

TRABAJO DE FIN DE GRADO
CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

RESPUESTAS ENTRE DISTINTAS
MODALIDADES DE WOD DE CROSSFIT ANTE LA
MISMA CARGA DE ENTRENAMIENTO

ALUMNO: CRISTINA MÉNDEZ GARCÍA

TUTOR: RAFAEL SABIDO SOLANA

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	3
MÉTODO.....	4
<i>Participantes</i>	4
<i>Materiales</i>	5
<i>Diseño experimental</i>	5
<i>Análisis estadístico</i>	6
BIBLIOGRAFÍA.....	7



INTRODUCCIÓN

Crossfit (CF) en sus orígenes fue definido como un sistema de entrenamiento de fuerza y acondicionamiento físico basado en ejercicios funcionales constantemente variados realizados a alta intensidad (Glassman, 2018). Su metodología forma parte de la modalidad de entrenamiento funcional de alta intensidad (HIFT), que según Feito et al. (2018), se define como un modelo de entrenamiento que incorpora movimientos funcionales y multiplanares (levantamientos de halterofilia, “burpees”, remoergómetro...), realizados a alta intensidad y diseñados para mejorar los parámetros de la condición física general (resistencia cardiovascular, fuerza, composición corporal, flexibilidad...) y rendimiento (agilidad, velocidad, potencia...). Es importante que no confundamos el HIFT con el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT), pues está más enfocado al entrenamiento aeróbico y no guarda tanta relación con CF, donde tienen una predominancia destacable los movimientos con alta demanda de fuerza.

La práctica de CF ha aumentado exponencialmente en los últimos años, sobre todo en Europa y España. Este auge viene dado sobre todo por la rapidez con la que se dan las mejoras en la condición física y composición corporal (Heinrich et al., 2015). En personas sedentarias se ha visto que en poco tiempo mejoran su rendimiento neuromuscular, higiene postural y movilidad, pudiendo realizar con mayor fluidez las tareas cotidianas y creando una sensación de bienestar (dos Santos et al., 2019; Cruz-Díaz et al., 2020). Uno de los factores que ha influido en el crecimiento es la adherencia que causa como consecuencia de la llamada “Comunidad Crossfit”, que puede proporcionar un entorno más abierto a la interacción social y a los sentimientos de identidad de grupo (Whiteman-Sandland et al., 2018). Otra ventaja que presenta el CF es que debido a su carácter de alta intensidad, con tan solo 2 o 3 sesiones a la semana podemos cumplir con las recomendaciones mínimas de la ACSM, al menos 30 minutos de actividad física moderada durante 5 días a la semana o 20 minutos de actividad física vigorosa tres días a la semana.

Sin embargo, a pesar de estas ventajas, la propia naturaleza de esta modalidad deportiva ha dificultado la investigación y producción científica, lo cual hace difícil acotar todas las adaptaciones que deben tener los deportistas que lo practican (Mangine, et al., 2018). Las principales demandas serán un elevado consumo de oxígeno (VO₂), alto umbral anaeróbico (AT), potencia (sobre todo de miembros inferiores) y fuerza (Martínez-Gómez et al., 2020). Butcher et al. (2015) muestran en su trabajo que según el tipo de WOD (“Workout of the day”) tendremos unos limitantes, siendo la fuerza y el VO₂max predictores en los resultados de “Grace” y “Fran” (entrenamientos de corta duración con movimientos de halterofilia y gimnásticos), mientras que no son predictores en “Cindy” (entrenamiento más duradero con propio peso corporal).

Las sesiones de CF son de aproximadamente una hora de duración y se dividen en tres partes: a) Calentamiento, incluye movilidad y ejercicios preparatorios para la parte principal de la sesión; b) Trabajo de fuerza, en la que normalmente trabajaremos o bien técnica, o bien con porcentajes derivados de nuestro RM, los ejercicios básicos de fuerza o de halterofilia; c) el WOD en el que los ejercicios de alta intensidad se ejecutarán de forma rápida, repetitiva y con poco o ningún tiempo de recuperación entre series (Sprey et al., 2016) mezclando todos los elementos de CF (aeróbicos, gimnásticos, de fuerza y pliométricos) y pudiendo seleccionar los ejercicios y las repeticiones que se deseen.

