



Ciencias aplicadas

Asociación entre el consumo máximo de oxígeno y el rendimiento del wod karen: un estudio piloto

Association between the maximum oxygen consumption and the performance of karen wod: a pilot study

Bustos-Viviescas, Brian Johan¹; Rodríguez Acuña, Leidy Estefanía²; Acevedo-Mindiola, Andrés Alonso¹; Lozano Zapata, Rafael Enrique³

Proyecto que respalda la investigación: Análisis de la condición física a través de la musculación y el fitness en universitarios físicamente activos – Proyecto culminado.

²Estudiante de la Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Educación Física, Recreación y Deportes. Integrante del Semillero de Investigación de las Ciencias de la Actividad Física y el deporte (SICAFD). Universidad de Pamplona.

³Docente de la Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Educación Física, Recreación y Deportes. Tutor del Semillero de Investigación de las Ciencias de la Actividad Física y el deporte (SICAFD). Universidad de Pamplona.

¹Licenciado en Educación Básica con Énfasis en Educación Física, Recreación y Deportes. Integrante del Semillero de Investigación de las Ciencias de la Actividad Física y el deporte (SICAFD). Universidad de Pamplona.

*Email de correspondencia: brian.bustos@unipamplona.edu.co

Recibido: 20-3-2019

Aceptado: 30-7-2019

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Bustos, B.; Rodríguez, L; Acevedo, A. y Lozano, R. (2019). Asociación entre el consumo máximo de oxígeno y el rendimiento del wod karen: un estudio piloto. *Revista Con-Ciencias del Deporte*, 1(1), 56-74. Recuperado de <http://revistas.unellez.edu.ve/index.php/rccd>



Resumen

El objetivo del presente estudio es establecer la asociación del consumo máximo de oxígeno y el rendimiento del WOD Karen (150 lanzamientos de balón medicinal a pared por tiempo) en sujetos físicamente activos. Para lograr esto se realizó un estudio descriptivo-correlacional con enfoque cuantitativo de diseño no experimental y con una muestra no probabilística conformada por 16 hombres y 7 mujeres, las evaluaciones fueron realizadas en 2 días con una diferencia de 48 horas en las cuales el primer día se evaluó el consumo máximo de oxígeno a través del test de Course-Navette y el segundo día se aplicó el WOD Karen, el análisis estadístico se aplicó en el IBM SPSS V.22 (95% de confianza y un p-valor de 0,05) en el cual se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, el coeficiente correlacional de Pearson ($p > 0,05$) y Spearman ($p < 0,05$). Los resultados obtenidos en consumo máximo de oxígeno ($52,84 \pm 3,30$ ml.kg.min en hombres y $46,64 \pm 4,43$ ml.kg.min en mujeres) y el WOD Karen ($495,40 \pm 144,47$ seg en hombres y $550,29 \pm 23,95$ seg en mujeres) indicaron una distribución normal para mujeres ($p > 0,05$) y no normal para hombres ($p < 0,05$), así mismo existió una relación negativa entre ambas variables en hombres ($r: -0,21$) y en mujeres ($r: -0,61$) pero no significativa ($p > 0,05$). En conclusión el consumo máximo de oxígeno no es un predictor significativo del rendimiento en el WOD Karen en sujetos físicamente activos.

Palabras clave: aptitud cardiorrespiratoria, consumo máximo de oxígeno, entrenamiento, WOD Karen.



Abstract

The objective of the present study is to establish the association of maximum oxygen consumption and the performance of WOD Karen (150 launches of medicine ball to wall for time) in physically active subjects. To achieve this, a descriptive-correlational study was carried out with a quantitative approach of non-experimental design and with a non-probabilistic sample made up of 16 men and 7 women, the evaluations were carried out in 2 days with a difference of 48 hours in The first day the maximum oxygen consumption was assessed through the Course-Navette test and the second day the Karen WOD was applied, the statistical analysis was applied in the IBM SPSS V. 22 (95% confidence and a P-value of 0.05) in which the test of normalcy was applied of Shapiro-Wilk, the correlation coefficient of Pearson ($p > 0,05$) and Spearman ($p < 0,05$). The results obtained in maximum oxygen consumption ($52,84 \pm 3,30$ ml.kg.min in men and $46,64 \pm 4,43$ ml.kg.min in women) and WOD Karen ($495,40 \pm 144,47$ sec in men and $550,29 \pm 23,95$ sec in women) indicated a normal distribution for women ($p > 0,05$) and not normal for men ($p < 0,05$), likewise there was a negative relationship between both variables in men ($r: -0,21$) and in women ($r: -0,61$) but not significant ($p > 0,05$). In conclusion, maximum oxygen consumption is not a significant predictor of performance in WOD Karen in physically active subjects.

Keywords: cardiorespiratory aptitude, maximum oxygen consumption, power training, Karen WOD.

