

Relación entre la velocidad aeróbica máxima continua e intermitente con el rendimiento del *CrossFit*[®] WOD Karen en sujetos físicamente activos

Relationship of continuous and intermittent maximal aerobic speed to *CrossFit*[®] WOD Karen performance in physically active subjects

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

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

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

¹Fundación Universitaria Juan de Castellanos. Tunja, Colombia.

²Universidad de Pamplona. Cúcuta, Colombia.

* Autor para la correspondencia: bjbustos@jdc.edu.co

RESUMEN

Introducción: El *CrossFit*[®] es actualmente la modalidad de entrenamiento funcional de alta intensidad de mayor difusión. No obstante, no existen investigaciones que relacionen la velocidad aeróbica máxima continua (VAM-C) e intermitente (VAM-I) con el rendimiento en este entrenamiento.

Objetivo: Determinar la relación entre la velocidad aeróbica máxima continua e intermitente con el rendimiento del *CrossFit*[®] WOD Karen en sujetos físicamente activos.

Métodos: Participaron 14 hombres y 6 mujeres, en tres días se realizaron las pruebas con un intervalo de 24-48 horas entre ellos, la velocidad aeróbica máxima continua se evaluó a través del test de carrera 20 metros o *Course Navette*, la velocidad aeróbica máxima intermitente se valoró por medio del 30-15 ITF (*Intermittent Fitness Test*) y por último se midió el rendimiento del WOD *CrossFit*[®] Karen (150 lanzamientos de balón medicinal a pared en el menor tiempo posible). Los datos obtenidos fueron analizados en el paquete estadístico PSPP con un nivel de confianza del 95 % y un *p*-valor del 0,05.

Resultados: Los resultados obtenidos presentaron distribución normal ($p > 0,05$) para ambos sexos

salvo el tiempo del *WOD CrossFit® Karen* en hombres ($p < 0,05$). El coeficiente de correlación sugiere que la velocidad aeróbica máxima continua obtuvo una relación grande ($r = -0,61$) en mujeres y moderada en hombres ($r = -0,44$), mientras que la velocidad aeróbica máxima intermitente presentó una asociación muy grande en mujeres ($r = -0,76$) y hombres ($r = -0,78$), pero solamente significativo con la velocidad aeróbica máxima intermitente en hombres ($p < 0,01$).

Conclusión: Una mayor aptitud física aeróbica intermitente es más influyente en el rendimiento del *CrossFit® WOD Karen* en sujetos físicamente activos.

Palabras clave: ejercicio; *fitness* cardiorrespiratorio; rendimiento atlético.

ABSTRACT

Introduction: CrossFit® is at present the most widely known high-intensity functional training exercise program. However, no studies are available describing the relationship of continuous maximal aerobic speed (MAS-C) and intermittent maximal aerobic speed (MAS-I) to performance in this training mode.

Objective: Determine the relationship of continuous and intermittent maximal aerobic speed to CrossFit® WOD Karen performance in physically active subjects.

Methods: Fourteen men and six women participated in the study. The tests were performed in three days with a 24-48 hours separation between them. Continuous maximal aerobic speed was evaluated with the 20-m shuttle run test or Course Navette test and intermittent maximal aerobic speed with the 30-15 ITF (Intermittent Fitness Test). Finally, performance of the CrossFit® WOD Karen program was assessed through 150 medicine ball throws to the wall in as little time as possible. The data obtained were analyzed with the PSPP statistical package, using a confidence level of 95% and a p -value of 0,05.

Results: The results obtained show a normal distribution ($p > 0,05$) for both sexes, except for CrossFit® WOD Karen time in men ($p < 0,05$). The correlation coefficient suggests that continuous maximal aerobic speed exhibited a high association in women ($r = -0,61$) and a moderate association in men ($r = -0,44$), whereas intermittent maximum aerobic speed exhibited a very high association in women ($r = -0,76$) and men ($r = -0,78$), but was only significant with intermittent maximum aerobic speed in men ($p < 0,01$).

Conclusion: A better intermittent aerobic physical aptitude is more influential on CrossFit® WOD Karen performance in physically active subjects.

Keywords: exercise; cardiorespiratory fitness; athletic performance.

