

Centro Provincial de Medicina del Deporte, Holguín

SUPERFICIE CORPORAL COMO INDICADOR DE MASA MUSCULAR EN EL ADULTO DEL SEXO MASCULINO*Jorge Alberto Fernández Vieitez¹*

RESUMEN: Con el objetivo de encontrar la ecuación de superficie corporal (SC, m²) que, por su mayor correlación con la masa muscular (MM, kg), resulta más adecuada como indicador de muscularidad, se efectuó un análisis de correlación entre la MM y la SC calculada por las 11 fórmulas existentes basadas en el peso y la estatura. Los datos primarios de peso, talla y MM se obtuvieron de estos estudios (n = 41) en los cuales la MM se determinó por disección de cadáveres o tomografía axial computadorizada. Se observó una marcada variabilidad de los valores de SC estimados por las 11 ecuaciones (F = 59,7; p < 0,05). Los coeficientes de correlación entre éstas y la MM fueron significativos estadísticamente y muy similares entre ellos. Se concluye que ninguna de las fórmulas de SC aventaja a sus homólogas como estimador de muscularidad. Se recomienda la ecuación de *Mosteller* por su simplicidad de cálculo.

DeCS: SUPERFICIE CORPORAL; PESO CORPORAL; PESO POR ESTATURA, COMPOSICIÓN CORPORAL; ANTROPOMETRÍA; MASCULINO.

INTRODUCCIÓN

La cuantificación de la masa muscular (MM, kg) ha cobrado un interés creciente debido a su relación con aspectos de la salud humana, tales como: el estado de las reservas proteicas,¹ la capacidad termorregulatoria,² la inmunocompetencia³ y la independencia funcional,⁴ entre otros. Hoy se reconoce que la pérdida de tejido muscular asociado con el envejecimiento (sarcopenia) o enfermedades catabólicas (cáncer, VIH/SIDA, insuficiencia renal crónica, insuficiencia cardíaca congestiva, etc) está relacionada con la disminución de la calidad y la expectativa de vida.⁵⁻⁸

Ello ha proporcionado el desarrollo y aplicación de diferentes métodos para estimar la MM, entre los que se encuentra la antropometría. Aunque se han propuesto varios índices antropométricos de muscularidad,^{9,10} muchos estudios han empleado el índice de masa corporal (IMC = peso [kg]/talla² [m]) como indicador de MM.^{11,13}

En un trabajo anterior se constató que el IMC no es un estimador adecuado de MM debido a su pobre correlación con la estatura.¹⁴ En su lugar, la superficie corporal (SC, m²)

constituye un mejor indicador de MM, por su estrecha relación no sólo con el peso (P, kg) sino también con la talla (T, cm), aspecto que satisface la perspectiva dimensional que considera a la MM como un cilindro cuyo volumen está determinado por su diámetro (circunferencias musculares de miembros) y altura (talla). Este postulado geométrico, sin embargo, no se manifiesta en el sexo femenino.¹⁵

No obstante, en el referido estudio¹⁴ la SC se estimó sólo por dos de las ecuaciones existentes (*Dubois-Dubois* e *Isackson*). Por tanto, se desconoce si alguna de las restantes fórmulas ofrece valores de SC que por estar más estrechamente relacionados con la MM, pueden considerarse mejores indicadores de esta.

El presente estudio pretende aproximarnos al método antropométrico para calcular la SC que resulta más adecuada como estimador de MM en el adulto del sexo masculino.

MÉTODOS

Se tomaron los datos primarios correspondientes al peso (P), la talla (T) y la masa muscular (MM) de los trabajos

¹ Investigador Agregado.

realizados, en los cuales la MM se obtuvo por disección de cadáveres¹⁶ (n = 29) o tomografía axial computadorizada¹⁷ (TAC, n = 12). Una descripción detallada de los 41 sujetos que conforman la muestra de estudio, así como de las razones por las cuales se emplean estos datos se ofrece en las fuentes antes consignadas.^{14,16,17}

Con el peso y la talla se calculó la superficie corporal a través de las 11 fórmulas existentes basadas en ambas dimensiones antropométricas. En la tabla 1 se presentan dichas ecuaciones, las que se identifican por el apellido de sus creadores. Otros autores^{18,19} han descrito exhaustivamente el origen y la concepción de dichos métodos.