Introducción

Actualmente el CrossFit® dada su expansión se le ha proporcionado la oportunidad para realizar estudios que permitan demostrar una mayor profundidad de comprender este tipo de entrenamiento desde una perspectiva psicológica y fisiológica (Bellar *et al.*, 2015) esta atención se le debe por razones como el fácil acceso a la programación y un mayor disfrute con respecto al entrenamiento tradicional (Heinrich *et al.*, 2014). El CrossFit® al igual que cualquier otro deporte se puede llevar a cabo a nivel recreativo y competitivo, así mismo si se pretende alcanzar un máximo desempeño en esta modalidad es necesario realización valoraciones funcionales, en vista de que diferente autores concuerdan que para llevar un adecuado control del entrenamiento deportivo es necesario aplicar evaluaciones físicos con los deportistas (Lozano y Barajas, 2016; Acevedo-Mindiola y Bustos-Viviescas, 2017).

Cabe resaltar que este tipo de entrenamiento consiste en desarrollar Entrenamientos del Día o Workouts of Days (WODs) en los cuales se realizan diferentes ejercicios a una alta intensidad con períodos mínimos de descanso o sin descanso (Maté-Muñoz *et al.*, 2018) y esta característica es la que le ha otorgado un interés creciente (Kliszczewicz *et al.*, 2014). En el deporte de alto rendimiento se busca la mejora de los resultados por lo que la preparación de los atletas tiene una gran importancia (Filipin y Lima, 2010).

Es evidente que cuando existe mayor información disponible sobre las adaptaciones del ejercicio en un deporte esto repercute en un mejor entendimiento en el campo de aplicación para mejorar su desempeño, igualmente Oliveira *et al.*, (2016) sugiere que uno de los temas que tiene influencia directa en los resultados de las pruebas deportivas es el rendimiento aeróbico, dado a que se está buscando la eficiencia en la evaluación de las capacidades físicas y específicamente del VO_2 máx en diversas modalidades deportivas (Huerto *et al.*, 2016).

A pesar de la popularidad creciente son escasos los estudios que permitan establecer las respuestas fisiológicas durante estos tipos de entrenamiento (Fernández-Fernández *et al.*, 2015) y a su vez cuales determinantes fisiológicos influyen en el rendimiento del CrossFit® (Butcher *et al.*, 2015a) por lo que se dificulta la comprensión de los componentes requeridos para alcanzar a tener éxito a nivel local, regional o nacional en estas competencias (Bellar *et al.*, 2015).

Entre los principales aportes en este campo se puede evidenciar estudios desarrollados para verificar las respuestas y/o efectos a este tipo de entrenamiento (Smith *et al.*, 2013; Barfield & Anderson, 2014; Heinrich *et al.*, 2014; Outlaw *et al.*, 2014; Butcher *et al.*, 2015b; Kliszczewicz *et al.*, 2015; Sánchez-Alcaraz y Gómez-Mármol, 2015; Kliszczewicz *et al.*, 2016; Drake *et al.*, 2017; Kosendiak *et al.*, 2017; Maté-Muñoz *et al.*, 2017; Santos, 2017; Shaw *et al.*, 2017; Dilber & Dođru, 2018; Feito *et al.*, 2018; Brisebois *et al.*, 2018; Crawford *et al.*, 2018; Romero-Arenas *et al.*, 2018) sin embargo son pocos los que exploraron la influencia del consumo máximo de oxígeno en el rendimiento de los WODS (Bellar *et al.*, 2015; Tibana *et al.*, 2017).

Los balones medicinales son portables y fáciles de almacenar que posibilitan un número ilimitado de ejercicios realizados a diferentes velocidades de ejecución (Faigenbaum *et al.*, 2018) estos han sido sugeridos para proporcionar mejoras específicas en el entrenamiento del cuerpo superior en deportistas (Ignjatovic *et al.*, 2012). Por otro lado Velásquez (2015) identificó que el consumo máximo de oxígeno en una prueba de cuerpo completo es superior a una donde solo participen miembros inferiores o superiores, del mismo modo se ha observado que los ejercicios con balón medicinal que incorporan mayor masa muscular representan un estímulo cardiometabólico más intenso con respecto a otros ejercicios que requieren menor participación de diferentes grupos musculares (Faigenbaum *et al.*, 2018), en consecuencia el WOD Karen (150 lanzamientos de balón medicinal a pared o wall balls) resultaría en un entrenamiento bastante intenso a nivel cardiometabólico dado a que este ejercicio incorpora todo el cuerpo durante su ejecución y debe completar el número

de repeticiones en el menor tiempo posible, por lo cual la capacidad aeróbica sería un posible predictor del rendimiento en este WOD.

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue establecer la influencia del consumo máximo de oxígeno en el rendimiento del WOD Karen en sujetos físicamente activos.

Metodología

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”.

Tipo de estudio: estudio descriptivo de tipo correlacional con enfoque cuantitativo y diseño de campo con una muestra a conveniencia, dado a que se buscó establecer la relación o asociación existente entre el consumo máximo de oxígeno y el rendimiento en el WOD Karen, por ende en la población seleccionada por facilidades del investigador se miden las variables sin alterar las condiciones existentes para posteriormente aplicar pruebas estadísticas que permitan estimar la correlación entre estos datos numéricos (Arias, 2012).

