

Entrenamiento funcional de alta intensidad: asociación de la grasa corporal con el fitness cardiorrespiratorio

High-intensity functional training: association of body fat with cardiorespiratory fitness

Brian Johan Bustos-Viviescas^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-4720-9018>

Luis Alfredo Duran Luna² <https://orcid.org/0000-0001-7749-1678>

Rony David Merchán Osorio¹ <https://orcid.org/0000-0001-6784-4433>

Arles Javier Ortega Parra² <https://orcid.org/0000-0003-0691-5490>

Andrés Alonso Acevedo-Mindiola² <https://orcid.org/0000-0003-0125-7265>

Carlos Enrique García Yerena³ <https://orcid.org/0000-0002-9973-552X>

¹Fundación Universitaria Juan de Castellanos. Tunja, Colombia.

²Universidad de Pamplona. Cúcuta, Colombia.

³Universidad de Pamplona. Pamplona, Colombia.

*Autor para correspondencia. Correo electrónico: bjbustos@jdc.edu.co

RESUMEN

Introducción: El Entrenamiento Funcional de Alta Intensidad (HIFT/CrossFit®) se caracteriza por la realización de ejercicios multimodales a alta intensidad. Dentro del campo investigativo poco se ha abordado sobre esta novedosa modalidad, es por ello que surge la necesidad de examinar las características antropométricas y cardiorrespiratorias de los practicantes de HIFT/CrossFit®.

Objetivo: Determinar la asociación entre la grasa corporal y el fitness cardiorrespiratorio en practicantes de HIFT/CrossFit®.

Métodos: Estudio descriptivo de tipo correlacional con enfoque cuantitativo y una muestra a conveniencia de 8 sujetos, 4 hombres (edad $21,75 \pm 3,10$ años; masa corporal $83,85 \pm 13,98$ kg; talla $1,79 \pm 0,08$ m) y 4 mujeres (edad $26,00 \pm 8,52$ años; masa corporal $62,80 \pm 5,99$ kg; talla $1,65 \pm 0,04$ m) practicantes experimentados de HIFT/CrossFit®; todos ellos participantes voluntarios que se sometieron

<http://scielo.sld.cu>

<http://www.revmedmilitar.sld.cu>

a la prueba de valoración del fitness cardiorrespiratorio y evaluación de características antropométricas; los datos que arrojó el estudio fueron analizados con el paquete estadístico PSPP, se aplicó el coeficiente de correlación de Spearman y la prueba de normalidad (Shapiro-Wilk).

Resultados: Se evidenció una relación negativa y significativa ($p < 0,05$) en hombres ($r = -0,94$) y mujeres ($r = -0,95$), aunque al relacionar todo el grupo se obtuvo mayor significación de la grasa corporal con el fitness cardiorrespiratorio ($r = -0,87$; $p < 0,01$).

Conclusión: Un mayor porcentaje de grasa corporal se traduce en un menor fitness cardiorrespiratorio en sujetos capacitados en entrenamiento funcional de alta intensidad.

Palabras clave: porcentaje grasa; ejercicio; alta intensidad; *fitness*.

ABSTRACT

Introduction: The High-Intensity Functional Training (HIFT/CrossFit®) is characterized by high-intensity multimodal exercises. Within the research field little has been addressed on this novel modality, it is for them that the need arises to examine the anthropometric and cardiorespiratory characteristics of HIFT/CrossFit® practitioners.

Objective: Determine the association between body fat and cardiorespiratory fitness in HIFT/CrossFit practitioners®.

Method: Descriptive study of correlational type with quantitative approach and a sample at the convenience of 8 subjects, 4 men (age $21,75 \pm 3,10$ years; body mass $83,85 \pm 13,98$ kg; size $1,79 \pm 0,08$ m) and 4 women (age $26,00 \pm 8,52$ years; body mass $62,80 \pm 5,99$ kg; size $1,65 \pm 0,04$ m) experienced HIFT/CrossFit® practitioners; all of them volunteer participants who underwent the cardiorespiratory fitness assessment test and anthropometric characteristics assessment; the data from the study were analyzed with the PSPP statistical package, where Spearman's correlation coefficient and normality test (Shapiro-Wilk) were applied. **Results:** A negative and significant relationship ($p < 0,05$) is shown in men ($r = -0,94$) and women ($r = -0,95$), although the whole group had greater significance of body fat with cardiorespiratory fitness ($r = -0,87$; $p < 0,01$).