TABLA 1. Fórmulas para el cálculo de la superficie corporal (SC, m²) a partir del peso (P, kg) y la talla (T, cm)

Identificación (autor)	Año de publicación	Fórmulas
Mosteller	1987	$SC = (P \times T/3600)^{0.5}$
Haycock	1978	$SC = P^{0.5378} \times T^{0.3974} \times 0.024265$
Biering	1934	$SC = 10.9 \times P^{0.67}$
Dubois-Dubois	1916	$SC = P^{0.425} \times T^{0.725} \times 0.007184$
Boyd	1939	$SC = 3.207 \times P^{(0.7825 - 0.01188 \text{ Log } P)} \times T^{0.3}$
Gehan	1970	$SC = P^{0.51456} \times T^{0.42246} \times 0.0235$
Isackson	1936	$SCI = 1 + [(P + T - 160) / 100]$
Breitman	1932	$SC = 0.0087 \times (P + T) - 0.26 \times 100$
von Schelling	1954	$SC = 5.3175 \times T \times 10^{0.5} \times P$
Vierordt	1906	$SC = 12,3 \times P^{0.67}$
Bardeen	1920	$SC = 1.43(2P \times 1000/T + 4T(P \times 1000T))^{0.5}$

Los datos descriptivos se ofrecen en media, desviación estándar e intervalo de confianza para el 95 %. La variabilidad entre los valores de SC estimados por los diferentes métodos se evaluó por un análisis de varianza (ANOVA) para datos repetidos. La significación estadística de la diferencia entre la SC calculada por cada ecuación y cada una de sus homólogas se determinó por la prueba t de Boferroni ($p < \mu/k = 0,05/11 = 0,0045$). Se obtuvo el coeficiente de correlación lineal (r) entre la SC estimada por cada fórmula y la MM, y se consideró más adecuada aquella con mayor r y menor error estándar de estimación (EEE, kg).

RESULTADOS

Los valores de SC obtenidos por las 11 ecuaciones estudiadas mostraron una significativa variabilidad (ANOVA; $F = 59,7$; $p < 0,05$). Las únicas ecuaciones que no difirieron significativamente fueron las de *Mosteller* y *Haycock*, así como las de *Dubois-Dubois* y *Boyd* (tabla 2).

La SC estimada por los diferentes métodos se correlacionó positiva y significativamente con la MM, el P y la T. Estos últimos también se correlacionaron fuertemente con la MM. El r entre P y MM fue muy similar al de las ecuaciones de SC. Los r y los EEE de las fórmulas estudiadas fueron prácticamente idénticos (tabla 3).

TABLA 2. Valores de superficie corporal (m²) obtenidos por las 11 ecuaciones existentes

Ecuación	Media	Desviación estándar	Intervalos de confianza
Mosteller	1,765 ^a	0,22	1,696 – 1,834
Haycock	1,776 ^a	0,22	1,697 – 1,835
Biering	1,768	0,25	1,689 – 1,847
Dubois-Dubois	1,770 ^b	0,21	1,704 – 1,836
Boyd	1,770 ^b	0,22	1,701 – 1,839
Gehan	1,774	0,22	1,705 – 1,843
Isackson	1,776	0,20	1,713 – 1,839
Breitman	1,807	0,18	1,750 – 1,864
von Schelling	1,913	0,47	1,765 – 2,061
Vierordt	1,995	0,28	1,907 – 20,83
Bardeen	2,024	0,25	1,945 – 2,103
ANOVA		$F = 59,7$	$P < 0,05$

^{a,b} Los valores con iguales exponentes no difirieron significativamente en la prueba t de Boferroni ($p > 0,0045$).