Recibido: 15/05/2020

Aceptado: 24/07/2020

Introducción

El *CrossFit*[®] se considera la forma más común de entrenamiento funcional de alta intensidad (HIFT) y se ha convertido en una nueva modalidad de entrenamiento.⁽¹⁾ Es un programa de acondicionamiento físico que se caracteriza por la realización de entrenamientos del día o WOD (*Workout of Day*) con una amplia variedad de ejercicios ejecutados a una alta intensidad en repeticiones rápidas y sucesivas, con tiempo de recuperación limitado o nulo.^(2,3) El propósito principal de esta modalidad de entrenamiento es forjar una aptitud física amplia, general e inclusiva, para preparar a un sujeto o atleta ante cualquier desafío físico, y se especializa en no especializarse.⁽¹⁾

Hoy en día el *CrossFit*[®] representa una modalidad de entrenamiento de rápida difusión en todos los contextos de intervención (rendimiento deportivo, gimnasios, salud, intervenciones clínicas, entre otras). En el mundo es uno de los modos de entrenamiento funcional de alta intensidad de mayor crecimiento,⁽⁴⁾ por lo que, en el caso del contexto competitivo (competencias abiertas, regionales o juegos), los atletas que entrenan con el método de *CrossFit*[®] deben estar en la capacidad de sostener estos esfuerzos físicos de alta intensidad para lograr vencer a los demás competidores.⁽⁵⁾

Las investigaciones realizadas sobre *CrossFit*[®] perfilan los WOD como entrenamientos vigorosos (> 90 % frecuencia cardíaca máxima).^(6,7,8,9,10) En consecuencia, además de realizar esfuerzos de alta intensidad, un atleta de esta modalidad de entrenamientos debe ser capaz de mantenerlos para garantizar un ritmo de ejecución (repeticiones x tiempo) óptimo, que posibilite culminar un trabajo mecánico lo más pronto posible.

Entre estos métodos de entrenamiento encontramos aquellos que no contienen una recuperación dentro de su estructura, como es el caso de los entrenamientos por tiempo (*For Time*) o mayor cantidad de rondas/repeticiones en un tiempo (*As Many Rounds or Reps As Possible-AMRAP*). Esto

evidencia que el propósito del WOD For Time es completar la cantidad de trabajo mecánico asignada en el menor tiempo posible y en el WOD AMRAP es sostener el mayor ritmo de ejecución para acumular la mayor cantidad de trabajo mecánico en un tiempo delimitado, por lo que resulta evidente las características continuas e intermitentes en estos entrenamientos de alta intensidad.

Por otra parte, un aspecto relevante de la evaluación deportiva es la especificidad para lograr analizar y caracterizar el deporte.⁽¹¹⁾ Escasos estudios han evaluado los determinantes fisiológicos que se asocian con el desempeño del *CrossFit*[®];⁽¹²⁾ por ejemplo, algunas investigaciones han asociado el consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\text{máx}}$) con el rendimiento en esta modalidad de entrenamiento;^(5,12,13,14,15) no obstante, no se ha relacionado en estudios previos la influencia de la velocidad aeróbica máxima (VAM) con en el *CrossFit*[®], definida como la intensidad correspondiente a la velocidad mínima que provoca el $VO_{2\text{máx}}$.^(16,17) Así mismo, se sugiere que los ejercicios intermitentes posibilitan correr durante más periodos de tiempo a velocidades más elevadas con respecto a los ejercicios continuos,⁽¹⁸⁾ por lo que es necesario determinar si la velocidad aeróbica máxima continua durante el entrenamiento con el método *CrossFit*[®] está en mayor o menor medida relacionada con la velocidad aeróbica máxima intermitente.

Teniendo en cuenta lo anterior, un atleta que se encuentre en un entrenamiento diario por marca (*WOD For Time* o *WOD AMRAP*), si desarrolla todo el trabajo sin descansos intermitentes (pausas breves durante el esfuerzo físico) para retrasar la fatiga, indudablemente podría llegar a un estado de fallo muscular e incapacidad de continuar con el entrenamiento, por lo que esos breves periodos de descanso que toma el deportista para retomar el trabajo físico pueden suponer una característica intermitente a los entrenamientos de marca caracterizados por no poseer descanso en su desarrollo. Igualmente, *Campillo* y otros⁽¹⁹⁾ sugieren que, para elaborar cargas intermitentes es necesario realizar pruebas intermitentes y para cargas continuas un test continuo. Tomando en consideración lo expuesto, un test de velocidad máxima aeróbica intermitente podría suponer una alternativa más relevante para valorar el rendimiento en *CrossFit*[®] y, con ello, una evaluación de mayor relevancia para los deportistas, entrenadores y profesionales que buscan mejorar el rendimiento en este entrenamiento de alta intensidad.