Conclusion: Higher percentage of body fat results in lower cardiorespiratory fitness in subjects trained in high-intensity functional training.

Keywords: fat percentage; exercise; high intensity; fitness.

Recibido: 27/08/2020

Aprobado: 08/02/2021

INTRODUCCIÓN

Comparar, relacionar y analizar incidencias del entrenamiento de alta intensidad con el estado de salud y el rendimiento deportivo son uno de los temas apetecidos en el contexto investigativo. Hoy el medio de entrenamiento es cambiante, surgen métodos, técnicas e instrumentos o herramientas con el objetivo de mejorar en algunos casos el estado de salud de la población objeto de estudio y en otros, buscan una mejora del rendimiento físico, es ahí donde muchos intentan encontrar el método más efectivo para lograr sus objetivos.

En lo que respecta al entrenamiento de alta intensidad, anteriormente se enfocaba en ejercicios específicos (correr o andar en bicicleta) estructurados como estímulos de ejercicios, no obstante, debido a los cambios mencionados anteriormente, se ha empezado a evaluar e implementar el entrenamiento funcional de alta intensidad o *high-intensity functional training* (HIFT) como un método alternativo eficaz.⁽¹⁾

Seguidamente aparece el CrossFit®, el cual ha crecido como la forma más común del HIFT.⁽²⁾ El CrossFit® es “un nuevo régimen de fuerza y acondicionamiento que implica entrenamientos diarios cortos e intensos llamados entrenamientos del día (WOD)”,⁽³⁾ además considerado como el de mayor crecimiento y popularidad.⁽⁴⁾ Este método de entrenamiento ha sido calificado como novedoso, debido a la intervención de ejercicios, que ponen a prueba los sistemas corporales de una forma equilibrada e integrada y desafían las habilidades de las personas para completar los objetivos planteados.⁽⁵⁾

En lo que respecta a estudios investigativos, algunos han considerado que el programa HIFT fue eficaz para mejorar la aptitud física cardiorrespiratoria y neuromuscular sin causar inflamación significativa o daño muscular en sujetos físicamente activos.⁽⁶⁾ Por esto se han desarrollado estudios para evaluar a mayor profundidad este tipo de entrenamiento desde una perspectiva fisiológica.⁽⁷⁾

<http://scielo.sld.cu>

<http://www.revmedmilitar.sld.cu>

Bajo licencia Creative Commons

No obstante, métodos como el de circuito, eran utilizados para desarrollar adaptaciones anatómicas en personas no entrenadas, pero en la actualidad este método circuito, sufrió modificaciones mediante intervenciones de ejercicios funcionales de alta intensidad, resultado eficaz y altamente recomendado en la mejora de las capacidades físicas y también de salud, en las cuales algunos sujetos por medio del modelo de entrenamiento, reportan mejoras significativas en la salud física.⁽⁸⁾

Como complemento a lo anterior, el CrossFit® tiene un efecto positivo en la mejora de la composición corporal de deportistas, militares y bomberos.⁽⁹⁾ Una investigación adelantada en Brasil, determinó que existe un aumento de la masa corporal en personas sanas, al realizar este tipo de entrenamiento.⁽¹⁰⁾ Se ha evidenciado que la práctica del entrenamiento de alta intensidad, por medio del CrossFit®, hace énfasis en disminuir el porcentaje de grasa.⁽¹¹⁾ Se puede precisar que el entrenamiento de alta intensidad por cualquier de los métodos utilizados (HIIT, CrossFit®, circuito), entre otros, mejora el estado físico y de salud de las personas que lo practiquen, ya sean entrenados, no entrenados, militares o deportistas.

Por ello, este estudio tuvo como objetivo determinar la asociación entre la grasa corporal y el fitness cardiorrespiratorio en sujetos practicantes de entrenamiento funcional de alta intensidad.

MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo de tipo correlacional con enfoque cuantitativo y una muestra a conveniencia.

La intervención se realizó en un día de entrenamiento habitual de los participantes, se dividió en dos jornadas (mañana y tarde). Durante la primera jornada se tomaron los datos antropométricos y en la segunda, se aplicó el test de Course-Navette o carrera de 20 metros.

La intervención se llevó a cabo en un centro de acondicionamiento físico, enfocado a la práctica del CrossFit® del cual los participantes son miembros. Dicho centro se encuentra ubicado en la ciudad Cúcuta (Colombia).

La ciudad cuenta con los siguientes datos geográficos: altitud: 320 metros sobre el nivel del mar; clima cálido, promedio 27 °C.

Se evaluaron 8 sujetos, 4 hombres (edad $21,75 \pm 3,10$ años; masa corporal $83,85 \pm 13,98$ kg; talla $1,79 \pm 0,08$ m) y 4 mujeres (edad $26,00 \pm 8,52$ años; masa corporal $62,80 \pm 5,99$ kg; talla $1,65 \pm 0,04$ m) practicantes experimentados de CrossFit®.

Se consideraron como criterios de exclusión: a) padecer una enfermedad, lesión, o sensación de molestia que pudiese afectar el desarrollo de las pruebas físicas, b) poseer experiencia menor a los 10 meses en la práctica del CrossFit®, c) estar en estado de embarazo o lactancia materna.

Las mediciones de parámetros antropométricos fueron realizadas por los autores de esta investigación. De acuerdo con el documento Consenso del Grupo Español de Cineantropometría (GREC), versión 2010⁽¹²⁾ se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Báscula TANITA BC-730. Utilizada para obtener la masa corporal de cada participante, precisión de 100 g.
- Tallímetro de pared Seca 206. Empleado para medir la talla (0 - 220 cm), precisión 1 mm.
- Medidores de pliegues Slimguide: Utilizado para evaluar los pliegues cutáneos (precisión 0,5 mm).

Teniendo en cuenta la experiencia previa de los participantes en esta modalidad y lo expuesto en el documento de consenso del Grupo Español de Cineantropometría,⁽¹²⁾ se empleó la ecuación propuesta por Faulkner:

$$\text{Grasa corporal en hombres (\%)} = 0,153 * (\text{Pl Tri} + \text{Pl Sub} + \text{Pl Sesp} + \text{Pl Abd}) + 5,783$$

$$\text{Grasa corporal en mujeres (\%)} = 0,123 * (\text{Pl Tri} + \text{Pl Sub} + \text{Pl Sesp} + \text{Pl Abd}) + 7,9$$

Donde, Pl Tri: pliegue del tríceps en mm; Pl Sub: pliegue subescapular en mm; Pl Sesp: pliegue supraespinal en mm; Pl Abd: pliegue abdominal en mm.

La prueba de valoración del *fitness* cardiorrespiratorio fue el test de Course-Navette. Es una prueba continua, incremental y maximal que permite estimar el consumo máximo de oxígeno (VO₂máx), por medio de la ecuación propuesta por Léger y Lambert:⁽¹³⁾

$$VO2máx = 5,857 (x) - 19,458$$

Donde x = velocidad (km/h) del último periodo completado.

Es una prueba máxima progresiva que consta de 21 niveles, con una duración de 1 minuto cada uno, y consiste en desplazarse de un punto a otro que está situado a 20 m de distancia. Se empieza a una velocidad de 8,5 km/h y aumenta progresivamente (0,5 km/h) en cada nivel. Es una prueba de aptitud cardiorrespiratoria, que tiene por objeto medir la potencia aeróbica máxima y el consumo máximo de oxígeno. La prueba puede hacerse de forma simple e incluso caminando, en lo que respecta la evaluación de deportistas, deben iniciar la prueba corriendo.

Para todas las pruebas, el nivel de significación se fijó en $p < 0,05$. Para la tabulación y análisis de los datos, se utilizó el paquete estadístico PSPP. Se aplicó el coeficiente de correlación de Spearman y las pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk).

