



Iatreia

ISSN: 0121-0793

revistaiatreia@udea.edu.co

Universidad de Antioquia

Colombia

Ramírez-Vélez, Robinson; Argothy-Bucheli, Rodrigo; Sánchez-Puccini, María Beatriz;  
Meneses-Echávez, José Francisco; López-Albán, Carlos Alejandro

Características antropométricas y funcionales de corredores colombianos de élite de larga  
distancia

Iatreia, vol. 28, núm. 3, julio-septiembre, 2015, pp. 240-247

Universidad de Antioquia

Medellín, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180539917002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Características antropométricas y funcionales de corredores colombianos de élite de larga distancia

Robinson Ramírez-Vélez<sup>1</sup>, Rodrigo Argothy-Bucheli<sup>2</sup>, María Beatriz Sánchez-Puccini<sup>3</sup>,  
José Francisco Meneses-Echávez<sup>4</sup>, Carlos Alejandro López-Albán<sup>5</sup>

## RESUMEN

**Objetivo:** describir las características antropométricas y funcionales de corredores élite de larga distancia.

**Método:** estudio transversal de 19 atletas élite profesionales (edad  $28,2 \pm 6,9$  años). Se midieron 24 variables antropométricas, según las normas de la *International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK)*. Se calcularon los tres componentes del somatotipo de Heath-Carter y se estimó la composición corporal con las ecuaciones propuestas por Siri, Matiegka, Jackson y Pollock. Como indicadores funcionales se midieron la capacidad funcional por  $\text{VO}_{(2)}$  máx por ergometría, la potencia anaeróbica por salto vertical y la capacidad anaeróbica por el test de Wingate.

**Resultados:** en cuanto a la composición corporal se hallaron: porcentaje de masa grasa de  $13,3 \pm 3,2$ ; proporción muscular de  $47,3 \pm 2,5\%$  e índice de adiposidad corporal de  $24,1 \pm 3,3$ . El somatotipo grupal fue el mesomorfo-balanceado (3.6-4.0-2.1). Con respecto a los indicadores funcionales, se hallaron: valores promedio de capacidad aeróbica por  $\text{VO}_{(2)}$  máx de  $42,6 \pm 8,1 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ; potencia anaeróbica de  $106,0 \pm 31,8 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$  y capacidad anaeróbica pico de  $6501,0 \pm 1831,6 \text{ K} \cdot \text{min}^{-1}$ .

**Conclusiones:** estos resultados pueden suministrar un perfil de corredores de larga distancia utilizable como meta para el desarrollo de atletas, así como dar información para el entrenamiento y el énfasis táctico.

<sup>1</sup> Investigador, Grupo GICAEDS, Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación, Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia.

<sup>2</sup> Investigador, Programa de Fisioterapia, Facultad de Salud, Universidad Manuela Beltrán, Bogotá, Colombia.

<sup>3</sup> Docente, Programa de Fisioterapia, Facultad de Salud, Universidad Manuela Beltrán, Bogotá, Colombia.

<sup>4</sup> Docente investigador, Grupo GICAEDS, Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación, Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia.

<sup>5</sup> Director científico, Centro para la Investigación en Salud y Rendimiento Humano ZOE Health and Fitness.

Correspondencia: Róbinson Ramírez-Vélez; robin640@hotmail.com

Recibido: junio 17 de 2014

Aceptado: agosto 25 de 2014

Cómo citar: Ramírez-Vélez R, Argothy-Bucheli R, Sánchez-Puccini MB, Meneses-Echávez JF, López-Albán CA. Características antropométricas y funcionales de corredores colombianos de élite de larga distancia. *Iatreia*. 2015 Jul-Sep;28(3): 240-247. DOI 10.17533/udea.iatreia.v28n3a02.

## PALABRAS CLAVE

*Antropometría; Composición Corporal; Deportes; Rendimiento Atlético*

## SUMMARY

### **Anthropometric and functional characteristics of Colombian elite long-distance runners**

**Objective:** To evaluate the anthropometric and physical performance characteristics of elite long-distance runners.

**Methods:** A cross-sectional study in 19 male competitive long-distance runners of national level (age 28.2  $\pm$  6.9 years). A total of 24 anthropometric variables were measured according to the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) statements. The Heath-Carter method and the formula proposed by Siri, Matiegka, Jackson and Pollock were used to calculate the somatotype and the body composition, respectively. Ergospirometry  $\text{VO}_{(2)}$  max, Vertical Jump Test and the Wingate Test were used as functional indicators.