Por tal motivo, el objetivo de este estudio fue determinar la relación entre la velocidad aeróbica máxima continua e intermitente con el rendimiento del WOD *CrossFit*[®] Karen en sujetos físicamente activos.

Métodos

Este estudio es un resultado secundario del proyecto denominado “Análisis de la condición física a través de la musculación y el *fitness* en universitarios físicamente activos”.

Se llevó a cabo un estudio piloto, de tipo descriptivo-correlacional, con un enfoque cuantitativo y diseño de campo conformado por una muestra no probabilística por conveniencia.

Participaron en el estudio 20 estudiantes de la Universidad de Pamplona, extensión Villa del Rosario, alumnos de noveno semestre de la Licenciatura en Educación Básica, con Énfasis en Educación Física, Recreación y Deportes.

Se consideraron como criterios de inclusión: cursar noveno semestre de educación física y estar matriculado en la asignatura de Énfasis en Entrenamiento Enfocado en el *Fitness*. Se excluyeron a quienes presentaran una lesión, dolor o sensación de molestia que pudiera afectar la evaluación de la velocidad aeróbica intermitente y continua o a quienes indicaran una enfermedad cardio-metabólica que pudiera afectar el desempeño en el *CrossFit® WOD Karen*.

El estudio fue llevado a cabo en tres días, con un lapso de 24-48 horas entre ellos. En el primer día se recolectaron las medidas macroantropométricas (talla y masa corporal) y se valoró la velocidad aeróbica intermitente por medio del 30-15 *Intermittent Fitness Test* (ITF) desarrollado por *Buchheit*.⁽²⁰⁾ La velocidad máxima continua fue evaluada en el segundo día a través del test de *Course Navette* desarrollado por *Léger y Lambert*.⁽²¹⁾ Por último, en el tercer día se aplicó el *CrossFit® WOD Karen*.

El 30-15 ITF es una prueba de campo de carácter incremental, intermitente y maximal, el cual ha sido útil para el control del desempeño en actividades mediadas de gran manera por la capacidad anaeróbica.⁽²²⁾ Este test consiste en realizar carreras de 30 segundos de forma intercalada con 15 segundos de recuperación pasiva. La velocidad inicial de la prueba es 8 km/h y con cada etapa de 45 segundos se incrementa la velocidad en 0,5 km/h por medio de una señal sonora para que los participantes ajustaran la velocidad para ingresar en las zonas de 3 m en cada extremo en el espacio de 40 m. De esta manera, se esperaba obtener la velocidad aeróbica intermitente en los estudiantes participantes del estudio (VAM INT)

El test de *Course Navette* es una prueba de campo continua, incremental y maximal, que se desarrolla en un espacio de 20 m con una velocidad inicial de 8,5 km/h y con incrementos de 0,5 km/h cada minuto, para este también se utilizó una señal sonora para que los participantes regularan

su velocidad y así, mediante esta prueba determinar la velocidad aeróbica máxima continua (VAM CN).

En ambos test el evaluador finalizaba la prueba para algún participante en caso de que a su juicio considerara que este no fuese capaz de mantener los incrementos de la velocidad.

El *CrossFit*[®] *WOD Karen* corresponde a un entrenamiento por tiempo de un elemento (lanzamientos de balón medicinal), el cual consiste en completar una tarea de 150 lanzamientos de balón medicinal a pared en el menor tiempo posible, por ende, un mayor rendimiento en este *WOD* corresponde a un menor tiempo en realizarlo. Por otra parte, los lanzamientos fueron ejecutados en hombres para una altura de 3 metros (10 pies) con un balón de 20 libras (9,07 kg) y para las mujeres una altura de 2,75 metros (9 pies) con un balón de 14 libras (6,35 kg).

Los datos obtenidos fueron analizados en el paquete estadístico PSPP (licencia libre) con un nivel de confianza del 95 % y un *p*-valor del 0,05. En este software se empleó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$), el coeficiente correlacional de Pearson ($p > 0,05$) y Spearman ($p < 0,05$) para establecer la relación entre la velocidad aeróbica máxima continua e intermitente con el rendimiento del *WOD CrossFit*[®] *Karen*.