Para la ejecución de este estudio se tuvo en cuenta lo expuesto en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM)⁽¹⁴⁾ y los estándares éticos establecidos para investigaciones en ciencias del deporte y del ejercicio.⁽¹⁵⁾ Sigue las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud establecidas en la resolución número 8430 de 1993 expedida por el Ministerio de Salud de Colombia.⁽¹⁶⁾

RESULTADOS

En la tabla 1 se evidencian las características macroantropométricas de los participantes, por sexos.

Tabla 1 - Características generales de los participantes

Participantes		Edad (años)	Masa corporal (kg)	Talla (m)
Hombres (n = 4)	Promedio	21,75	83,85	1,79
	Desviación estándar	3,10	13,98	0,08
Mujeres (n = 4)	Promedio	26,00	62,80	1,65
	Desviación estándar	8,52	5,99	0,04
Todos (n = 8)	Promedio	23,88	73,33	1,72
	Desviación estándar	6,36	15,03	0,09

Para la tabla 2 se presentan los valores obtenidos en la evaluación antropométrica y el porcentaje de grasa correspondiente por sexo. Se evidencia mayor nivel de grasa corporal por parte de las mujeres.

Tabla 2 - Pliegues cutáneos y porcentaje de grasa corporal

Participantes		Tríceps (mm)	Subescapular (mm)	Suprailíaco (mm)	Abdomen (mm)	Grasa corporal (%)
Hombres (n = 4)	Promedio	17,00	14,75	15,25	21,75	16,30
	Desviación estándar	2,94	2,22	3,86	7,63	2,12
Mujeres (n = 4)	Promedio	14,50	14,00	12,75	14,50	19,77
	Desviación estándar	3,32	4,55	2,50	7,51	3,45
Todos (n = 8)	Promedio	15,75	14,38	14,00	18,13	18,04
	Desviación estándar	3,20	3,34	3,30	8,01	3,24

En la tabla 3 es posible observar que los hombres lograron completar mayor cantidad de periodos en la prueba de Course - Navette, y con ello obtuvieron mayor consumo máximo de oxígeno.

Tabla 3 - Fitness cardiorrespiratorio

Participantes		Periodos completados	Velocidad final (km/h)	VO ₂ máx (mL/kg/min)
Hombres (n = 4)	Promedio	9,50	12,75	55,22
	Desviación estándar	1,91	0,96	5,61
Mujeres (n = 4)	Promedio	7,00	11,50	47,90
	Desviación estándar	1,41	0,71	4,14
Todos (n = 8)	Promedio	8,25	12,13	51,56
	Desviación estándar	2,05	1,03	6,01

En la tabla 4 se evidencia una relación negativa y significativa ($p < 0,05$) en hombres ($r = -0,94$) y mujeres ($r = -0,95$), aunque al relacionar todo el grupo, se obtuvo mayor significación, como se observa en la figura 1 ($r = -0,87$; $p < 0,01$).

Tabla 4 - Correlación entre variables

Correlaciones			VO ₂ máx
Hombres (n = 4)	Grasa corporal	Coefic. Spearman	-0,94*
Mujeres (n = 4)	Grasa corporal	Coefic. Spearman	-0,95*
Todos (n = 8)	Grasa corporal	Coefic. Spearman	-0,87**

*Correlación significativa ($p < 0,05$). **Correlación muy significativa ($p < 0,01$).