Participantes: 16 hombres (edad $19,35 \pm 4,13$ años; masa corporal $68,95 \pm 13,45$ kg; talla $1,72 \pm 0,20$ m; IMC $22,34 \pm 2,45$ kg/m²) y 7 mujeres (edad $20,54 \pm 3,25$ años; masa corporal $63,47 \pm 8,32$ kg; talla $1,54 \pm 0,16$ m; IMC $20,94 \pm 1,23$ kg/m²) estudiantes de la Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Educación Física, Recreación y Deportes de la Universidad de Pamplona, extensión Villa del Rosario. Todos los participantes firmaron un consentimiento informado el cual contenía el objetivo del estudio, la descripción de las pruebas y los riesgos de las mismas, así como los beneficios los aportes que se obtendrían con el desarrollo del estudio.

Criterios de inclusión

- Participación voluntaria.

Criterios de exclusión

- Presentar algún tipo de patología cardiovascular y/o metabólica que pudiese afectar el desempeño en las pruebas.
- Presentar alguna patología o lesión que pudiera afectar la fuerza muscular y/o tener sensación de molestia o dolor durante la evaluación.
- Estar capacitado en el entrenamiento de potencia de alta intensidad.

Procedimiento: el estudio fue llevado a cabo en dos días con un lapso de 48 horas entre ellos, el primer día se realizó la recolección de talla, masa corporal y la prueba de valoración de la aptitud cardiorrespiratoria por medio de la prueba de Course-Navette, y el segundo día se realizó el WOD Karen obteniendo el tiempo en completar este entrenamiento.

En el Test de Course-Navette el participante debe desplazarse de una línea a otra situadas a 20 metros de distancia y haciendo el cambio de sentido acorde al ritmo impuesto por la señal sonora la cual va incrementando progresivamente por medio de una grabadora, y esta culminaría la prueba cuando a juicio del examinador el participante no sea capaz de llegar dos veces consecutivas a las líneas con la señal sonora o cuando se retire por fatiga, la velocidad inicial de la prueba es 8,5 km/h e ira incrementando 0,5 km/h cada minuto, para estimar el consumo máximo de oxígeno se utilizó la ecuación propuesta por Léger y Lambert (1982) la cual cuenta con una relación de 0,92 con una prueba de laboratorio en banda y presenta una reproducibilidad de 0,97:

$$VO_2máx = 5,857 (x) - 19,458$$

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

Un WOD o Workout of Day corresponde a una forma de organizar las sesiones de entrenamiento en Crossfit®, así mismo en estos se tiende a emplear diferentes

métodos de trabajo físico en los cuales se incorpora un ejercicio o combinación de estos a intensidades elevadas, en este caso el WOD Karen representa una organización de entrenamiento de realizar 150 repeticiones por tiempo de lanzamientos de balón medicinal a pared, por ende la finalidad de este WOD es completar los 150 lanzamientos de balón medicinal a pared en el menor tiempo posible.

Los lanzamientos de balón medicinal a pared fueron realizados teniendo en cuenta para los hombres un balón de 20 libras (9,07 kg) y una altura para los lanzamientos de 3 metros (10 pies), mientras que las mujeres empleaban un balón de 14 libras (6,35 kg) y lanzaban a una altura de 2,75 metros (9 pies).

Normas éticas: este estudio se desarrolló teniendo en cuenta los parámetros establecidos para investigaciones con seres humanos en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (2013) y los estándares éticos establecidos para investigaciones en ciencias del deporte y del ejercicio (Harriss *et al.*, 2017). Por otra parte también se consideró la Resolución No. 008430 de 1993, emitida por Ministerio de Salud de la Republica de Colombia, artículo 11, clasificando este estudio en un riesgo mayor que el mínimo. Así mismo este estudio cuenta con aval de comité de ética e impacto ambiental de la universidad de Pamplona por medio del Acta N° 002 del 04 de Marzo del 2019.

Análisis estadístico: los datos obtenidos fueron analizados en el paquete estadístico IBM SPSS V. 22 con un nivel de confianza del 95% y un p-valor del 0,05, en este software se empleó una estadística paramétrica dado a que se obtuvo distribución normal a partir de la prueba de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$) por lo que se utilizó el coeficiente correlacional de Pearson ($p > 0,05$) y Spearman ($p < 0,05$) para establecer la asociación entre el consumo máximo de oxígeno y el tiempo en completar el WOD Karen.

Resultados

En la Tabla 1 se pueden observar los datos obtenidos el consumo máximo de oxígeno y el tiempo en el WOD Karen, en esta es posible identificar que los hombres obtuvieron un mayor consumo máximo de oxígeno y un menor tiempo en completar el WOD Karen con respecto a las mujeres.

Tabla 1. Consumo máximo de oxígeno y WOD Karen

Participantes		WOD Karen (seg)	VO2máx (ml.kg.min)
Hombres (n = 16)	Promedio	495,40	52,84
	Desv. Est.	144,47	3,33
Mujeres (n = 7)	Promedio	550,29	46,64
	Desv. Est.	23,95	4,43
Total (n = 23)	Promedio	512,10	50,95
	Desv. Est.	122,70	4,63

La Tabla 2 posibilita identificar que los hombres no obtuvieron distribución normal de los datos del WOD Karen y el consumo máximo de oxígeno ($p < 0,05$), mientras que las mujeres si presentaron esta distribución simétrica ($p > 0,05$).