Además, se tuvo en cuenta la magnitud de la correlación propuesto por Cohen: triviales ($r \leq 0,1$), pequeño ($0,1 < r \leq 0,3$) moderado ($0,3 < r \leq 0,5$), grande ($0,5 < r \leq 0,7$), muy grande ($0,7 < r \leq 0,9$) y casi perfecto ($r \geq 0,9$) y perfecto ($r = 1,0$).⁽²³⁾

Fue considerada para esta investigación la *Declaración de Helsinki* de la Asociación Médica Mundial.⁽²⁴⁾ Igualmente, se observaron los estándares éticos para investigaciones en ciencias del deporte y del ejercicio.⁽²⁵⁾ Todos los participantes firmaron un consentimiento informado escrito, el cual contenía el objetivo del estudio, la descripción de las pruebas y los riesgos de las mismas, así como los beneficios y aportes que se obtendrían con el desarrollo de la investigación. Este estudio contó con el aval del Comité de Ética e Impacto Ambiental de la Universidad de Pamplona (acta n.º 002 del 04 de marzo del 2019).

Resultados

La muestra estuvo conformada por 14 hombres (edad: $21,32 \pm 4,36$ años; masa corporal: $71,42 \pm 14,68$ kg; talla: $1,75 \pm 0,17$ m; IMC: $23,01 \pm 3,61$ kg/m²) y 6 mujeres (edad: $22,81 \pm 3,48$ años; masa corporal: $65,82 \pm 8,45$ kg; talla: $1,56 \pm 0,21$ m; IMC: $21,54 \pm 1,35$ kg/m²).

La tabla 1 permite evidenciar mayores velocidades alcanzadas en ambas pruebas y un menor tiempo en el *CrossFit® WOD Karen* en los hombres con respecto a las mujeres. En las mujeres se presentó una distribución normal en todos los datos; mientras que, en los hombres, el desempeño en el *CrossFit® WOD Karen* obtuvo una distribución no simétrica de los datos ($p < 0,05$).

Tabla 1 - Test de campo y *CrossFit® WOD Karen*

Participantes	Variabes	VAM CN (km/h)	VAM INT (km/h)	<i>CrossFit® WOD Karen</i> (s)
Mujeres (n = 6)	Promedio	11,42	15,00	548,67
	Desv. estándar	0,74	1,84	25,81
Hombres (n = 14)	Promedio	12,29	17,21	491,29*
	Desv. estándar	0,70	1,95	149,73

*Distribución no normal ($p < 0,05$).

En la tabla 2 se resumen los coeficientes de correlación. La velocidad aeróbica máxima continua obtuvo una relación grande ($r = -0,61$) en mujeres y moderada en hombres ($r = -0,44$). La velocidad aeróbica máxima intermitente presentó una asociación muy grande en mujeres ($r = -0,76$) y hombres ($r = -0,78$), es decir, que a mayor velocidad aeróbica máxima continua e intermitente, los participantes culminaban el *WOD* en un menor tiempo. No obstante, solamente la velocidad aeróbica máxima intermitente presentó un nivel muy significativo ($p < 0,01$).

Tabla 2 - Relación entre variables

Participantes	Variabes	<i>CrossFit® WOD Karen</i> (s)	
Mujeres (n = 6)	VAM CN (km/h)	Coef. Pearson	-0,61
		Significación	0,20
	VAM INT (km/h)	Coef. Pearson	-0,76
		Significación	0,08
Hombres (n = 14)	VAM CN (km/h)	Coef. Spearman	-0,44
		Significación	0,11
	VAM INT (km/h)	Coef. Spearman	-0,78**
		Significación	0,00

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

Discusión

Entre los principales hallazgos de esta investigación se evidencian una tendencia negativa entre la velocidad aeróbica máxima continua e intermitente con el desempeño del *CrossFit® WOD Karen*;

no obstante, esta relación tiende a ser más elevada en ambos sexos para la velocidad aeróbica máxima intermitente ($r = -0,76$, en mujeres; $r = -0,78$, en hombres), solamente en hombres la velocidad aeróbica máxima intermitente obtuvo valores muy significativos ($p < 0,01$).

Es crucial recalcar que la literatura científica sobre entrenamiento funcional de alta intensidad y *CrossFit*[®] ha relacionado anteriormente parámetros fisiológicos como el VO_2 máx y no propiamente con la VAM. En consecuencia, no se cuenta con otras investigaciones en este contexto del *CrossFit*[®] para poder comparar y esclarecer a mayor profundidad los resultados presentados en este estudio, por lo que se consideraron investigaciones que evalúan la aptitud aeróbica con el rendimiento de esfuerzos de alta intensidad en otros deportes.