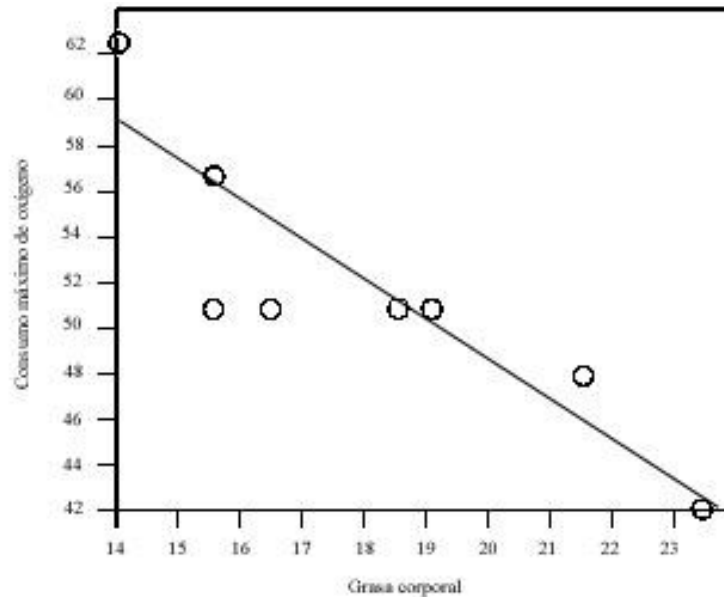


Fig. 1 - Línea de tendencia entre el porcentaje de grasa corporal y el consumo máximo de oxígeno.

DISCUSIÓN

Este es el primer trabajo en relacionar el porcentaje de grasa corporal con el *fitness* cardiorrespiratorio, en sujetos practicantes de entrenamiento funcional de alta intensidad en Colombia. Es de los primeros a nivel internacional, sobre la asociación de la composición corporal con el desempeño en esta modalidad. *Zeitz* y otros recientemente concluyeron que, existe una influencia negativa entre el porcentaje de grasa corporal con la capacidad de trabajo mecánico (cantidad de repeticiones completadas en la sesión) durante el WOD 19,1 en sujetos físicamente activos sin experiencia en HIFT/CrossFit® ($r = -0,46$; $p = 0,03$).⁽¹⁷⁾

Por otra parte, un estudio realizado con atletas experimentados en CrossFit®, evidenció una grasa corporal de $15,8 \pm 6,2$ % y una asociación negativa con el desempeño en competencias oficiales de CrossFit® Open 2018 ($r = -0,66$ a $-0,89$; $p < 0,05$).⁽¹⁸⁾

Del mismo modo, una investigación identificó que el porcentaje de grasa corporal fue el único parámetro fisiológico significativamente, relacionado con el tiempo total del WOD Murph (carrera de 1 milla, 100 dominadas, 200 flexiones/ lagartijas, 300 sentadillas libres, carrera de 1 milla) en atletas de CrossFit® ($r = 0,718$; $p = 0,013$).⁽¹¹⁾

<http://scielo.sld.cu>

<http://www.revmedmilitar.sld.cu>

Por otro lado, *Tibana y otros* identificaron que existe una correlación positiva y significativa entre el porcentaje de grasa corporal y el tiempo del WOD 15,5 ($r = 0,60$; $p < 0,05$), lo cual sugiere una mayor grasa corporal provoca que el trabajo mecánico no sea efectuado un menor tiempo.⁽¹⁹⁾

La principal limitación de este trabajo corresponde a que en los desarrollados hasta el momento sobre CrossFit®, no habían analizado el porcentaje de grasa corporal como un potencial predictor del rendimiento^(20,21,22,23,24) o solamente han relacionado la talla y la masa corporal.⁽²⁵⁾

La evidencia actual sugiere que un mayor componente cardiorrespiratorio, puede relacionarse con un mejor desempeño en CrossFit® en sujetos capacitados de esta modalidad^(7,20, 23) o físicamente activos, sin experiencia previa en esta.⁽²⁶⁾

En cuanto al porcentaje de grasa corporal, se han identificado cifras similares en hombres brasileños capacitados en CrossFit® ($16,5 \pm 4,7 \%$),⁽¹⁰⁾ en mujeres ($20,8 \pm 3,0 \%$ grasa), pero algo más elevado en hombres estadounidenses ($13,3 \pm 3,8 \%$ grasa) practicantes de CrossFit®.⁽²⁰⁾ Recientemente se ha concluido que los sujetos avanzados en CrossFit®, presentan porcentaje significativamente menor de grasa corporal, en comparación a sujetos activos recreativamente.⁽²⁷⁾

Sobre la interrelación entre la composición corporal y el *fitness* cardiorrespiratorio, en programas de formación de alta intensidad a corto plazo, se evidencia que un periodo de 8 semanas con sujetos físicamente inactivos, mejoró los VO_2 máx absolutos y relativos, aunque sin cambios en la masa grasa.⁽²⁸⁾

