



Original/Deporte y ejercicio

# Parámetros de composición corporal y su relación con la potencia aeróbica máxima en ciclistas recreacionales

Patricio Siegel Tike<sup>1</sup>, Giovanni Rosales Soto<sup>2</sup>, Tomás Herrera Valenzuela<sup>2,3</sup>, Samuel Durán Agüero<sup>4</sup> y Rodrigo Yáñez Sepúlveda<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Club Deportivo Universidad Católica - CDUC. <sup>2</sup>Facultad de Ciencias de la Actividad Física, Universidad San Sebastián. <sup>3</sup>Laboratorio de Ciencias de la Actividad Física, el Deporte y la Salud, Universidad de Santiago de Chile, USACH. <sup>4</sup>Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad San Sebastián. <sup>5</sup>Facultad de Filosofía y Educación Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

## Resumen

**Objetivo:** el objetivo de este estudio consiste en relacionar parámetros de composición corporal sobre el rendimiento en ciclistas recreacionales, utilizando la masa grasa (MG), la masa muscular total (MM) y apendicular de la extremidad inferior (MMEI) con la potencia aeróbica máxima (PAM).

**Material y métodos:** se reclutaron 11 ciclistas (27,7 ± 4,5 años; 72,4 ± 12,4 kg; 173,2 ± 6,7 cm) hombres. Las medidas antropométricas fueron realizadas de acuerdo a los protocolos de la International Society for the Advancement of Kineanthropometry (ISAK), y las pruebas de PAM se llevaron a cabo siguiendo un protocolo en rampa, que comenzó con una carga inicial de 150 W y, posteriormente, con incrementos de 30 W a intervalos de un minuto hasta llegar al agotamiento.

**Resultados:** existe dependencia entre las variables de MG y el VO<sub>2</sub>máx que se correlacionan de forma negativa y significativa (p < 0,05). Respecto a las variables MM y el VO<sub>2</sub>máx, correlacionan significativamente de forma negativa (p < 0,05). En la correlación de la MMEI con la PAM puede apreciarse una correlación positiva y muy significativa (p < 0,01), lo que indicó que los sujetos que tienen un mayor componente muscular en las extremidades inferiores (EEII) son capaces de generar una mayor potencia.

**Conclusiones:** podemos concluir que de los resultados obtenidos, tanto la MG como la MM no son un buen referente como parámetro de rendimiento respecto a la PAM. La MMEI fue el único parámetro que reflejó una relación positiva como marcador de rendimiento en ciclistas recreacionales.

(Nutr Hosp. 2015;32:2223-2227)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9656

Palabras clave: *Composición corporal. Potencia aeróbica. Ciclistas.*

## BODY COMPOSITION PARAMETERS AND RELATIONSHIP WITH THE MAXIMAL AEROBIC POWER IN RECREATIONAL CYCLISTS

### Abstract

**Objective:** the aim of this study is to relate body composition parameters on performance in recreational cyclists using fat mass (MG), total muscle mass (MM) and the appendix of the lower extremity (MMEI) with maximal aerobic power (PAM).

**Methods:** 11 male cyclists (27.7 ± 4.5 years; 72.4 ± 12.4 kg; 173.2 ± 6.7 cm.) were recruited. The anthropometric measurements were performed according to the protocols of the International Society for the Advancement of Kineanthropometry (ISAK) and testing of PAM were held following a ramp protocol, which began with an initial load of 150 W and then increments 30 W at 1-minute intervals until exhaustion.

**Results:** there is dependence between variables and the VO<sub>2</sub>max MG that correlate negatively and significantly (p < 0.05). MM respect to variables and the VO<sub>2</sub>max significantly negatively correlated (p < 0.05). In correlation with the PAM, MMEI it can be seen a positive and significant correlation (p < 0.01) indicating that individuals who have greater muscle component in the lower limbs (EEII) are able to generate more power.