La habilidad de repetir carreras (*sprint*) es definida como la capacidad de desarrollar carreras (*sprints*) de corta duración durante un breve periodo de tiempo,⁽²⁶⁾ y con cortos periodos de recuperación entre cada uno.⁽²⁷⁾ Estudios recientes han determinado que la habilidad de repetir *sprints* está más fuertemente influenciada con la VAM ($r = -0,49$) que con el VO_2 máx ($r = -0,39$),⁽²⁸⁾ y que existe una relación negativa y muy significativa entre la habilidad para repetir *sprints* intermitentes y el rendimiento de un test intermitente de resistencia ($r = -0,78$; $p < 0,01$).⁽²⁹⁾

Del mismo modo, existe relación significativa entre la habilidad para repetir *sprints* con la distancia recorrida en pruebas de campo intermitentes ($r = -0,34 \leq -0,55$; $p < 0,05$);⁽³⁰⁾ mientras que la habilidad para repetir *sprints* no se relacionó de manera significativa con la velocidad aeróbica máxima en un test incremental continuo ($r = -0,10 \leq 0,22$; $p > 0,05$),⁽³¹⁾ por ello, la VAM-I se asociaría de manera más destacable con el rendimiento en *CrossFit*[®], dado los breves periodos de descanso para retornar el trabajo mecánico en el *WOD* por marca. Por ese motivo, se sugiere para los entrenadores y practicantes de *CrossFit*[®] realizar una planificación del entrenamiento físico basada en la capacidad de resistencia a la velocidad o en zonas mixtas y así poder mejorar en el rendimiento de los *WOD*.

Por otra parte, la capacidad para retrasar la fatiga al repetir *sprints* es otra variable analizada, puesto que ello supondría en un atleta de *CrossFit*[®] la capacidad de dar continuidad al ejercicio y no ofrecer ventaja a los demás competidores por la realización de los descansos intermitentes. Esto también puede ser traducido en un mayor ritmo de ejecución del ejercicio (repeticiones x segundo), el cual ha sido identificado como un predictor del rendimiento en *CrossFit*[®].⁽³²⁾ El VO_2 máx contribuye a un mejor rendimiento durante los esfuerzos de *sprint* repetido (menor decremento de

la potencia) ($r = -0,50$; $p < 0,05$)⁽³³⁾ y, por consiguiente, para resistir la fatiga en la habilidad de repetir *sprints* un factor importante es la aptitud aeróbica.⁽³⁴⁾

El rendimiento en esfuerzos repetidos breves supone un estrés fisiológico diferente al de un trabajo continuo causando capacidades fisiológicas específicas en los deportistas,⁽³⁵⁾ por lo cual la especificidad del deporte es fundamental. La VAM-C se ha relacionado con un mejor rendimiento de la velocidad en pruebas de media distancia ($r = 0,90$)⁽³⁶⁾ y, a su vez, con la habilidad de repetir *sprints* ($r = 0,90$; $p < 0,01$).⁽³⁷⁾ Por esta razón, no en todos los entrenamientos *CrossFit*[®] puede que exista una asociación significativa más elevada de la VAM-I con los esfuerzos repetidos de alta intensidad en comparación con la VAM-C.

Sería interesante que en futuras investigaciones se analizara a mayor profundidad la relación de la velocidad aeróbica máxima continua e intermitente en otros tipos de entrenamiento *CrossFit*[®], así mismo determinar si esta tendencia es similar en sujetos capacitados en esta modalidad de entrenamiento. Lo anterior permitiría comprobar si las pruebas de *fitness* cardiorrespiratorio intermitentes presentan mayor incidencia con respecto a las continuas en esta modalidad y en todos los niveles de experiencia de sus participantes. Por otro lado, conviene considerar la relación entre el ritmo de repetición con las respuestas cardiovasculares y metabólicas en el entrenamiento, ya que puede que un mayor ritmo genere respuestas más intensas, pero puede existir una variación según la experiencia previa con esta modalidad de ejercicio.