En sujetos aparentemente sanos, con una intervención de 6 semanas, no se encontraron diferencias significativas en el VO_2 máx, no obstante, si presentaron una relación positiva con la capacidad de trabajo de esta modalidad ($r = 0,68$),⁽²⁹⁾ mientras que a mediano plazo, un estudio reciente, encontró mayor aumento de los valores de VO_2 máx en el grupo CrossFit®, después de 6 meses, en lugar del grupo de entrenamiento en suspensión (TRX®).⁽³⁰⁾ En sujetos físicamente activos, se observó una reducción de $4,6 \pm 12,4 \%$ en el porcentaje de grasa en todos los participantes, sin ningún cambio significativo en la masa corporal con la práctica de este ejercicio durante 16 semanas.⁽³¹⁾

Se recomienda para futuras investigaciones, correlacionar la composición corporal total (masa grasa, masa muscular, masa ósea y masa residual) con el desempeño en pruebas de valoración fisiológica o en competencias oficiales de CrossFit®, para continuar aportando información relevante, de la importancia del componente morfológico en el rendimiento de esta modalidad de alta intensidad.

Se concluye que, un mayor porcentaje de grasa corporal se traduce en un menor *fitness* cardiorrespiratorio, en sujetos capacitados en entrenamiento funcional de alta intensidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Greenlee TA, Greene DR, Ward NJ, Reeser GE, Allen CM, Baumgartner NW, et al. Effectiveness of a 16-Week High-Intensity Cardioresistance Training Program in Adults. *J Strength Cond Res.* 2017 [acceso: 30/07/2020];31(9):2528-41. Disponible en: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001976>
2. Feito Y, Burrows EK, Tabb LP. A 4-Year Analysis of the Incidence of Injuries Among CrossFit-Trained Participants. *Orthop J Sport Med.* 2018 [acceso: 31/07/2020];6(10):[aprox. 08 pant.]. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/2325967118803100>
3. Maté-Muñoz JL, Lougedo JH, Barba M, García-Fernández P, Garnacho-Castaño MV, Domínguez R. Muscular fatigue in response to different modalities of CrossFit sessions. *PLoS One.* 2017 [acceso: 31/07/2020];12(7):[aprox. 17 pant.]. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181855>
4. Claudino JG, Gabbett TJ, Bourgeois F, Souza H de S, Miranda RC, Mezêncio B, et al. CrossFit Overview: Systematic Review and Meta-analysis. *Sport Med - Open.* 2018 [acceso: 31/07/2020];4(1):[aprox. 14 pant.]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0124-5>
5. Crawford D, Drake N, Carper M, DeBlauw J, Heinrich K. Validity, Reliability, and Application of the Session-RPE Method for Quantifying Training Loads during High Intensity Functional Training. *Sports.* 2018 [acceso: 31/07/2020];6(3):[aprox. 09 pant.]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/sports6030084>
6. Posnakidis G, Aphas G, Giannaki CD, Mougios V, Aristotelous P, Samoutis G, et al. High-Intensity Functional Training Improves Cardiorespiratory Fitness and Neuromuscular Performance Without Inflammation or Muscle Damage. *J Strength Cond Res.* 2020 [acceso: 31/07/2020]. En prensa. Disponible en: <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003516>
7. Bellar D, Hatchett A, Judge LW, Breaux ME, Marcus L. Herthe relationship of aerobic capacity, anaerobic peak power and experience to performance in CrossFit exercise. *Biol Sport.* 2015 [acceso: 31/07/2020];32(4):315-20. Disponible en: <https://doi.org/10.5604/20831862.1174771>
8. Elkin JL, Kammerman JS, Kunselman AR, Gallo RA. Likelihood of Injury and Medical Care