TABLA 3. Coeficientes de correlación lineal* entre la superficie corporal estimada por las 11 ecuaciones y la masa muscular

Ecuación	Peso	Talla	Masa muscular	Error estándar de estimación (kg)
Mosteller	0,989	0,779	0,853	3,63
Haycock	0,993	0,758	0,851	3,66
Biering	0,999	0,684	0,838	3,80
Dubois-Dubois	0,975	0,824	0,854	3,62
Boyd	0,995	0,741	0,849	3,68
Gehan	0,992	0,765	0,852	3,65
Isackson	0,956	0,867	0,848	3,69
Breitman	0,956	0,867	0,848	3,69
Von Schelling	0,990	0,776	0,849	3,69
Vierordt	0,999	0,684	0,838	3,80
Bardeen	0,992	0,763	0,852	3,65
Peso	-	0,682	0,836	3,82
Talla	-	-	0,693	5,03

* Todos los coeficientes de correlación fueron estadísticamente significativos. ($p < 0,05$).

DISCUSIÓN

La significativa variabilidad entre los valores de SC calculados por las 11 ecuaciones existentes (tabla 2), unido a la nula existencia de estudios anteriores sobre este tema, justifican la realización del presente trabajo.

Otros autores^{18,19} han informado también marcadas divergencias entre las magnitudes de SC calculadas por diferentes ecuaciones. Sin embargo, estos informes no han incluido todas las fórmulas existentes.

El principal hallazgo de este estudio radica en que ninguna de las ecuaciones de SC alcanzó una mejor correlación con la MM que sus restantes homólogas. Esto indica

que todas poseen una validez similar como indicador de MM. Incluso aquellas que sólo emplean el P (fórmulas de Vierordt y Biering) obtuvieron r y EEE similares a las que contemplan la T, un hecho que está sustentado en la alta correlación entre el P y la MM (cuadro 3).

Todas las ecuaciones de SC alcanzaron un r con la MM mayor que los informados en un trabajo anterior para los índices peso-talla. Sin embargo, la inclusión de la T no mejoró la idoneidad de los métodos para calcular la SC. Tal hallazgo sugiere que no es exclusivamente la inclusión de la estatura lo que determina la capacidad predictora de un índice basado en P y T como estimador de MM, sino la relación que tenga la estatura con el índice en cuestión, pues aquellos en que la T se encuentra en el denominador (P/T, P/T² y P/T³) reportan más pobre correlación con la MM en la medida que se eleva el exponente al cual se eleva la estatura.¹⁴

Independientemente de las implicaciones teóricas que puedan tener estos resultados, en el orden práctico se puede aducir que, como ninguna ecuación resultó más válida que sus restantes homólogas, debe recomendarse como indicador de MM el empleo de aquella implicación cuyo cálculo sea menos engorroso, en el cual la fórmula de *Mosteller* ($SC = [P \times T / 3600]^{0.5}$) parece ser la más recomendable.

La principal limitación del presente trabajo radica en el tamaño relativamente pequeño de la muestra de estudio, aspecto que queda compensado por el hecho de haberse empleado datos primarios de MM obtenidos por disección y tomografía axial computadorizada (TAC).

En conclusión, se encontró una marcada variabilidad entre los valores de SC estimados por los 11 métodos existentes. Debido a que todas las ecuaciones alcanzaron similares r y EEE con la MM, se sugiere el empleo de la fórmula propuesta por *Mosteller* cuando se desee evaluar, a través de la SC, el grado de muscularidad del adulto masculino.