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación, se concluye que una mayor velocidad aeróbica máxima intermitente está relacionada con un mejor rendimiento del *CrossFit*[®] *WOD Karen* en sujetos físicamente activos, aunque solamente en hombres la velocidad aeróbica máxima intermitente presentó significación ($p < 0,05$). Por lo tanto, la metodología de entrenamiento a utilizar por entrenadores y practicantes de *CrossFit*[®] para obtener un desempeño apropiado en este tipo de entrenamiento por tiempo podría estar asociado con la capacidad de realizar esfuerzos intermitentes de alta intensidad.

Referencias bibliográficas

1. Feito Y, Burrows EK, Tabb LP. A 4-Year Analysis of the Incidence of Injuries Among *CrossFit*-Trained Participants. *Orthop J Sports Med.* 2018;6(10). DOI: [10.1177/2325967118803100](https://doi.org/10.1177/2325967118803100)

2. Weisenthal BM, Beck CA, Maloney MD, DeHaven KE, Giordano BD. Injury Rate and Patterns Among *CrossFit* Athletes. *Orthop J Sports Med.* 2014;2(4). DOI: [10.1177/2325967114531177](https://doi.org/10.1177/2325967114531177)
3. Carbone S, Candela V, Gumina S. High Rate of Return to *CrossFit* Training After Arthroscopic Management of Rotator Cuff Tear. *Orthop J Sports Med.* 2020;8(4). DOI: [10.1177/2325967120911039](https://doi.org/10.1177/2325967120911039)
4. Claudino JG, Gabbett TJ, Bourgeois F, Souza HS, Miranda RC, Mezêncio B, *et al.* *CrossFit* Overview: Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine – Open.* 2018;4(1):11. DOI: [10.1186/40798-018-0124-5](https://doi.org/10.1186/40798-018-0124-5)
5. Dexheimer JD, Schroeder ET, Sawyer BJ, Pettitt RW, Aguinaldo AL, Torrence WA. Physiological Performance Measures as Indicators of *CrossFit*[®] Performance. *Sports.* 2019;7(4):93. DOI: [10.3390/sports7040093](https://doi.org/10.3390/sports7040093)
6. Babiash PE. Determining the Energy Expenditure and Relative Intensity of Two *CrossFit* Workouts (Tesis de Maestría). Madison, Wisconsin (Estados Unidos de America): College of Exercise and Sport Science, Clinical Exercise Physiology; 2013. [acceso: 20/09/2019]. Disponible en: <https://minds.wisconsin.edu/handle/1793/66173>
7. Fernández-Fernández J, Sabido-Solana R, Moya D, Sarabia JM, Moya M. Acute Physiological Responses During *CrossFit*[®] Workouts. *European Journal of Human Movement.* 2015 [acceso: 20/09/2019]; 35:114-24. Disponible en: <https://recyt.fecyt.es/index.php/ejhm/article/view/56437/34430>
8. Kliszczewicz B, Quindry CJ, Blessing LD, Oliver DG, Esco RM, Taylor JK. Acute Exercise and Oxidative Stress: *CrossFit*[™] vs. Treadmill Bout. *Journal of Human Kinetics.* 2015;47:81-90. DOI: [10.1515/hukin-2015-0064](https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0064)
9. Maté-Muñoz JL, Lougedo JH, Barba M, Cañuelo-Márquez AM, Guodemar-Pérez J, García-Fernández P, *et al.* Cardiometabolic and Muscular Fatigue Responses to Different *CrossFit*[®] Workouts. *Journal of Sports Science & Medicine.* 2018;17(4):668-679. PMID: [PMC6243628](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/306243628/)
10. Tibana R, de Sousa N, Prestes J, Voltarelli F. Lactate, Heart Rate and Rating of Perceived Exertion Responses to Shorter and Longer Duration *CrossFit*[®] Training Sessions. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology.* 2018;3(4):60. DOI: [10.3390/jfmk3040060](https://doi.org/10.3390/jfmk3040060)