Tabla 2. Normalidad del consumo máximo de oxígeno y WOD Karen

Normalidad		WOD Karen	VO2máx
Hombres (n = 16)	Shapiro-Wilk	0,00*	0,01*
Mujeres (n = 7)	Shapiro-Wilk	0,43	0,71

*Distribución no normal ($p < 0,05$)

El consumo máximo de oxígeno obtuvo una relación negativa pero no significativa con el rendimiento en el WOD Karen ($r: -0,22; p > 0,05$) en hombres (Tabla 3 y Figura 1).

Tabla 3. Relación entre el consumo máximo de oxígeno y el WOD Karen en hombres

Hombres (n = 16)		WOD Karen (seg)
VO2máx (ml.kg.min)	Coef. Spearman	-0,22
	Sig. Bilateral (p)	0,42

*Correlación significativa ($p < 0,05$)

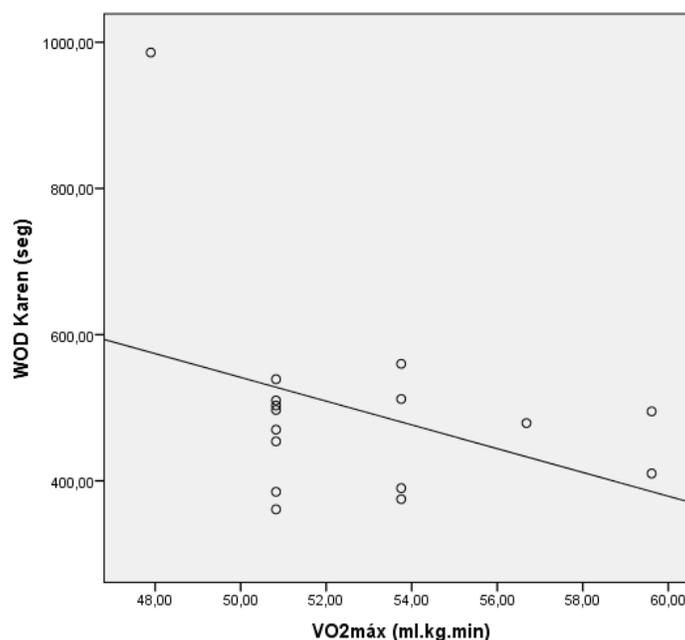


Figura 1. Dispersión con línea de tendencia entre consumo máximo y el WOD Karen en hombres

Igualmente, el consumo máximo de oxígeno obtuvo una relación negativa pero no significativa con el rendimiento en el WOD Karen ($r: -0,61; p > 0,05$) en mujeres (Tabla 4 y Figura 2).

Tabla 4. Relación entre el consumo máximo de oxígeno y el WOD Karen en mujeres

Mujeres (n = 7)		WOD Karen (seg)
VO ₂ máx (ml.kg.min)	Coef. Pearson	-0,61
	Sig. Bilateral (p)	0,14

*Correlación significativa ($p < 0,05$)

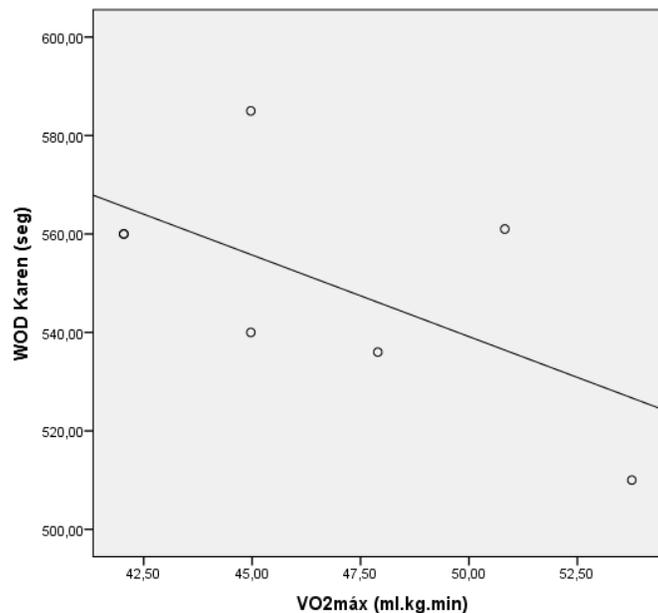


Figura 2. Dispersión con línea de tendencia entre consumo máximo y el WOD Karen en mujeres

Discusión

Este estudio tuvo como objetivo establecer la influencia del consumo máximo de oxígeno en el rendimiento del WOD Karen en sujetos físicamente activos, entre los principales hallazgos de esta investigación se evidencia una relación baja ($r: -0,21$) en hombres y moderada en mujeres ($r: -0,61$) entre el consumo máximo de oxígeno y el rendimiento en el WOD Karen no significativa ($p > 0,05$).