**Results:** Regarding body composition, we found fat mass percentage  $13.3 \pm 3.2$ ; muscle mass  $47.3 \pm 2.5\%$ , and body adiposity index  $24.1 \pm 3.3$ . Somatotype profile was the mesomorphic-balanced (3.6-4.0-2.1). Mean values of functional tests with their standard deviations were:  $\text{VO}_{(2)}$  máx ( $\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ )  $42.6 \pm 8.1$ ; anaerobic power  $106.0 \pm 31.8 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ , and anaerobic capacity  $6501.0 \pm 1831.6 \text{ K} \cdot \text{min}^{-1}$ .

**Conclusion:** These results may provide a profile of long-distance runners that can be used as training targets for developing athletes. The results may also provide information for training and tactical emphasis.

## KEY WORDS

*Sports; Athletic Performance; Anthropometry; Body composition*

## RESUMO

### **Características antropométricas e funcionais de corredores colombianos de élite de longa distância**

**Objetivo:** descrever as características antropométricas e funcionais de corredores elite de longa distância.

**Método:** estudo transversal de 19 atletas elite profissionais (idade  $28.2 \pm 6.9$  anos). Mediram-se 24 variáveis antropométricas, segundo as normas da International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). Calcularam-se os três componentes do somatotípico de Heath-Carter e se estimou a composição corporal com as equações propostas por Siri, Matiegka, Jackson e Pollock. Como indicadores funcionais se mediram a capacidade funcional por  $\text{VO}(2)$  máx por ergometria, a potência anaeróbica por salto vertical e a capacidade anaeróbica pelo teste de Wingate.

**Resultados:** quanto à composição corporal se acharam: porcentagem de massa gordurosa de  $13.3 \pm 3.2$ ; proporção muscular de  $47.3 \pm 2.5\%$  e índice de adiposidade corporal de  $24.1 \pm 3.3$ . O somatotípico grupal foi o mesomorfo-balançado (3.6-4.0-2.1). Com respeito aos indicadores funcionais, acharam-se: valoriza média de capacidade aeróbica por  $\text{VO}(2)$  máx de  $42.6 \pm 8.1 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ; potência anaeróbica de  $106.0 \pm 31.8 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$  e capacidade anaeróbica bico de  $6501.0 \pm 1831.6 \text{ K} \cdot \text{min}^{-1}$ .

**Conclusões:** estes resultados podem fornecer um perfil de corredores de longa distância utilizável como meta para o desenvolvimento de atletas, bem como dar informação para o treinamento e a ênfase tática.

## PALAVRAS CHAVE

*Antropometria; Composição Corporal; Esportes; Rendimento Atlético*

## INTRODUCCIÓN

El atletismo ha sido una de las disciplinas deportivas en que la investigación ha logrado importantes avances y recientemente ha tomado un auge considerable (1-9). Dadas las numerosas capacidades que permite desarrollar y su popularidad, el atletismo ha sido referente de las últimas olimpiadas y se lo ha denominado como el “deporte rey”. En vista de que la composición corporal influye en el rendimiento deportivo e incluso varía entre deportistas de una misma competición, el estudio de las características antropométricas, morfológicas y funcionales del atleta de élite resulta esencial para el mantenimiento de la competitividad (2,3). Varios trabajos han demostrado que dichas características están relacionadas

considerablemente con el rendimiento de los corredores (1-5). Asimismo, se ha informado que las adaptaciones fisiológicas y el rendimiento deportivo de atletas de élite son influenciados por el perfil cineantropométrico (6,7). Por ejemplo, los resultados de Landers y colaboradores (8) indicaron que la longitud de las extremidades inferiores y los bajos niveles de grasa corporal se asociaron con el tiempo de registro en atletas de élite. También se han informado incrementos a lo largo de la temporada tanto en el  $\text{VO}_{(2)}$  máx como en la potencia anaeróbica, al igual que reducciones en los pliegues cutáneos (9,10).