11. Carminatti LJ, Possamai CA, de Moraes M, da Silva JF, de Lucas RD, Dittrich N, *et al.* Intermittent versus Continuous Incremental Field Tests: Are Maximal Variables Interchangeable? *Journal of Sports Science & Medicine*. 2013 [acceso: 25/09/2019];12(1):165-70. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3761763/>
12. Butcher SJ, Neyedly TJ, Horvey KJ, Benko CR. Do physiological measures predict selected *CrossFit*[®] benchmark performance? *Open Access Journal of Sports Medicine*. 2015;6:241-7. DOI: [10.2147/OAJSM.S88265](https://doi.org/10.2147/OAJSM.S88265)
13. Bellar D, Hatchett A, Judge LW, Breaux ME, Marcus L. The relationship of aerobic capacity, anaerobic peak power and experience to performance in *CrossFit* exercise. *Biology of Sport*. 2015;32(4):315-20. DOI: [10.5604/20831862.1174771](https://doi.org/10.5604/20831862.1174771)
14. Tibana RA, Frade Sousa NM, Barros GC, Prestes J. Correlação das variáveis antropométricas e fisiológicas com o desempenho no *CrossFit*[®]. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício (RBPFEEX)*. 2017 [acceso: 25/09/2019]; 11(70):880-7. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6341736>
15. 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. *Revista Con-Ciencias del Deporte*. 2019 [acceso: 28/09/2019]; 2(1):56-74. Disponible en: <http://150.187.216.84/index.php/rccd/article/view/837/746>
16. Fernandes RJ, Vilas-Boas JP. Time to Exhaustion at the VO₂max Velocity in Swimming: A Review. *Journal of Human Kinetics*. 2012 [acceso: 28/09/2019]; 32:121-34. DOI: [10.2478/v10078-012-0029-1](https://doi.org/10.2478/v10078-012-0029-1)
17. Chiwaridzo M, Oorschot S, Dambi JM, Ferguson GD, Bonney E, Mudawarima T, *et al.* A systematic review investigating measurement properties of physiological tests in rugby. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. 2017 [acceso: 28/09/2019]; 9(1). Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/s13102-017-0081-1>
18. Chaouachi A, Manzi V, Wong del P, Chaalali A, Laurencelle L, Chamari K, *et al.* Intermittent endurance and repeated sprint ability in soccer players. *Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24(10):2663-9. DOI: [10.1519/JSC.0b013e3181e347f4](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e347f4)
19. Campillo P, Nkuignia O, Matías López C. Pruebas de velocidad aeróbica máxima con jóvenes futbolistas. Control y programación de la intensidad de los entrenamientos. *Apunts*.

- Educación Física y Deportes. 2013;113:45-51. DOI: [10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2013/3\).113.04](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2013/3).113.04)
20. Buchheit M. The 30-15 Intermittent Fitness Test: Accuracy for Individualizing Interval Training of Young Intermittent Sport Players. Journal of Strength and Conditioning Research. 2008;22(2):365-74. DOI: [10.1519/JSC.0b013e3181635b2e](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181635b2e)
21. Leger L, Lambert J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO2 max. Eur J Appl Physiol. 1982;49(1):1-12. DOI: [10.1007/BF00428958](https://doi.org/10.1007/BF00428958)
22. Scott BR, Hodson JA, Govus AD, Dascombe BJ. The 30-15 Intermittent Fitness Test. Journal of Strength and Conditioning Research. 2017;31(10):2825-31. DOI: [10.1519/JSC.0000000000001563](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001563)
23. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2.^a ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1988. [acceso: 10/09/2019]. Disponible en: <http://www.utstat.toronto.edu/~brunner/oldclass/378f16/readings/CohenPower.pdf>
24. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la AMM-Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. 2013. [acceso: 12/09/2019]. Disponible en: <http://www.isciii.es/ISCIII/es/contenidos/fd-investigacion/fd-evaluacion/fd-evaluacion-etica-investigacion/Declaracion-Helsinki-2013-Esp.pdf>
25. Harriss DJ, Macsween A, Atkinson G. Standards for Ethics in Sport and Exercise Science Research: 2018 Update. Int J Sports Med. 2017;38(14):1126-31. DOI: [10.1055/s-0043-124001](https://doi.org/10.1055/s-0043-124001)
26. Spencer M, Lawrence S, Rechichi C, Bishop D, Dawson B, Goodman C. Time-motion analysis of elite field hockey, with special reference to repeated-sprint activity. J Sports Sci. 2004;22:843-50. DOI: [10.1080/02640410410001716715](https://doi.org/10.1080/02640410410001716715)
27. Fitzsimons M, Dawson B, Ward D, Wilkinson A. Cycling and running tests of repeated sprint ability. Aust J Sci Med Sport. 1983 [acceso: 05/10/2019]; 25(4). Disponible en: <https://www.scienceopen.com/document?vid=e7b9664d-c14c-4f1d-a41f-aeb5a0c5f8bc>
28. Da Silva JF, Guglielmo LGA, Bishop D. Relationship between Different Measures of Aerobic Fitness and Repeated-Sprint Ability in Elite Soccer Players. Journal of Strength and Conditioning Research. 2010;24(8):2115-21. DOI: [10.1519/JSC.0b013e3181e34794](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e34794)
29. Hermassi S, Schwesig R, Wollny R, Fieseler G, van den Tillaar R, Fernandez-Fernandez J, Shephard RJ, Chelly M-S. Shuttle versus straight repeated-sprint ability tests and their

relationship to anthropometrics and explosive muscular performance in elite handball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2018;58(11):1625-34. DOI: [10.23736/S0022-4707.17.07551-X](https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07551-X)