- Between CrossFit and Traditional Weightlifting Participants. Orthop J Sport Med. 2019 [acceso: 31/07/2020];7(5):[aprox. 08 pant.]. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/2325967119843348>
9. Sánchez-Alcaraz BJ, Ribes A, Pérez M. Efectos de un Programa de CrossFit en la Composición Corporal de Deportistas Entrenados - G-SE / Editorial Board / Dpto. Contenido. Rev Entren Deport. 2014 [acceso: 31/07/2020];28(3):15-20. Disponible en: <https://g-se.com/efectos-de-un-programa-de-crossfit-en-la-composicion-corporal-de-deportistas-entrenados-1737-sa-557cfb27245746>
10. Chacao M, Dominski FH, Steclan C, Filho ARF, Petreça DR. Perfil de composição corporal e de somatotipo de praticantes de Crossfit®. RBPFEEX - Rev Bras Prescrição e Fisiol do Exerc. 2019 [acceso: 31/07/2020];13(82):212-20. Disponible en: <http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/1661>
11. Carreker JD, Grosicki GJ. Physiological Predictors of Performance on the CrossFit “Murph” Challenge. Sports. 2020 [acceso: 31/07/2020];8(7):[aprox. 12 pant.]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/sports8070092>
12. Alvero Cruz JR, Cabañas Armesilla D, Herrero de Lucas A, Martínez Riaza L, Moreno Pascual C, Porta Manzañido J, et al. Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del grupo español de cineantropometría (GREC) de la federación española de medicina del deporte (FEMEDE). Versión 2010. Arch Med del Deport. 2010 [acceso: 31/07/2020];27(139):330-44. Disponible en: http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/Documento_de_consenso_330_139.pdf
13. Léger LA, Lambert J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO2 max. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1982 [acceso: 31/07/2020];49(1):1-12. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/BF00428958>
14. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la AMM - Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Pamplona: AMM; 2013 [acceso: 31/07/2020]. Disponible en: <http://www.redsamid.net/archivos/201606/2013-declaracion-helsinki-brasil.pdf?1>
15. Harriss DJ, Atkinson G. Ethical standards in sport and exercise science research: 2014 update. Int J Sports Med. 2013 [acceso: 31/07/2020];34(12):1025-8. Disponible en: <https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0033-1358756>
16. Ministerio de Salud de Colombia. Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y

administrativas para la investigación en salud. Bogotá: Ministerio de Salud; 1993[acceso: 31/07/2020].

Disponible en:

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>

17. Zeitz EK, Cook LF, Dexheimer JD, Lemez S, Leyva WD, Terbio IY, et al. The Relationship between CrossFit ® Performance and Laboratory-Based Measurements of Fitness. *Sports*. 2020 [acceso: 02/02/2021];8(8):112-24. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/sports8080112>

18. Mangine GT, Tankersley JE, McDougale JM, Velazquez N, Roberts MD, Esmat TA, et al. Predictors of CrossFit Open Performance. *Sports*. 2020 [acceso: 31/07/2020];8(7):[aprox. 16 pant.]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/sports8070102>

19. Tibana RA, Frade De Sousa NM, Cunha GV, Prestes J. Correlação das variáveis antropométricas e fisiológicas com o desempenho no Crossfit®. *Rev Bras Prescrição e Fisiol do Exerc*. 2017 [acceso: 28/09/2020];11(70):880-7. Disponible en:

<http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/1308>

20. Feito Y, Giardina MJ, Butcher S, Mangine GT. Repeated anaerobic tests predict performance among a group of advanced crossfit-trained athletes. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2019 [acceso: 31/07/2020];44(7):727-35. Disponible en: <https://doi.org/10.1139/apnm-2018-0509>

21. Dexheimer JD, Schroeder ET, Sawyer BJ, Pettitt RW, Aguinaldo AL, Torrence WA. Physiological Performance Measures as Indicators of CrossFit® Performance. *Sports*. 2019 [acceso: 31/07/2020];7(4):[aprox. 13 pant.]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/sports7040093>

22. Martínez-Gómez R, Valenzuela PL, Barranco-Gil D, Moral-González S, García-González A, Lucia A. Full-Squat as a Determinant of Performance in CrossFit. *Int J Sports Med*. 2019 [acceso: 31/07/2020];40(9):592-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1055/a-0960-9717>

23. Schlegel P, Režný L, Fialová D. Pilot study: Performance-ranking relationship analysis in Czech crossfitters. *J Hum Sport Exerc*. 2020 [acceso: 31/07/2020];16(1):[aprox. 12 pant.]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10045/102763>