Se ha publicado que los corredores élite tienen características morfológicas específicas, pero hasta el momento existen escasos reportes sobre atletas en Latinoamérica, a pesar de ser uno de los deportes más populares (10). En Colombia tampoco hay estudios en corredores élite, por lo que este sería el primer informe en nuestro país sobre el perfil morfológico y fisiológico de dichos atletas. El objetivo de este estudio fue describir el perfil antropométrico y funcional de corredores élite de larga distancia de Colombia. El conocimiento de estos perfiles resaltaría su contribución al éxito atlético, además de mostrar las diferencias entre la población general y los atletas de élite.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Población y procedimientos

Se hizo un estudio observacional, descriptivo y transversal en 19 atletas élite, registrados en Inderville (*Instituto Nacional de Deportes, Educación Física y Recreación del Valle del Cauca, Colombia*), entre 2011 y 2012. Los sujetos de este estudio han sido definidos como "Élite" porque compiten en la máxima categoría colombiana, y muchos de ellos participan con sus selecciones nacionales (5.000 y 10.000 m). Todos los participantes fueron examinados en el Centro de Investigación Biomédica de Inderville. Antes del proceso de investigación, se informó a los sujetos acerca del estudio y sus objetivos, incluyendo los riesgos y beneficios de su participación en él. Se consideraron criterios de exclusión las enfermedades inflamatorias o metabólicas (por ejemplo: diabetes mellitus, enfermedad tiroidea, trastornos endocrinos o autoinmunes y procesos inflamatorios crónicos), así como

las neoplasias y las lesiones deportivas. Las variables antropométricas y morfológicas se determinaron siguiendo las normas de la *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (11), y se recolectaron en la jornada de la mañana (9 a. m). El Comité de Bioética en Humanos de la Universidad Manuela Beltrán aprobó el estudio y todos los participantes firmaron el consentimiento informado.

### Antropometría, composición corporal y somatotipo

El peso corporal y la talla se midieron en condiciones estandarizadas (12). La estatura se registró en estiramiento con un antropómetro Kramer de cuatro segmentos y 1 mm de precisión. El peso se midió con balanzas de torre marca Health-o-meter con 100 g de precisión, calibrada con pesos conocidos. Las mediciones de las circunferencias se hicieron con el bíceps flexionado y relajado y en antebrazo, muslo, pantorrilla, tórax, cintura y cadera con una cinta de tensión constante (Sanny, Brasil). Se midieron los diámetros biacromial, biilíaco y de codo, rodilla y muñeca con un estadiómetro estándar (Body Trends, Carpinteria, CA). La medición de los pliegues cutáneos incluyó: bíceps, tríceps, subescapular, pectoral, abdominal, suprailíaco, muslo anterior y medial de la pantorrilla (10). Estas mediciones se hicieron en el lado derecho del cuerpo usando el *Slim Guide Caliper* (Holtain Ltd., Crymych, Dyfed). Con estas medidas se determinó la composición corporal: porcentaje de grasa corporal con la ecuación de Siri (13), masa muscular con la ecuación de Matiegka (14) y peso absoluto de masa muscular y grasa (kg) con las ecuaciones propuestas por Jackson y Pollock (15). El somatotipo se determinó por el método de Heath y Carter (*The Heath-Carter anthropometric somatotype method*) (16). Se calcularon el índice ponderal (altura/ $\sqrt{\text{peso}^3}$ ) y el índice de adiposidad corporal (IAC) usando la ecuación propuesta por Bergman y colaboradores (17):  $\text{IAC} = ([\text{circunferencia de cadera}] / [\text{altura}]^{1.5})$  18).

### Características funcionales

La capacidad aeróbica se determinó usando un cicloergómetro Monark 818E (Monark AB, Varberg, Suecia) por ergometría máxima. La prueba consistió en una función forzada de tipo rampa bifásica (ejercicio continuo bifásico creciente hasta lograr el máximo