30. Ingebrigtsen J, Brochmann M, Castagna C, Bradley PS, Ade J, Krustrup P, Holtermann A. Relationships Between Field Performance Tests in High-Level Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2014;28(4):942-9. DOI: [10.1519/JSC.0b013e3182a1f861](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182a1f861)
31. Baldi M, Da Silva JF, Buzzachera CF, Castagna C, Guglielmo LG. Repeated sprint ability in soccer players: associations with physiological and neuromuscular factors. *J Sports Med Phys Fitness*. 2017;57(1-2):26-32. DOI: [10.23736/S0022-4707.16.05776-5](https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.05776-5)
32. Williamson C, Feito Y, Kliszczewicz B, Mangine G. The Influence of Pace on Performance During a Five-week Online Fitness Competition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2017;49:963. DOI: [10.1249/01.mss.0000519628.28537.4b](https://doi.org/10.1249/01.mss.0000519628.28537.4b)
33. Bishop D, Edge J. Determinants of repeated-sprint ability in females matched for single-sprint performance. *European Journal of Applied Physiology*. 2006;97(4):373-9. DOI: [10.1007/s00421-006-0182-0](https://doi.org/10.1007/s00421-006-0182-0)
34. Gharbi Z, Dardouri W, Haj-Sassi R, Chamari K, Souissi N. Aerobic and anaerobic determinants of repeated sprint ability in team sports athletes. *Biology of sport*. 2015;32(3):207-12. DOI: [10.5604/20831862.1150302](https://doi.org/10.5604/20831862.1150302)
35. Meckel Y, Machnai O, Eliakim A. Relationship Among Repeated Sprint Tests, Aerobic Fitness, and Anaerobic Fitness in Elite Adolescent Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009;23(1):163-9. DOI: [10.1519/JSC.0b013e31818b9651](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31818b9651)
36. Sandford GN, Rogers SA, Sharma AP, Kilding AE, Ross A, Laursen PB. Implementing Anaerobic Speed Reserve Testing in the Field: Validation of vVO₂max Prediction from 1500m Race Performance in Elite Middle-Distance Runners. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2019;14(8):1147-50. DOI: [10.1123/ijsp.2018-0553](https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0553)
37. Thébault N, Léger LA, Passelergue P. Repeated-Sprint Ability and Aerobic Fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2011;25(10):2857-65. DOI: [10.1519/JSC.0b013e318207ef37](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318207ef37)

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

1. *Conceptualización*: Brian Johan Bustos-Viviescas, Andrés Alonso Acevedo-Mindiola.
2. *Curación de datos*: Brian Johan Bustos-Viviescas.
3. *Análisis formal*: Brian Johan Bustos-Viviescas, Andrés Alonso Acevedo-Mindiola, Rony David Merchán Osorio.
4. *Adquisición de fondos*: Andrés Alonso Acevedo-Mindiola.
5. *Investigación*: Brian Johan Bustos-Viviescas, Andrés Alonso Acevedo-Mindiola.
6. *Metodología*: Brian Johan Bustos-Viviescas, Andrés Alonso Acevedo-Mindiola.
7. *Administración del proyecto*: Brian Johan Bustos-Viviescas.
8. *Recursos*: Brian Johan Bustos-Viviescas, Andrés Alonso Acevedo-Mindiola.
9. *Software*: Brian Johan Bustos-Viviescas.
10. *Supervisión*: Brian Johan Bustos-Viviescas.
11. *Validación*: Brian Johan Bustos-Viviescas.
12. *Visualización*: Brian Johan Bustos-Viviescas.
13. *Redacción – borrador original*: Brian Johan Bustos-Viviescas.
14. *Redacción – revisión y edición*: Andrés Alonso Acevedo-Mindiola, Rony David Merchán Osorio.