El consumo máximo de oxígeno promedio obtenido por medio del Test Course-Navette de los participantes de este estudio fue superior con respecto a un estudio con estudiantes de educación física de ambos sexos ($42,00 \pm 5,00$ ml.kg.min en mujeres y $52,70 \pm 5,40$ ml.kg.min en hombres) (Vásquez-Gómez *et al.*, 2014), así mismo con los hombres ($48,70 \pm 4,7$ ml.kg.min) y mujeres ($41,10 \pm 4,0$ ml.kg.min) estudiantes de educación física del estudio de García *et al.*, (2014), por otra parte en un estudio transversal con estudiantes de educación física se obtuvo un rango de VO_2 máx de $47,60 \pm 2,10$ a $48,80 \pm 3,40$ ml.kg.min para hombres, mientras que en mujeres fue de $40,60 \pm 3,00$ a $40,10 \pm 2,50$ ml.kg.min en el test de Course-Navette (Vásquez-Gómez *et al.*, 2018).

Al comparar con otras pruebas de campo se evidencia mejores valores teniendo en cuenta en estudiantes de educación física hombres en el test de Cooper ($48,96 \pm 6,62$ ml.kg.min) (Dhara & Chatterjee, 2015), en estudiantes de educación física de ambos sexos a través del test de George-Fisher ($43,09 \pm 6,68$ ml.kg.min) (Gómez *et al.*, 2015), del mismo modo un estudio transversal determino unos rangos de VO_2 máx ubicados entre $44,80$ a $53,70$ ml.kg.min en estudiantes de educación física por sedes y cohortes de la Universidad San Sebastián en el test de Escalón de McArdle (Vásquez-Gómez *et al.*, 2015).

Específicamente en estudios con deportistas de CrossFit® se evidencia valores similares en hombres sanos experimentados por medio del test Course-Navette ($52,45 \pm 5,55$ ml.kg.min) (Souza *et al.*, 2016), test de 1600 m ($49,23 \pm 2,51$ ml.kg.min) (Tibana *et al.*, 2017), en laboratorio con banda valores de $52,2 \pm 7,0$ ml.kg.min (Fernández-Fernández *et al.*, 2015) y $44,40 \pm 5,10$ ml.kg.min) (Kluszczewicz *et al.*, 2015), y, en mujeres sanas experimentadas un valor de $51,40 \pm 4,90$ ml.kg.min en un test incremental de campo (Vameval) (Navarro, 2015), igualmente con deportistas Crossfit Open o Regional (10 hombres y 4 mujeres) por medio de una prueba de laboratorio ($54,70 \pm 5,60$ ml.kg.min) (Butcher *et al.*, 2015a) y del mismo modo en laboratorio

(58,87±6,89 ml.kg.min) con personas moderadamente entrenadas (7 hombres y 2 mujeres) (Kluszczewicz *et al.*, 2014).

Es importante mencionar que la capacidad aeróbica ha sido aceptada como un componente importante del éxito atlético (Rankovic *et al.*, 2011), y que basándose en las características del CrossFit® este podría ser un componente predictor del rendimiento, dado a que como sugieren Bellar *et al.*, (2015) y Lichtenstein & Jensen, (2016) este incorpora capacidades aeróbicas y anaeróbicas. Los estudios que han relacionado el consumo máximo de oxígeno con el rendimiento en WODs por tiempo son escasos, entre estos se puede observar la asociación significativa existente entre el consumo máximo de oxígeno y el rendimiento en el WOD 15,5 en sujetos experimentados ($r: 0,79$) ($p < 0,01$) (Tibana *et al.*, 2017), además en otro WOD trabajado por tiempo para 21-15-9 reps se contrasto una correlación significativa con el tiempo del grupo experimentado ($r: 0,453$, $p: 0.04$) pero no en el grupo no experimentado ($r = 0,168$, $p: 0,64$) (Bellar *et al.*, 2015).

Por otro lado, con deportistas que han participado en competencias abiertas y/o regionales de CrossFit® no existe relación significativa entre el componente aeróbico con el rendimiento en el WOD Fran ($r: -0.21$; $p > 0,05$) y Grace ($r: -0,34$; $p > 0,05$) sin embargo el consumo de oxígeno en el umbral anaeróbico si presento relación significativa con el WOD Fran ($r: 0,53$; $p < 0,05$) y Grace ($r: -0,61$; $p < 0,05$) (Bellar *et al.*, 2015) por lo que la transición aeróbica-anaeróbica podría resultar en un tema de interés para predecir el rendimiento en CrossFit®. Por consiguiente, los resultados abordados en los diferentes estudios permiten identificar que la experiencia en el CrossFit® es un componente relevante del rendimiento en esta modalidad y que en algunos casos la capacidad aeróbica o potencia anaeróbica está asociada con el éxito.

Entre las principales limitaciones se puede destacar la no disponibilidad de estudios similares que llevaran a cabo el WOD Karen y la influencia del consumo máximo de oxígeno en el rendimiento de este, por lo que no fue posible comparar esta relación con otras investigaciones, así mismo solo se valoró sujetos físicamente activos sin

experiencia en el entrenamiento de potencia de alta intensidad en consecuencia se recomienda para futuros estudios con este WOD comparar la influencia de indicadores fisiológicos en el rendimiento de sujetos practicantes de CrossFit® y no practicantes para determinar la asociación acorde al nivel de experiencia de los participantes.

Conclusiones

Este estudio permitió concluir que existe una moderada relación entre el consumo máximo de oxígeno en hombres y mujeres físicamente activos con el rendimiento del WOD Karen, sin embargo, no se evidenció un nivel significativo ($p < 0,05$), por lo cual el consumo máximo de oxígeno no es determinante en el desempeño del WOD Karen en sujetos físicamente activos.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés para la publicación de este trabajo.