esfuerzo) con cargas crecientes de trabajo, cada minuto, iniciando con 50 vatios. La carga se calculó por la ecuación de referencia descrita por Astrand para la predicción del  $\text{VO}_{(2)}$  máx (18), en  $(\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1})$  y en unidades metabólicas (Mets). Durante la prueba, se monitoreó la frecuencia cardíaca usando un pulsómetro electrónico Polar A-5 (Polar Electro Oy, Kernpele, Finlandia). Para evaluar la potencia anaeróbica se utilizó la prueba del salto vertical (*Anaerobic Jumping Test*). La altura del salto correspondió al promedio de la alcanzada en tres saltos medida en cm menos la envergadura. La potencia del mismo se calculó según lo sugerido por Sargent (19), aplicando la siguiente fórmula:  $P = 2,21 \times \text{vatios} \times \text{vD}$ , en la que 2,21 es una constante basada en la tasa de caída del cuerpo, P es el peso corporal con la ropa de salto y D es la diferencia entre la envergadura y el promedio de la altura del salto en cm (19). Se aplicó la prueba anaeróbica de Wingate acorde con los lineamientos ya descritos para su implementación (30 segundos de duración a una carga del 7,5% de la masa corporal) (20). Los participantes se ubicaron en el ergómetro Monark (Monark AB, Varberg, Suecia) y durante la prueba los evaluadores les brindaron motivación verbal. La potencia pico (PP) y la capacidad anaeróbica (CA) se calcularon en vatios (W) y vatios por kilogramo de peso corporal ( $\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$ ). El índice de fatiga (IF) se calculó como porcentaje y la frecuencia cardíaca (FC) se registró en latidos por minuto (lpm) (20).

## Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el IBM SPSS *Statistics 20.0 software* (SPSS/IBM, Chicago, IL, USA). Las características antropométricas y morfomotoras se expresaron en media  $\pm$  desviación estándar e intervalo de confianza al 95% (IC95%).

## RESULTADOS

### Características antropométricas

La edad promedio fue de  $28,2 \pm 6,9$  años (IC95%: 24,9-31,6). Las demás características antropométricas (circunferencias, pliegues cutáneos y diámetros) se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1. Características antropométricas de los atletas estudiados**

Característica	Media $\pm$ DE	IC 95%
<b>Generales</b>		
Edad (años)	$28,2 \pm 6,9$	(24,9-31,6)
Estatura (cm)	$170,6 \pm 8,3$	(166,6-174,6)
Peso corporal (kg)	$69,1 \pm 12,7$	(62,9-75,2)
<b>Circunferencias (cm)</b>		
Pecho	$91,1 \pm 8,4$	(87,0-95,2)
Cintura	$72,6 \pm 8,2$	(68,7-76,6)
Cadera	$93,6 \pm 5,5$	(90,9-96,3)
Brazo relajado	$28,0 \pm 3,1$	(26,4-29,5)
Brazo flexionado	$30,5 \pm 4,7$	(28,2-32,8)
Antebrazo	$24,9 \pm 3,0$	(23,5-26,4)
Muslo	$59,2 \pm 3,8$	(57,4-61,1)
Pantorrilla	$36,0 \pm 3,0$	(34,5-37,4)
<b>Pliegues cutáneos (mm)</b>		
Tríceps	$9,9 \pm 3,9$	(8,0-11,8)
Bíceps	$5,0 \pm 2,1$	(4,0-6,0)
Subescapular	$12,5 \pm 5,7$	(9,7-15,2)
Supraespinal	$11,2 \pm 9,4$	(6,6-15,7)
Cresta ilíaca	$14,5 \pm 7,7$	(10,8-18,2)
Abdominal	$14,9 \pm 9,2$	(10,4-19,3)
Muslo anterior	$11,8 \pm 5,5$	(9,1-14,5)
Pierna medial	$7,7 \pm 3,4$	(6,1-9,4)
<b>Diámetros (cm)</b>		
Biacromial	$40,8 \pm 2,7$	(39,4-42,1)
Biilíaco	$27,7 \pm 2,8$	(26,4-29,1)
Codo	$6,2 \pm 0,5$	(5,9-6,4)
Rodilla	$8,8 \pm 0,6$	(8,5-9,1)
Muñeca	$5,1 \pm 0,5$	(4,8-5,3)

