperature regulation. *Int J Biometeorol* 1999;43:99-109.
10. 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.
11. Brodie D, Moscrip V, Hutcheon R. Body composition measurement: a review of hydrodensitometry, anthropometry, and impedance methods. *Nutrition* 1998;14:296-310.
12. Rolland-Cachera MF, Brambilla P, Manzoni P, Akrouf M, Sironi S, Del Maschio A, et al. Body composition assessed on the basis of arm circumference and triceps skinfold thickness: a new index validated in children by magnetic resonance imaging. *Am J Clin Nutr* 1997;65:1709-13.
13. Mitsopoulos N, Baumgartner RN, Heymsfield SB, Lyons W, Gallagher D, Ross R. Cadaver validation of skeletal muscle measurement by magnetic resonance imaging and computerized tomography. *J Appl Physiol* 1998;85:115-22.
14. Bland JM, Altman DG. Statistical method for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1:307-10.
15. Metter EJ, Lynch N, Conwit R, Lindle R, Tobin J, Hurley B. Muscle quality and age: cross-sectional and longitudinal comparisons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1999;54:B207-18.
16. Weiss LW, Coney HD, Clark FC. Gross measures of exercise-induced muscular hypertrophy. *J Orthop Sports Phys Ther* 2000;30:143-8.
17. Fleta Zaragozano J, Moren Aznar L, Rodríguez García L, Rodríguez Martínez G, Lario Elboj A. Estudio antropométrico y nutricional de adultos jóvenes. Valoración del pliegue cutáneo submandibular. *Nutr Hosp* 1999;14:1-6

Recibido: 19 de febrero del 2001. Aprobado: 30 de marzo del 2001.

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