Agradecimientos

Los autores manifiestan sus agradecimientos a todos los participantes de esta investigación, y a la Universidad de Pamplona por apoyar en el desarrollo de esta investigación.

Referencias

- Acevedo-Mindiola, A. A., y Bustos-Viviescas, B. J. (2017). Correlación entre la flexibilidad de la musculatura isquiosural con la altura del salto vertical en jugadores de balonmano selección del departamento Norte de Santander. *EDU-FÍSICA: Revista de Ciencias Aplicadas al Deporte*, 9 (20), 109-120. Recuperado de <http://revistas.ut.edu.co/index.php/edufisica/article/view/1198/957>
- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica* (6ª Edición). Editorial Episteme, C.A.: Caracas, Venezuela.
- Asociación Médica Mundial (2013). *Declaración de Helsinki de la AMM-Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. Recuperado de:

<http://www.isciii.es/ISCIII/es/contenidos/fd-investigacion/fd-evaluacion/fd-evaluacion-etica-investigacion/Declaracion-Helsinki-2013-Esp.pdf>

- Barfield, F. P. & Anderson, A. (2014). Effect of CrossFit™ on Health-related Physical Fitness: A Pilot Study. *Journal of Sport and Human Performance*, 2 (1). Recuperado de: <https://journals.tdl.org/jhp/index.php/JHP/article/view/33>
- Bellar, D., Hatchett, A., Judge, L. W., Breaux, M. E., & Marcus, L. (2015). The relationship of aerobic capacity, anaerobic peak power and experience to performance in CrossFit exercise. *Biology of sport*, 32 (4), 315-320. doi: <https://dx.doi.org/10.5604%2F20831862.1174771>
- Brisebois, M. F., Rigby, B. R. & Nichols, D. L. (2018). Physiological and Fitness Adaptations after Eight Weeks of High-Intensity Functional Training in Physically Inactive Adults. *Sports*, 6, 146. doi: <https://doi.org/10.3390/sports6040146>
- Butcher, S. J., Neyedly, T. J., Horvey, K. J., & Benko, C. R. (2015a). Do physiological measures predict selected CrossFit(®) benchmark performance?. *Open Access Journal Of Sports Medicine*, 6, 241-7. doi: <https://dx.doi.org/10.2147%2FOAJSM.S88265>
- Butcher, S. J., Judd, T. B., Benko, C. H., Horvey, K. J. & Pshyk, A. D. (2015b). Relative Intensity Of Two Types Of Crossfit Exercise: Acute Circuit And High-Intensity Interval Exercise. *Journal of Fitness Research*, 4 (2). Recuperado de: <http://research.usc.edu.au/vital/access/manager/Repository/usc:17254>
- Crawford, D. A., Drake, N. B., Carpe, M. J., DeBlauw, J. & Heinrich, K. M. (2018). Are Changes in Physical Work Capacity Induced by High-Intensity Functional Training Related to Changes in Associated Physiologic Measures?. *Sports*, 6 (2), 26; doi: <https://dx.doi.org/10.3390/sports6020026>
- Dhara, S. & Chatterjee, K. (2015). A Study of VO2 max in Relation with Body Mass Index (BMI) of Physical Education Students. *Research Journal of Physical Education Sciences*, 3 (6), 9-12. Recuperado de: http://www.isca.in/PHY_EDU_SCI/Archive/v3/i6/3.ISCA-RJPES-2015-024.pdf
- Dilber, A. O. & Doğru, Y. (2018). The Effect of High-Intensity Functional Exercises on Anthropometric and Physiological Characteristics in Sedantery. *Int J Sport, Exer & Train Sci*, 4 (2), 64–69. Recuperado de: <https://dergipark.org.tr/useeabd/issue/31153/425483>
- Drake, N., Smeed, J., Carper, M. J. & Crawford, D. A. (2017). Effects of Short-Term CrossFit™ Training: A Magnitude-Based Approach. *Journal of Exercise Physiology (JEPonline)*, 20 (2), 111-133.
- Faigenbaum, A. D., Kang, J., Ratamess, N. A., Farrell, A., Ellis, N., Vought, I., & Bush, J. (2018). Acute Cardiometabolic Responses to Medicine Ball Interval Training in Children. *International journal of exercise science*, 11 (4), 886-899. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6033503/pdf/ijes-11-4-886.pdf>