Summary: With the objective of finding out the body surface area equation (BSA, m²) that is most suitable as indicator of musculature because of its higher correlation with the muscle mass (MM,kg), a correlation analysis was made between the MM and the BSA estimated by 11 weight and height-based formulae. Primary weight, height and MM data were obtained from these studies (N=41) in which MM was determined by cadaver dissection or by computerized axial tomography. A remarkable variability was observed in the BSA values estimated by 11 equations (F=59,7; p< 0,05). The correlation coefficients between the BSA estimated by different equations and the MM were statistically significant and very similar. It was concluded that there is no BSA equation that is far better than the rest as muscle mass indicator. Mosteller's equation is recommended due to its calculation simplicity.

Subject headings: **BODY SURFACE AREA; BODY WIEGHT; HEIGHT WEIGHT; BODY COMPOSITION; ANTHROPOMETRY; MALE.**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Houston ME. Gaining weight: The scientific basis of increasing muscle mass. *Can J Appl Physiol* 1999;24:305-16.
2. Anderson GS. Human morphology and temperature regulating. *Int J Biometeorol* 1999;43:99-109.
3. 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.
4. Hébuterne X, Bermon S, Schneider SM. Aging and muscle: the effects of malnutrition, re- nutrition, and physical exercise. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2001;4:295-300.
5. Yarasheski KE. Managing sarcopenia with progressive resistance exercise training. *J Nutr Health Aging* 2002;6:1-8.
6. Morley JE, Baumgartner RN, Roubenoff R, Mayer J, Nair KS. Sarcopenia. *J Lab Clin Med* 2001;137:231-43.
7. Kaisu Y, Ohkawa S, Kumagai H. Muscle mass index in haemodialysis patients: a comparison of indices obtained by routine clinical examinations. *Nephrol Dial Transplant* 2002;17:442-8.
8. Witte KKA, Clark AL. Nutritional abnormalities contributing to cachexia in chronic illness. *Int J Cardiol* 2002;85:23-31.
9. Hawes MR, Martin AD. Human Body Composition. En: Eston R, Reilly T, eds. *Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual*. London:Routledge;2001:7-46.
10. Lee RC, Wang ZM, 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.
11. Allison DB, Zhu SK, Plankey M, Faith MS, Heo M. Differential associations of body mass index and adiposity with all-cause mortality among men in the first and second national health and nutritional examination survey (NHANES I and NHANES II) follow-up studies. *Int J Obes* 2002;26:410-16.
12. Roche AF. The significance of sarcopenia in relation to health. *Asia Pacific J Clin Nutr* 1995; 4:129-32.
13. Roche AF. Sarcopenia: a critical review of its measurements and health-related significance in the middle aged and elderly. *Am J Human Biol* 1994; 6:33-42.
14. Fernández Vieitez JA, García Suárez RM. Índices de relación peso-talla como indicadores de masa muscular en el adulto masculino. *Rev Cubana Aliment Nutr* 1998; 12:91-5.

15. Fernández Vieitez JA. Índices de relación peso-talla como indicadores de masa muscular en mujeres adultas. *Rev Cubana Aliment Nutr* 2002; 16:114-8
16. Clarys JP, Martin AD, Marfell-Jones MJ, Janssens V, Caboor D, Drinkwater DT. Human body composition: A review of adult dissection data. *Am J Hum Biol* 1999;11:167-74.
17. Wang ZM, Gallagner D, Nelson ME, Matthews DE, Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass: evaluation of 24 h urinary creatinine excretion by computerized axial tomography. *Am J Clin Nutr* 1996;63:863-9.
18. Martin AD, Drinkwater DT, Clarys JP. Human body surface area: validation of formulae based on a cadaver study. *Human Biol* 1984; 56:475-88.
19. Van der Sijs H, Guchelaar HJ. Formulas for calculating body surface area. *Ann Pharmacol* 2002;36:345-6.

Recibido: 23 de enero del 2003. Aprobado: 11 de febrero del 2003.
Jorge Alberto Fernández Vieitez. Centro Provincial de Medicina del Deporte, Holguín, Cuba. E-mail: vieitez@crystal.hlg.sld.cu