**Conclusions:** we conclude that the results obtained, both the MG and the MM are not a good reference as performance parameters regarding the PAM. The MMEI was the only parameter that showed a positive relationship as a marker of performance in recreational cyclists.

(Nutr Hosp. 2015;32:2223-2227)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9656

Key words: *Body composition. Aerobic power. Cyclists.*

**Correspondencia:** Giovanni Rosales Soto.  
Facultad de Ciencias de la Actividad Física.  
Universidad San Sebastián.  
E-mail: grosales@ug.uchile.cl

Recibido: 17-VII-2015.  
Aceptado: 17-VIII-2015.

## Introducción

La composición corporal se ha convertido en un importante campo de interés para las ciencias del ejercicio y el deporte, de este modo, el balance entre el peso y la grasa corporal relativa debiera determinarse cuando un atleta está sano y en un estado óptimo de rendimiento<sup>1</sup>. Tanto el peso como la composición corporal pueden afectar el rendimiento durante el ejercicio, sin embargo, no debe ser usado como un único criterio de rendimiento deportivo<sup>2</sup>.

Los procedimientos antropométricos que nos permiten determinar la masa muscular (MM), son de gran ayuda, ya que podemos conocer la distribución de este tejido tanto en miembros superiores como inferiores y estudiar su contribución al rendimiento específico de cada deportista<sup>3</sup>. Se ha demostrado que un bajo porcentaje de grasa corporal, una mayor longitud de los segmentos corporales y un porcentaje mayor de masa magra pueden asociarse a un mayor rendimiento en el ciclismo<sup>4</sup>.

Respecto a algunas variables fisiológicas, los ciclistas poseen un alto consumo de oxígeno ( $VO_2$ máx) y un elevado umbral anaeróbico que les permite lograr un mejor rendimiento en sus respectivas competiciones<sup>5</sup>. Del mismo modo, se ha visto que la potencia y capacidad anaeróbica tiene un papel importante en el rendimiento de sprints y situaciones de competencia<sup>6</sup>, donde además, la potencia aeróbica máxima (PAM) ha sido una buena herramienta para seleccionar un óptimo estado de trabajo muscular<sup>7</sup> y ha mostrado tener una alta correlación con el  $VO_2$ máx<sup>8</sup>.

El presente estudio pretende relacionar parámetros de composición corporal sobre el rendimiento en ciclistas recreacionales, utilizando la masa grasa, la masa muscular total y apendicular de la extremidad inferior con la potencia aeróbica máxima.

## Metodología

El estudio está basado en una metodología cuantitativa de tipo no experimental, analítico, correlacional y de corte transversal. La unidad de análisis consistió en una muestra no aleatoria, pertenecientes al Equipo de Ciclismo Amateur Santiago.

### Sujetos

Se reclutaron 11 ciclistas ( $27,7 \pm 4,5$  años;  $72,4 \pm 12,4$  kg;  $173,2 \pm 6,7$  cm.) hombres, que aceptaron participar de forma voluntaria en el estudio. Todos los sujetos entrenan al menos 3 veces por semana y poseen como mínimo 1 año de experiencia en la disciplina. Los sujetos firmaron un consentimiento informado y el estudio fue desarrollado siguiendo lo expuesto en la Declaración de Helsinki, además estar en conformidad del Comité de Ética Local de la Universidad San Sebastian

Las mediciones fueron realizadas en las dependencias del Velódromo del Estadio Nacional, los sujetos fueron citados a las 9:00 hrs, en 2 días con un intervalo de 24 hrs entre cada sesión. En la primera sesión se tomaron las mediciones antropométricas y en la segunda sesión se realizó la prueba máxima incremental para determinar la PAM.