24. Martínez-Gómez R, Valenzuela PL, Alejo LB, Gil-Cabrera J, Montalvo-Pérez A, Talavera E, et al. Physiological Predictors of Competition Performance in CrossFit Athletes. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 [acceso: 31/07/2020];17(10):[aprox. 12 pant.]. Disponible en:

<http://scielo.sld.cu>

<http://www.revmedmilitar.sld.cu>

<https://doi.org/10.3390/ijerph17103699>

25. Butcher S, Neyedly T, Horvey K, Benko C. Do physiological measures predict selected CrossFit® benchmark performance? *Open Access J Sport Med*. 2015 [acceso: 31/07/2020];6:241-247. Disponible en: <https://doi.org/10.2147/oajsm.s88265>
26. Bustos-Viviescas BJ, Rodríguez Acuña LE, Acevedo-Mindiola AA, Lozano Zapata RE. Asociación entre el consumo máximo de oxígeno y el rendimiento del wod karen: un estudio piloto. *Rev Ciencias del Deport*. 2019 [acceso: 31/07/2020];1(2):57-74. Disponible en: <http://unellez.edu.ve/revistas/index.php/rccd/article/view/837>
27. Mangine GT, Stratton MT, Almeda CG, Roberts MD, Esmat TA, VanDusseldorp TA, et al. Physiological differences between advanced CrossFit athletes, recreational CrossFit participants, and physically-active adults. *PLoS One*. 2020 [acceso: 04/08/2020];15(4):[aprox. 21 pant.]. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223548>
28. Brisebois M, Rigby B, Nichols D. Physiological and Fitness Adaptations after Eight Weeks of High-Intensity Functional Training in Physically Inactive Adults. *Sports*. 2018 [acceso: 31/07/2020];6(4):[aprox. 13 pant.]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/sports6040146>
29. Crawford D, Drake N, Carper M, DeBlauw J, Heinrich K. Are Changes in Physical Work Capacity Induced by High-Intensity Functional Training Related to Changes in Associated Physiologic Measures? *Sports*. 2018 [acceso: 31/07/2020];6(2):[aprox. 10 pant.]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/sports6020026>
30. Notarnicola A, Salatino G, Napoletano P, Monno A, Moretti B, Tafuri S. Does TRX training induce similar effects to crossfit? Study on the variation of body fat mass, endurance and explosive force. *Muscle Ligaments Tendons J*. 2019 [acceso: 31/07/2020];08(04):520-25. Disponible en: <https://doi.org/10.32098/mltj.04.2018.10>
31. Feito Y, Hoffstetter W, Serafini P, Mangine G. Changes in body composition, bone metabolism, strength, and skill-specific performance resulting from 16-weeks of HIFT. *PLoS One*. 2018 [acceso: 31/07/2020];13(6):[aprox. 15 pant.]. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198324>

Conflictos de interés

<http://scielo.sld.cu>

<http://www.revmedmilitar.sld.cu>

Bajo licencia Creative Commons 

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés en relación con el presente trabajo.

Contribuciones de los autores

Brian Johan Bustos-Viviescas: concepción y diseño del estudio, adquisición, análisis e interpretación de los datos, redacción del manuscrito, supervisión general del desarrollo del trabajo y aprobación final del trabajo a publicar.

Luis Alfredo Duran Luna: redacción del manuscrito, análisis e interpretación de los datos. Aprobación final del trabajo a publicar.

Rony David Merchán Osorio: redacción del manuscrito, su revisión crítica y aprobación final del trabajo a publicar.

Arles Javier Ortega Parra: redacción del manuscrito, análisis e interpretación de los datos. Aprobación final del trabajo a publicar.

Andrés Alonso Acevedo-Mindiola: redacción del manuscrito, análisis e interpretación de los datos. Aprobación final del trabajo a publicar.

Carlos Enrique García Yerena: redacción del manuscrito, análisis e interpretación de los datos. Aprobación final del trabajo a publicar.

Los autores individualmente se hacen responsables de todo el contenido del artículo.