### Composición corporal y somatotipo

La composición corporal presentó un porcentaje de masa grasa, según la ecuación de Siri, de  $13,3 \pm 3,2\%$  (IC95%: 11,7-14,9); sumatoria de seis pliegues de  $67,8 \pm 32,0$  mm (IC95%: 52,3-83,2); sumatoria de ocho pliegues de  $94,5 \pm 45,4$  mm (IC95%: 72,6-116,4); proporción muscular de  $47,3 \pm 2,5\%$  (IC95%: 46,1-48,5); índice ponderal de  $41,7 \pm 1,8$  (IC95%: 40,8-42,6) e índice de adiposidad corporal (IAC) de  $24,1 \pm 3,3$  (IC95%: 22,5-25,7). Con respecto al somatotipo, obtuvimos los siguientes valores: endomorfia  $3,6 \pm 1,5$  (IC95%: 2,9-4,4); mesomorfia  $4,0 \pm 1,4$  (IC95%: 3,3-4,7) y ectomorfia  $2,1 \pm 1,1$  (IC95%: 1,5-2,6) (tabla 2).

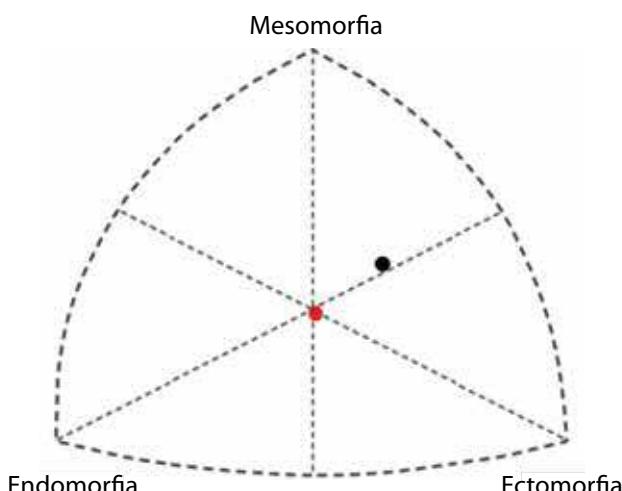
**Tabla 2. Composición corporal y somatotipo de los atletas estudiados**

Característica	Media ± DE	IC 95%
<b>Composición corporal</b>		
Grasa corporal	13,3 ± 3,2	(11,7-14,9)
Grasa corporal absoluta (kg)	9,3 ± 3,7	(7,5-11,1)
Sum. de seis pliegues (mm) <sup>a</sup>	67,8 ± 32,0	(52,3-83,2)
Sum. de ocho pliegues (mm) <sup>b</sup>	94,5 ± 45,4	(72,6-116,4)
Masa muscular (%)	47,3 ± 2,5	(46,1-48,5)
Masa muscular absoluta (kg)	32,5 ± 5,2	(30,0-35,1)
<b>Índices</b>		
Índice ponderal	41,7 ± 1,8	(40,8-42,6)
IAC	24,1 ± 3,3	(22,5-25,7)
<b>Somatotipo</b>		
Endomorfia	3,6 ± 1,5	(2,9-4,4)
Mesomorfia	4,0 ± 1,4	(3,3-4,7)
Ectomorfia	2,1 ± 1,1	(1,5-2,6)
Eje-X	1,5 ± 2,4	(0,3-2,7)
Eje-Y	2,3 ± 3,4	(0,7-4,0)

DE: desviación estándar; IAC: índice de adiposidad corporal

<sup>a</sup>Sumatoria de tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo anterior y medial de la pantorrilla; <sup>b</sup>Sumatoria de bíceps, tríceps, subescapular, pectoral, abdominal, suprailíaco, muslo anterior y pliegue medial de la pantorrilla

La carta somatotípica mostró un perfil con predominio mesomórfico balanceado (figura 1).



**Figura 1. Valores comparativos del somatotipo de corredores de medio fondo y fondo según diferentes estudios**

## Características funcionales

Con relación a las características funcionales, se observaron valores promedio de capacidad funcional por  $\text{VO}_{(2)}$  máx de  $42,6 \pm 8,1 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  (IC95%: 38,7-46,6); potencia anaeróbica por salto vertical de  $106,0 \pm 31,8 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$  (IC95%: 89,7-122,4) y capacidad anaeróbica por prueba de Wingate de  $6501,0 \pm 1831,6 \text{ K/jul}$  (IC95%: 5618,2-7383,8). Los demás indicadores funcionales se presentan en la tabla 3.