### Antropometría

Las medidas antropométricas fueron realizadas por un antropometrista certificado de acuerdo a los protocolos de la International Society for the Advancement of Kineanthropometry (ISAK)<sup>9</sup>. El peso corporal se midió con una báscula digital TANITA HD357 (Tokyo, Japón), rango de 0 a 150 kg con precisión de 100 g y la talla con estadiómetro Seca 213 (Hamburgo, Alemania) con precisión de 1 mm.

Los pliegues cutáneos considerados fueron: triceps, biceps, subescapular, cresta iliaca, supraespinal, abdominal, muslo medio y media pantorrilla, todos ellos medidos con kit antropométrico Rosscraft (Vancouver, Canadá).

La masa grasa (MG) y la masa muscular total (MMT) fue estimada usando la ecuación desarrollada por Kerr D. (1988):

$$MG \text{ (kg)} = [(Z \text{ ADIP} \cdot 5.85) + 25.6] / (170.18 / HT)^3$$

Donde MG = masa grasa; Z ADIP = score de proporcionalidad phantom para la masa adiposa; HT = talla del evaluado.

$$MMT \text{ (kg)} = [(Z \text{ MUS} \cdot 5.4) + 24.5] / (170.18/HT)^3$$

Donde MMT = masa muscular total; Z MUS = score de proporcionalidad phantom para la masa muscular; HT = talla del evaluado.

Posteriormente, para el cálculo de la masa muscular de la extremidad inferior (MMEI) se utilizó la fórmula propuesta por Rodríguez *et al.* (2010)<sup>3</sup>:

$$MMEI = (((T - SPMP) \times (DF)^2) + (PMM + PP))/1000$$

Donde MMEI = masa muscular extremidad inferior; T = talla; SPMP = sumatoria de pliegues de muslo y pierna; DF = diámetro femoral; PMM = perímetro muslo medio; PP = perímetro pierna.

### Prueba máxima incremental

La prueba máxima incremental para determinar la PAM se realizó en un ergotrainer marca Tacx modelo Flow T2200 (Wassenaar, Holanda) y se utilizó un monitor de frecuencia cardíaca marca Polar modelo RC-3GPS (Kemppele, Finlandia). La prueba se llevó a cabo siguiendo un protocolo en rampa, que comenzó con

una carga inicial de 150 W y posteriormente con incrementos de 30 W a intervalos de 1 minuto hasta llegar al agotamiento<sup>10</sup> manteniendo una cadencia de 80-100 rpm<sup>24</sup>. Los participantes fueron verbalmente alentados para asegurar que alcanzaron un esfuerzo máximo.

Fueron utilizadas las bicicletas de cada participante, calibradas en el ergotrainer según las especificaciones de fabricante.

La prueba finalizaba cuando ya no era posible mantener la cadencia solicitada (80-100 rpm), al alcanzar la frecuencia cardíaca máxima teórica o por voluntad del evaluado. Se registró la potencia máxima alcanzada durante el último estadio completo de pedaleo<sup>11</sup>.

### Análisis estadístico

Las variables fueron sometidas a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y a un análisis descriptivo (medias y desviación estándar). Para correlacionar las variables se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman. El paquete estadístico utilizado fue Graphpad Prism version 6.0 (La Jolla, California, USA). Para todos los casos se estableció un valor de significancia de  $p < 0,05$ .

### Resultados

Respecto a la figura 1a, se puede apreciar que existe dependencia entre las variables de MG y el  $VO_2$ máx que correlacionan de forma negativa y significativa ( $p < 0,05$ ). Sin embargo, no se muestra una dependencia entre las variables respecto a la PAM ( $p > 0,05$ , Ver tabla Ia). Por lo que no se aprecian efectos positivos de niveles elevados de MG relaciones con el rendimiento en las pruebas mencionadas.

Algo similar ocurre en la figura 1b, donde se aprecia que las variables MM y el  $VO_2$ máx que correlacionan significativamente de forma negativa ( $p < 0,05$ ). A su vez, muestra una relación positiva con la PAM (Tabla Ib), pero no es significativa ( $p > 0,05$ ); por lo que sujetos con una elevada MM tienen resultados no deseables respecto al  $VO_2$ máx y PAM.