- Feito, Y., Hoffstetter, W., Serafini, P. & Mangine, G. (2018) Changes in body composition, bone metabolism, strength, and skill-specific performance resulting from 16-weeks of HIFT. *PLoS ONE*, 13 (6), e0198324. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198324>
- Fernández-Fernández, J., Sabido-Solana, R., Moya, D., Sarabia, J. M. y Moya, M. (2015). Acute Physiological Responses During Crossfit® Workouts. *European Journal of Human Movement*, 35, 114-124. Recuperado de: <https://recyt.fecyt.es/index.php/ejhm/article/view/56437/34430>
- Filipin Alves Pereira, R. H. y Lima, W. P. (2010). Influência Do Treinamento De Força Na Economia De Corrida Em Corredores De Endurance. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 4 (20), 116-135.
- García, G. C., Secchi, J. D. y Arcuri, C. R. (2014). Comparación de las velocidades alcanzadas entre dos test de campo de similares características: VAM-EVAL y UMTT. *Rev Andal Med Deporte*, 7 (2), 48-54. Recuperado de: <http://scielo.isciii.es/pdf/ramd/v7n2/original1.pdf>
- Gómez Figueroa, J. A., Anaya Méndez, M., Parrazal Cobos, J. J. y Rivera Girón, A. R. (2015). Relación del VO₂máx y la masa muscular de estudiantes de educación física, deporte y recreación. *Revista Digital EFDeportes*, Año 20, N° 207. Recuperado de: <http://www.efdeportes.com/efd207/relacion-del-vo2max-y-la-masa-muscular.htm>
- Harriss, D. J., Macsween, A. & Atkinson, G. (2017). Standards for Ethics in Sport and Exercise Science Research: 2018 Update. *Int J Sports Med.*, 38 (14), 1126-1131. doi: <https://doi.org/10.1055/s-0043-124001>
- Heinrich, K. M., Patel, P. M., O'Neal, J. L., & Heinrich, B. S. (2014). High-intensity compared to moderate-intensity training for exercise initiation, enjoyment, adherence, and intentions: an intervention study. *BMC Public Health*, 14, 789. doi: 10.1186/1471-2458-14-789
- Huerta Ojeda, Á. C., Galdames Maliqueo, S. A. y Cáceres Serrano, P. A. (2016). Validación del test de 6 minutos de carrera como predictor del consumo máximo de oxígeno en el personal naval. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 45 (4), 1-11. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572016000400004&lng=es&tlng=es.
- Ignjatovic, A. M., Markovic, Z. M. & Radovanovic, D. S. (2012). Effects of 12-week medicine ball training on muscle strength and power in young female handball players. *J Strength Cond Res.*, 26 (8), 2166-2173. doi: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31823c477e>
- Kluszczewicz, B., Snarr, RL., and Esco, M.. Metabolic and cardiovascular response to the CrossFit workout 'Cindy': A pilot study. (2014). *J Sport Human Perf.*, 2 (2), 1-9. Recuperado de: <https://journals.tdl.org/jhp/index.php/JHP/article/view/38>

- Kluszczewicz, B., Quindry, C. J., Blessing, L. D., Oliver, D. G., Esco, R. M. & Taylor, J. K. (2015). Acute Exercise and Oxidative Stress: CrossFit(™) vs. Treadmill Bout. *J Hum Kinet.*, 47, 81-90. doi: <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0064>
- Kluszczewicz, B., Esco, M. R., Quindry, J. C., Blessing, D. L., Oliver, G. D., Taylor, K. J. & Price, B. M. (2016). Autonomic Responses to an Acute Bout of High-Intensity Body Weight Resistance Exercise vs. Treadmill Running. *J Strength Cond Res.*, 30 (4), 1050-1058. doi: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001173>
- Kosendiak, J., Lipska, A., Borkowski, J. & Grobelna, J. (2017). Reakcje Organizmu Zawodników Cross-Fit Na Wykonanie Workoutu „Fran”. *Journal Of Education, Health And Sport*, 7 (6), 1197-1214. doi: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1422828>
- Leger, L. & Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO2 max. *Eur J Appl Physiol.*, 49 (1). 1-12.
- Lichtenstein, M. B., & Jensen, T. T. (2016). Exercise addiction in CrossFit: Prevalence and psychometric properties of the Exercise Addiction Inventory. *Addictive behaviors reports*, 3, 33-37. doi: <https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.abrep.2016.02.002>
- Lozano, R. y Barajas, Y. (2016). Análisis de la resistencia específica de los jugadores de la selección de fútbol de Costa Rica a través del Test de Probst. *Revista Actividad Física y Desarrollo Humano*, 7. doi: <https://doi.org/10.24054/16927427.v2.n2.2016.2414>.
- Maté-Muñoz, J. L., Lougedo, J. H., Barba, M., García-Fernández, P., Garnacho-Castaño, M. V. & Domínguez, R. (2017) Muscular fatigue in response to different modalities of CrossFit sessions. *PLoS ONE* 12 (7): e0181855. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181855>
- Maté-Muñoz, J. L., Lougedo, J. H., Barba, M., Cañuelo-Márquez, A. M., Guodemar-Pérez, J., García-Fernández, P., Lozano-Estevan, M., Alonso-Melero, R., Sánchez-Calabuig, M. A., Ruíz-López, M., de Jesús, F. & Garnacho-Castaño, M. V. (2018). Cardiometabolic and Muscular Fatigue Responses to Different CrossFit® Workouts. *Journal Of Sports Science & Medicine*, 17 (4), 668-679. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6243628/pdf/jssm-17-668.pdf>
- Ministerio de salud de Colombia. (1993). *Normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud*. RESOLUCIÓN N° 008430 DE 1993. Recuperado de: https://www.unisabana.edu.co/fileadmin/Documentos/Investigacion/comite_de_etica/Res_8430_1993_-_Salud.pdf
- Navarro Navarro, J. (2015). *Efectos Psicofisiológicos Agudos Del Crossfit En Mujeres* (Tesis de maestría). Universidad Miguel Hernández: Elche, España.
- Oliveira Carneiro, M. V., Vila Nova de Moraes, J. F., Filho, E. A., Guerra de Sá, C., Pereira Barros, M., Pereira Barros, N. y Oliveira Carvalho, F. (2016). Efeito Do Desteirino Nos Parâmetros De Desempenho Aeróbio E Anaeróbio Em Atletas De