**Tabla 3. Características funcionales de los corredores élite de larga distancia estudiados**

Característica	Media ± DE	IC 95%
<b>Condición aeróbica</b>		
$\text{VO}_{(2)}$ máx ( $\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ )	42,6 ± 8,1	(38,7-46,6)
Mets	12,1 ± 2,3	(11,0-13,3)
Watt máx (w)	222,3 ± 45,5	(200,4-244,3)
FC máx (lpm)	152,0 ± 54,6	(125,7-178,4)
<b>Salto vertical</b>		
Diferencia (cm)	37,0 ± 6,2	(34,0-40,0)
Alcance (cm)	223,8 ± 13,4	(216,9-230,7)
Potencia ( $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$ )	106,0 ± 31,8	(89,7-122,4)
<b>Condición anaeróbica</b>		
PP (W)	621,9 ± 93,7	(576,7-667,1)
PP ajustada ( $\text{w} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	279,6 ± 44,1	(258,3-300,9)
CA (W)	6501,0 ± 1831,6	(5618,2-7383,8)
CA ajustada ( $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$ )	19503,0 ± 5494,9	(16854,6-22151,5)
CA (K/jul)	1950,3 ± 549,4	(1685,4-2215,1)
CA ajustada ( $\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	5,1 ± 0,9	(4,7-5,6)
IF (%)	26,4 ± 11,6	(20,8-32,1)

FC: frecuencia cardíaca; lpm: latidos por minuto; PP: potencia pico; CA: capacidad anaeróbica; IF: índice de fatiga

## DISCUSIÓN

Mundialmente, el atletismo es una de las disciplinas deportivas más destacadas, para la cual se han hecho diferentes mediciones antropométricas y morfológicas (1-10). Al comparar los resultados de este estudio con los de corredores de mediofondo españoles de nivel nacional o internacional (10), se puede afirmar que el promedio de peso corporal, porcentaje graso y porcentaje muscular fueron superiores a los reportados en este estudio. También se encontraron mayores

valores en la sumatoria de seis pliegues cutáneos al compararlos con los corredores de fondo mexicanos (47,1 vs. 67,8) (21). Esta misma diferencia se halló en el porcentaje de masa grasa (13,3%), que fue superior al informado por Vernillo y colaboradores (22) (8,8%) en corredores de Kenia. En atletas españoles, Legaz y colaboradores (10) encontraron valores inferiores en la sumatoria de pliegues y afirmaron que esos bajos niveles se pueden atribuir al alto rendimiento; un exceso de grasa no es beneficioso para un atleta de alto rendimiento en cualquier distancia.

Por otra parte, el somatotipo promedio de los componentes de Heath-Carter (endomorfia, mesomorfia y ectomorfia) presentó una clasificación de mesomorfo-balanceado (3,6-4,0-2,1). Estos resultados son muy cercanos a los obtenidos por Padilla (21) en atletas olímpicos mexicanos, y por De Garay y colaboradores (23), Carter (24), Pérez y colaboradores (25) y Vučetić y colaboradores (26) en atletas de élite croatas, suizos, etíopes y checoslovacos, respectivamente (figura 1). Cabe destacar que el éxito mundial alcanzado por los atletas keniatas o etíopes ha sido atribuido a su somatotipo ectomórfico, la función biomecánica y la economía metabólica (27). Sin embargo, al compararlos con otros atletas olímpicos (23-27), variables como la edad, la masa corporal total y la estatura podrían explicar en parte las similitudes reportadas en este trabajo.

El consumo máximo de oxígeno por  $\dot{V}O_{(2)}$  máx es una variable muy relacionada con el rendimiento del atleta de larga distancia (10). El promedio de  $\dot{V}O_{(2)}$  máx de los atletas de este estudio fue de  $42,6 \pm 8,1 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ , inferior al consumo de oxígeno encontrado en atletas élite de Brasil (28), España (29), Dinamarca (30) y Polonia (31) y superior al hallado en estudiantes atletas norteamericanos (32). Esto puede ir en la misma línea que los resultados encontrados por Boileau y colaboradores (33), que muestran cómo la marca está relacionada más estrechamente con el  $\dot{V}O_{(2)}$  máx en los corredores de mediofondo que en los corredores de fondo. Se puede considerar la potencia máxima como el factor primordial para el éxito deportivo, por lo que en la actualidad su análisis es imprescindible para los deportes por su beneficio en el desempeño atlético. Al aplicar el test de Wingate, la potencia pico ajustada fue de  $279,6 \pm 44,1 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$ , muy cercana a la obtenida por Anjos y colaboradores (28) en Brasil,

Legaz y colaboradores (29) en España, Gunnarsson y colaboradores (30) en Dinamarca y Waśkiewicz y colaboradores (31) en atletas de Polonia.