La figura 1c, muestra la correlación de la MMEI con la PAM, y puede apreciarse una correlación positiva y muy significativa ( $p < 0,01$ ) lo que indicó que sujetos que tienen un mayor componente muscular en las extremidades inferiores (EEII) son capaces de generar una mayor potencia.

### Discusión

Según los resultados del estudio pudimos observar que la MG no muestra tener efectos positivos respecto al rendimiento sobre la bicicleta tanto del  $VO_2$ máx como de la PAM ( $p > 0,05$ ) en ciclistas de nivel amateur. Este resultado concuerda con la investigación de

Davies (1972), donde la MG no mostró correlación con la PAM en 88 hombres y mujeres de edades entre 20 a 50 años<sup>12</sup>. De la misma manera, la investigación de Goran *et al.* (2000) encontró que la MG no presentó ningún efecto sobre la capacidad aeróbica máxima de niños y mujeres, sugiriendo que tanto la masa adiposa como la potencia aeróbica deben ser considerados de forma independiente<sup>13</sup>. A la misma conclusión llegó la investigación de Jaswant *et al.* (2010), quienes concluyeron que la MG no presenta ningún efecto sobre la PAM en jóvenes universitarios<sup>14</sup>.

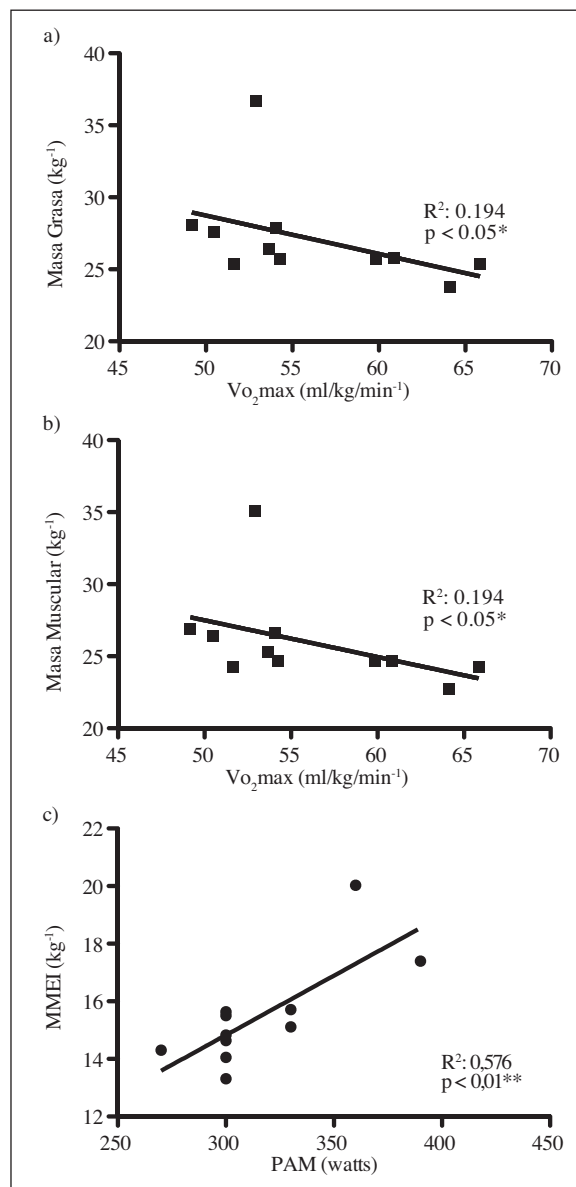


Fig. 1.—En esta figura se puede ver: a) Correlación entre la masa grasa y el  $VO_2$ máx: se muestra correlación negativa entre variables; b) Correlación entre la masa muscular y el  $VO_2$ máx: Se muestra correlación negativa entre variables; c) Correlación potencia aeróbica máxima y masa muscular de extremidad inferior: existe una correlación positiva.