- Atletismo. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 10 (59), 370-376.
- Outlaw, J. J., Wilborn, C. D., Smith-Ryan, A. E., Hayward, S. E., Urbina, S. L., Taylor, L. W. y Foster, C. A. (2014). Effects of a pre-and post-workout protein-carbohydrate supplement in trained crossfit individuals. *Springerplus*, 3:369. doi: <https://dx.doi.org/10.1186%2F2193-1801-3-369>
- Rankovic, G., Mutavdzic, V., Toskic, D., Preljevic, A., Kocic, M., Nedin, G. & Damjanovic, N. (2011). Aerobic capacity as an indicator in different kinds of sports. *Bosn J Basic Med Sci.*, 10 (1), 44–48. doi: <https://doi.org/10.17305/bjbms.2010.2734>
- Santos, M. (2017). *Análise do Perfil da Intensidade do Esforço e do Dispendio Energético: High Intensity Interval Training (HIIT) versus High Intensity Power Training (HIPT)* (Tesis de maestría). Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia: Lisboa, Portugal.
- Sousa, A. F. M., Santos, B. S., Reis, T., Valerino, A. J. R. & Del Rosso, S. (2016). Differences in Physical Fitness between Recreational CrossFit® and Resistance Trained Individuals. *Journal of Exercise Physiology (JEPonline)*, 19 (5), 112-122. Recuperado de: https://www.asep.org/asep/asep/JEPonlineOCTOBER2016_Sousa.pdf
- Romero-Arenas, S., Ruiz, R., Vera-Ibáñez, A., Colomer-Poveda, D., Guadalupe-Grau, A. & Márquez, G. (2018). Neuromuscular and Cardiovascular Adaptations in Response to High-Intensity Interval Power Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32 (1), 130–138. doi: [10.1519/JSC.0000000000001778](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001778)
- Smith, M. M., Sommer, A. J., Starkoff, B. E. & Devor, S. T. (2013). Crossfitbased high-intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. *J Strength Cond Res*, 27 (11), 3159–3172. Recuperado de: https://g-se.com/uploads/blog_adjuntos/crossfit_based_high_intensity_power_training_improves_maximal_aerobic_fitness_and_body_composition..pdf
- Sánchez-Alcaraz Martínez, B. J. y Gómez-Mármol, A. (2015). Percepción de esfuerzo, diversión y aprendizaje en alumnos de educación secundaria en las clases de Educación Física durante una Unidad Didáctica de CrossFit. *SportTK: Revista Euroamericana de Ciencias del Deporte*, 4 (1), 63-68. Recuperado de: <https://revistas.um.es/sportk/article/view/239841>
- Shaw, S. B., Dullabh, M., Forbes, G., Brandkamp, J. L. & Shaw, I. (2017). Analysis of physiological determinants during a single bout of Crossfit. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15 (3). doi: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/24748668.2015.11868832?tab=permissions&scroll=top>
- Tibana, R. A., Frade Sousa, N. M., Barros, G. C. & Prestes, J. (2017). Correlação das variáveis antropométricas e fisiológicas com o desempenho no Crossfit®. *Revista*

Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício (RBPFEF), 11 (70), 880-887.
Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6341736>

Vásquez-Gómez, J., Garrido, A., Loyola, A. y Saavedra, A. (2014). SIMCE de educación física: relación entre test de Cafrá y Course Navette en estudiantes de educación física. *Revista de Ciencias de la Actividad Física UCM.*, 15 (2), 87-98. Recuperado de: <http://revistacaf.ucm.cl/article/view/64/63>

Vásquez-Gómez, J., Santander-Reveco, I., Abad-Colil, A., Rosales-Soto, G., Loyola-Licata, A., Saavedra-Concha, A. y Galle-Santana, F. (2015). Valoración de la condición física por sedes y cohortes en estudiantes de educación física de la Universidad San Sebastián. *Rev. horiz., cienc. act. fís.*, Año 6, 20-32. Recuperado de: <http://revistahorizonte.ulagos.cl/index.php/horizonte/article/view/80/81>

Vásquez-Gómez, J., Castillo-Retamal, M. E., Souza de Carvalho, R., Faundez-Casanova, C. P. y Torrealba-Campos, A. P. (2018). Antropometría, nivel de actividad física y condición física en estudiantes de educación física tras cuatro años en la universidad. *Nutr. clín. diet. hosp.*, 38 (1), 160-164. Recuperado de: <http://revista.nutricion.org/PDF/JVASQUEZ.pdf>

Velásquez, J. C. (2015). ¿Puede la frecuencia cardíaca ser un estimador del consumo de oxígeno para segmentos corporales?. *Rev Univ Ind Santander Salud*, 47 (2), 159-168. Recuperado de: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistasaluduis/article/view/4823/4962>