A la hora de seleccionar el número de ejercicios, rondas, repeticiones y tiempos se hace a través de principalmente tres modalidades de WOD:

“AMRAP” (As Many Repetitions As Posible), en este formato elegiremos varios ejercicios con un número de repeticiones para cada ejercicio y pondremos un tiempo, que suele estar entre 6 y 12 minutos. El objetivo de los atletas será hacer el mayor número de repeticiones o rondas de los ejercicios propuestos, este tipo de entrenamiento producirá sobre todo mejoras

en las capacidades aeróbica y anaeróbica (Toledo et al., 2021) uno de los ejemplos más estudiados de esta modalidad es el “Cindy”, que consiste en realizar durante 20 minutos el mayor número de rondas posibles de 5 dominadas, 10 flexiones y 15 sentadillas.

“FOR TIME” (FT). En este caso seleccionaremos un número de repeticiones y rondas, con un tiempo máximo para completarlo (“Time Cap”), el objetivo de los deportistas será terminar en el menor tiempo posible sin sobrepasar el “Time Cap” (Tibana, et al., 2018). Uno de los ejemplos más estudiados para este formato es el WOD “Fran”, que consiste en completar 21-15-9 repeticiones de dominadas y “thrusters” con la barra.

“EMOM” (Every Minute On a Minute), en este caso elegiremos un número de repeticiones objetivo para cada minuto, dejando el resto de minuto para descansar, el objetivo es completar el número de repeticiones lo más rápido posible en cada minuto (De-Oliveira et al., 2021). Existen variaciones en las que en lugar de ser cada minuto es cada 1:30, 2, 3... Un ejemplo clásico de este formato es el “Chelsey” en este caso cada minuto tendremos que realizar 5 dominadas, 10 flexiones y 15 sentadillas durante 30 minutos. La ratio trabajo-descanso dentro del minuto será el diferenciador para marcar la intensidad del entrenamiento.

Cada formato de entrenamiento será seleccionado dependiendo de nuestro objetivo y del nivel de los deportistas. Según Bellar (2015), el “AMRAP” es una elección interesante en el caso de que nuestro atleta sea novato, pues la experiencia no condiciona el rendimiento en este tipo de “WODs” ya que será el propio individuo el que seleccione el número de repeticiones que va a realizar durante el intervalo de tiempo propuesto, mientras que un “FOR TIME” enfatizará más las diferencias entre deportistas experimentados y no experimentados, pues aquí sí que estará predeterminado el número de repeticiones objetivo de la sesión.

No obstante, independientemente del formato de entrenamiento que elijamos, si se llega a cierta intensidad, esta influirá en diferentes variables medibles, algunas de las más frecuentes son: El nivel de lactato en sangre y la escala de percepción de esfuerzo (RPE) utilizadas en el estudio de Fernández et al. (2015); la altura de salto con contramovimiento (CMJ) empleada en el estudio de Mate-Muñoz et al. (2018) y, algunas menos frecuentes como el análisis en muestras de sangre para medir los niveles de creatin-quinasa, BDNF y algunas hormonas como cortisol y testosterona pre y post WOD utilizadas en el estudio de Tibana et al. (2022). Sin embargo, a pesar de que muchos estudios miden las respuestas agudas al entrenamiento pre y post WOD, pocos estudios han abordado las diferencias concretas que puede haber en las adaptaciones de nuestros deportistas en función del tipo de WOD que elijamos. Lo que sí sabemos es que generarán las futuras adaptaciones propias del HIFT.

El objetivo de la presente intervención es describir las principales respuestas que producen en el organismo de los usuarios de CF las diferentes modalidades de WOD. Previo a los resultados, nuestra hipótesis es que el entrenamiento FT será el más exigente, mientras que el EMOM dependerá del objetivo de repeticiones para cada minuto, siendo el AMRAP un punto medio que se puede autogestionar con mayor facilidad.