**Tabla I**

A) Características de los sujetos (N = 11)

	Media	SD (±)
Edad (años)	27,7	4,5
Peso (kg)	72,4	12,4
Talla (cm)	173,2	6,7
MG (kg)	17,8	4,4
MM (kg)	34,2	5,6
MMEI (kg)	15,5	1,8
VO <sub>2</sub> máx. (ml/kg/min)	56,07	5,65
PAM (watts)	316,3	33,8
W/MMEI (watts)	20,4	1,5

B) Correlación de parámetros

	PAM (w)		VO <sub>2</sub> máx (ml/kg/min)	
	rho	p valor	rho	p valor
MG (kg)	0,19	> 0,05	-0,81	< 0,05 *
MM (kg)	0,61	> 0,05	-0,7	< 0,05 *
MMEI (kg)	0,75	< 0,01 **	-0,33	> 0,05
W/MMEI (watts)	0,28	> 0,05	0,34	> 0,05

MG: masa grasa; MM: masa muscular; MMEI: masa muscular extremidad inferior; VO<sub>2</sub>máx: consumo máximo de oxígeno; PAM: potencia aeróbica máxima; W/MMEI: potencia por kilo de masa muscular extremidad inferior. (Nota: diferencia significativa \* p<0,05; \*\* p<0,01)

En la tabla I (a), se presentan las características de los sujetos que fueron evaluados para este estudio y en (b), se resumen los resultados de todas las variables consideradas.

No obstante, algunos estudios han encontrado correlaciones entre la masa adiposa y la PAM. En este sentido, la investigación de Sadhan *et al.* (2007) encontró una correlación negativa entre la masa grasa y la capacidad aeróbica en 99 estudiantes universitarios<sup>15</sup>. Resultados similares se encontraron en los estudios de Ramirez-Lechuga *et al.* (2008) y Burns *et al.* (2013) con adolescentes y niños, donde la capacidad aeróbica máxima correlacionó de manera inversa con la sumatoria de pliegues y masa adiposa<sup>16</sup>.

En relación a la MMEI y el VO<sub>2</sub>máx no se encontró una correlación positiva, tampoco significativa (p>0,05), pero si hubo una muy buena correlación y muy significativa respecto a este mismo valor con la PAM. Al contrario de nuestros resultados las conclusiones de algunas investigaciones como la de Sargeant *et al.* (1977) encontró asociación entre el volumen de la extremidad inferior y el VO<sub>2</sub>max en una muestra de hombres jóvenes sanos<sup>17</sup>. Otra investigación realizada por Weyand *et al.* (1993) en individuos de ambos géneros, encontró que existe una importante relación lineal positiva entre el VO<sub>2</sub>peak y la masa libre de grasa de la extremidad inferior (r: 0,80), concluyendo que existe una importante correlación con la la masa muscular activa durante pruebas en cicloergómetro<sup>18</sup>. Por su parte, Perez-Gomez *et al.* (2008), encontraron que los principales factores determinantes de las dife-

rencias de género en la PAM en bicicleta es la masa muscular de las extremidades inferiores<sup>19</sup>.

Dentro de las limitaciones del estudio podemos considerar el amplio rango de edades entre los sujetos (20-38 años) y los años de experiencia previa en la disciplina, donde la variabilidad en la composición corporal puede tener relación a estos factores.

Podemos concluir que de los resultados obtenidos, tanto la MG como la MM no son un buen referente como parámetros de rendimiento respecto a la VAM. La MMEI fue el único parámetro que reflejó una relación positiva como marcador de rendimiento en ciclistas recreacionales.

Se necesitan otros estudios que puedan aclarar el rol de la composición corporal sobre el rendimiento físico de ciclistas de nivel amateur.

### Agradecimientos

A quienes participaron de forma desinteresada en este estudio.

### Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

## Referencias

1. Webster BL., B.S., Body composition analysis of female adolescent athletes: comparing six regression equations. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1993. 25: 648-653.
2. Position of the American Dietetic Association and the Canadian Dietetic Association: Nutrition for physical fitness and athletic performance for adults. *J. Am. Diet Assoc.* 1993. 93: 691-696.
3. Rodriguez F., A.A., Berral F., Muscle Mass Estimation of Appendicular Limb, for Dual Energy X Ray Absorciometry (DEXA). *Int. J. Morphol.* 2010. 28(4): 1205-1210.
4. Knechtle B, K.P., Rosemann T., Upper body skinfold thickness is related to race performance in male Ironman triathletes. *Int J Sports Med.* 2011. 32(1): 20-7.
5. Menaspa P, R.E., Bosio A, Carlomagno D, Riggio M, Sassi A., Physiological and anthropometric characteristics of junior cyclists of different specialties and performance levels. *Scand J Med Sci Sports.* 2012. 22(3): 392-8.
6. Vogt S., S.Y., Roecker K., Dickhuth HH., Schoberer U., Schmid A., Power output during the Tour de France. *Int J Sports Med.* 2007. 28(9): 756-61.
7. Stromme SB., I.F., Meen HD., Assessment of maximal aerobic power in specifically trained athletes. *Journal of Applied Physiology.* 1977. 42(6): 833-837.
8. Lamerts R., L.M., Swart J., Noakes T., Allometric Scaling of Peak Power Output Accurately Predicts Time Trial Performance and Maximal Oxygen Consumption in Trained Cyclists. *British Journal of Sports Medicine.* 2012. 46(1): 36-41.
9. Marfell-Jones M., O.T., Stewart A., Carter JEL., International standards for anthropometric assessment., in UNSW Press 2006: Sydney.
10. Bentley D., M.L., Thompson D., Vleck V., Batterham A., Peak power output, the lactate threshold and time trial performance in cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 2001. 33(12): 2077-2081.
11. Roels B., S.L., Libicz S., Bentley D., Richalet JP., Millet G., Specificity of VO<sub>2</sub>max and the ventilatory threshold in free swimming and cycle ergometry: comparison between triathletes and swimmers. *British Journal of Sports Medicine.* 2005. 39: 965-968.
12. C., D., Maximum aerobic power in relation to body composition in healthy sedentary adults. *Human Biology.* 1972. 44(1): 127-139.
13. Goran M., F.D., Hunter G., Herd S., Weinsier R., Total body fat does not influence maximal aerobic capacity. *International Journal of Obesity.* 2000. 24: 841-848.
14. Jaswant T., R.Y., Vivek S., Influence of body composition on the dimensions of VO<sub>2</sub>max. *VSRD - TNTJ.* 2010. 1(2): 72-77.
15. Sadhan B., K.S., Sandhu J., Relationship between cardiorespiratory fitness, body composition and blood pressure in Punjabi collegiate population. *J. Hum. Ecol.* 2007. 22(3): 215-219.
16. Burns R., H.J., Brusseau T., Shultz B., Patricia E., Indices of abdominal adiposity and cardiorespiratory fitness test performance in middle-school students. *Journal of Obesity.* 2013: 1-8.
17. Sargeant A., D.C., Limb volume composition and maximum aerobic power output in relation to habitual "preference" in young male subjects. *Annals of Human Biology.* 1977. 4(1): 49-55.
18. Weyand P., C.K., Conley D., Higbie E., Peak oxygen deficit during one and two legged cycling in men and women. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 1993. 25(5): 584-591.
19. Perez-Gomez J., R.G., Ara I., Olmedillas H., Chavarren J., Gonzalez-Henriquez J., Calbet JA., Role of muscle mass on sprint performance: gender differences? *European Journal of Applied Physiology.* 2008. 102: 685-694.