Una limitación de este estudio fue el reducido tamaño de la muestra. Sin embargo, ello no invalida nuestros resultados, que son comparables a los informados en la literatura mundial. Se sugiere investigar más en este campo haciendo las mediciones en muestras de mayor tamaño y con diseños multicéntricos, para así lograr una descripción más amplia de las características antropométricas y funcionales de los atletas de élite, y establecer comparaciones entre diferentes regiones. En general, se deben tener en cuenta las características morfofuncionales de los corredores de larga distancia para determinar cómo mejorar sus habilidades. Estas medidas grupales de tendencia central son útiles para comparar al individuo, dentro de su categoría, con el resto del grupo y con él mismo. En la actualidad estamos trabajando para aumentar el tamaño de la muestra y así poder determinar mejor el perfil antropométrico y funcional.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rabadán M, Díaz V, Calderón FJ, Benito PJ, Peinado AB, Maffulli N. Physiological determinants of speciality of elite middle- and long-distance runners. *J Sports Sci.* 2011 Jun;29(9):975-82.
2. Legaz-Arrese A, Kinfu H, Munguía-Izquierdo D, Carranza-García LE, Calderón FJ. Basic physiological measures determine fitness and are associated with running performance in elite young male and female Ethiopian runners. *J Sports Med Phys Fitness.* 2009 Dec;49(4):558-63.
3. Hoffman MD. Anthropometric characteristics of ultramarathoners. *Int J Sports Med.* 2008 Oct;29(10):808-11.
4. Weyand PG, Davis JA. Running performance has a structural basis. *J Exp Biol.* 2005 Jul;208(Pt 14):2625-31.
5. Bischof M, Knechtle B, A Rüst C, Knechtle P, Rosemann T. Changes in Skinfold Thicknesses and Body Fat in Ultra-endurance Cyclists. *Asian J Sports Med.* 2013 Mar;4(1):15-22.

6. Rüst CA, Knechtle B, Knechtle P, Rosemann T. A comparison of anthropometric and training characteristics between recreational female marathoners and recreational female Ironman triathletes. *Chin J Physiol.* 2013 Feb;56(1):1-10.
7. Knechtle B, Knechtle P, Barandun U, Rosemann T. Anthropometric and training variables related to half-marathon running performance in recreational female runners. *Phys Sportsmed.* 2011 May;39(2):158-66.
8. Landers GJ, Blanksby BA, Ackland TR, Smith D. Morphology and performance of world championship triathletes. *Ann Hum Biol.* 2000 Jul-Aug;27(4):387-400.
9. Matthys SP, Vaejens R, Fransen J, Deprez D, Pion J, Vandendriessche J, et al. A longitudinal study of multidimensional performance characteristics related to physical capacities in youth handball. *J Sports Sci.* 2013;31(3):325-34.
10. Legaz Arrese A, González Badillo JJ, Serrano Ostáriz E. Differences in skinfold thicknesses and fat distribution among top-class runners. *J Sports Med Phys Fitness.* 2005 Dec;45(4):512-7.
11. Norton K, Carter L, Olds T, Marfell-Jones M. Basic measurement. In: Marfell-Jones M, Olds T, Stewart A, editors. International standards for anthropometric assessment. Potchefstroom: ISAK; 2006. p. 49-72.
12. López Albán CA, Ramírez Vélez R, Sánchez Gallardo CE, Marmolejo LC. Características antropométricas y funcionales de individuos físicamente activos. *Iatreia.* 2008 Jun;21(2):121-8.
13. Guerra RS, Amaral TF, Marques E, Mota J, Restivo MT. Accuracy of Siri and Brozek equations in the percent body fat estimation in older adults. *J Nutr Health Aging.* 2010 Nov;14(9):744-8.
14. Matiegka J. The testing of physical efficiency. *Am J Phys Anthropol.* 1921;4(3):223-30.
15. Nevill AM, Metsios GS, Jackson AS, Wang J, Thornton J, Gallagher D. Can we use the Jackson and Pollock equations to predict body density/fat of obese individuals in the 21st century? *Int J Body Compos Res.* 2008 Sep;6(3):114-21.
16. Carter J. Sport and physical performance. In: Carter J, Heath BH, editors. Somatotyping: development and application. Cambridge: Cambridge University Press; 1990. p. 201-11.
17. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG, et al. A better index of body adiposity. *Obesity (Silver Spring).* 2011 May;19(5):1083-9.
18. Pollock M, Gaesser G, Butcher D, Despr JP, Dishman K, Franklin A, et al. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *ACSM Position Stand. Med Sci Sports Exerc.* 1998 Jun;30(6):975-91.
19. Sargent DA. The Physical Test of a Man. *APER.* 1921;26(4):188-94.
20. Bar-Or O. The Wingate anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity. *Sports Med.* 1987 Nov-Dec;4(6):381-94.
21. Padilla Pérez J, Taylor A, Yuhasz M, Velázquez Hernández MA. Algunas características antropométricas de una población de atletas mexicanos. *Rev Med Hosp Gen Mex.* 2004 Ene-Mar;67(1):11-21.
22. Vernillo G, Schena F, Berardelli C, Rosa G, Galvani C, Maggioni M, et al. Anthropometric characteristics of top-class Kenyan marathon runners. *J Sports Med Phys Fitness.* 2013 Aug;53(4):403-8.
23. Tanner JM. The Physique of the Olympic Athlete. In: De Garay AL, Levine L, Carter JEL, editors. Genetic and anthropometric studies of the olympic athletes. New York: Academic Press, 1974. p. 89-123.
24. Carter JEL. Body composition of Montreal Olympic Athletes. In: Physical structure of olympic athletes. Part II, Kinanthropometry of olympic athletes. Basi-lea: Karger; 1982. (Med Sport Sci; vol 18). p. 107-16.
25. Méndez de Pérez B. Métodos y procedimientos. En: Los atletas venezolanos, su tipo físico: Un estudio biotipológico de las especialidades de natación, baloncesto, vólibol, atletismo, levantamiento de pesas y gimnasia. Caracas: Universidad Central de Venezuela; 1981. p. 32-9.
26. Vučetić V, Matković BR, Sentić D. Morphological differences of elite Croatian track-and-field athletes. *Coll Antropol.* 2008 Sep;32(3):863-8.
27. Wilber RL, Pitsiladis YP. Kenyan and Ethiopian distance runners: what makes them so good? *Int J Sports Physiol Perform.* 2012 Jun;7(2):99-102.
28. Anjos MAB, Fernandes Filho J, Novaes JS. Características antropométricas, dermatoglíficas y fisiológicas del

- atleta de triatlón. *Fit Perform J.* 2003 Ene-Feb;2(1):49-57.
29. Legaz Arrese A, Munguía Izquierdo D, Nuviala Nuviala A, Serveto Galindo O, Moliner Urdiales D, Reverter Masía J. Average  $\dot{V}O_2$ max as a function of running performances on different distances. *Sci Sports.* 2007;22(1):43-9.
30. Gunnarsson TP, Bangsbo J. The 10-20-30 training concept improves performance and health profile in moderately trained runners. *J Appl Physiol (1985).* 2012 Jul;113(1):16-24.
31. Waśkiewicz Z, Kłapcińska B, Sadowska-Krępa E, Czuba M, Kempa K, Kimsa E, et al. Acute metabolic responses to a 24-h ultra-marathon race in male amateur runners. *Eur J Appl Physiol.* 2012 May;112(5):1679-88
32. McGregor SJ, Busa MA, Yaggie JA, Bollt EM. High resolution MEMS accelerometers to estimate  $\dot{V}O_2$  and compare running mechanics between highly trained inter-collegiate and untrained runners. *PLoS One.* 2009 Oct;4(10):e7355.
33. Boileau RA, Mayhew JL, Riner WF, Lussier L. Physiological characteristics of elite middle and long distance runners. *Can J Appl Sport Sci.* 1982 Sep;7(3):167-72.