MÉTODO

Participantes

Para este estudio partimos con nueve participantes que practicaban CF, seis mujeres y tres hombres. Los participantes tenían al menos tres meses de experiencia, sin embargo, los más experimentados contaban con hasta 36 meses. Algunos criterios de exclusión para la participación en esta intervención fueron: no contar con al menos tres meses de experiencia, padecer alguna patología o lesión o no haber descansado al menos 48 horas antes de realizar las sesiones. Aquellos atletas que faltasen a una de las sesiones de entrenamiento eran

considerados como muerte experimental, por lo que, finalmente, quedaron siete participantes (Edad: 27.60 ± 6.02 años, Altura: 166.80 ± 14.07 cm, Peso: 67.54 ± 8.40 kg).

Materiales

Para llevar a cabo las mediciones contábamos con un analizador portátil de lactato (Lactate Scout, Senselab, Alemania), dos dispositivos móviles (Huawei P10, China), dos sensores de frecuencia cardíaca (Polar H7, Kempele, Finlandia) y una plataforma de contacto (Tapewitch Signal Mat, Estados Unidos) modelo CVP 2335 con un dispositivo Ergotester jump (Globus, Estados Unidos).

Diseño experimental

Se trata de un estudio analítico, experimental y transversal. La duración fue de tres semanas y las mediciones se realizaban el primer día de la semana para asegurar el descanso de los sujetos de al menos 48 horas (Tibana et al., 2016). Cada semana se realizaba una sesión compuesta de un calentamiento establecido que consistía en cinco minutos de trote suave, tres rondas de movilidad articular (10 “push up to bear”, 10 “lunge” con movilidad torácica y 10 “pull down” con banda elástica) y calentamiento específico de los movimientos del WOD. Después se procedía a realizar la parte principal que era una de las modalidades de WOD estudiadas (figura 1).

En las sesiones monitorizamos algunas variables previas, durante y al acabar los WODs. Estas variables según Maté-Muñoz et al. (2018) se dividirán principalmente en fisiológicas, mecánicas, cognitivas y subjetivas. Las fisiológicas englobarán la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) que reflejará la actividad del sistema nervioso autónomo (Besnier et al., 2019) y la Frecuencia Cardíaca (FC) y el lactato, que variarán en función de la intensidad del entrenamiento (Perciavalle, et al., 2016). Las variables mecánicas, en este caso, el salto, mediremos la disminución de altura en el salto que se deberá a la pérdida de contractibilidad del músculo ocasionada por la sesión de entrenamiento (Gorostiaga et al., 2010). Las variables cognitivas las mediremos a través del tiempo de reacción, con el que veremos si la fatiga de la sesión hace que aumente o disminuya (Ten et al., 2018). Y, por último, las variables psicológicas, que las mediremos a través de la percepción subjetiva de esfuerzo (RPE), cuyo valor dependerá de las sensaciones que tengan nuestros deportistas de la sesión de entrenamiento y mediremos con una escala de 0 a 10 (Foster et al., 2001). En las sesiones monitorizamos estas variables antes, después o durante los WODs. Medimos salto con contramovimiento (CMJ), lactato y variabilidad de la frecuencia cardíaca pre y post entrenamiento, frecuencia cardíaca media y máxima durante el WOD y RPE tras 30' del WOD. Seleccionamos estas variables ya que son accesibles para los entrenadores y, por lo tanto, se pueden extrapolar al control de cargas en un box. además, nos brindan una perspectiva objetiva y subjetiva de la fatiga percibida por los sujetos (Maté-Muñoz et al., 2018).

La primera semana realizaron un AMRAP, en el que en 12 minutos tenían que realizar las máximas rondas de: 5 “power clean”, 3 “push press” (al 75% de su RM de “push press”), 5 dominadas, 8 flexiones, 10 sentadillas y 150m de carrera.

Para poder unificar el volumen de las sesiones, tras el primer AMRAP contamos el número de repeticiones, siendo esta nuestra cifra de referencia para las dos sesiones restantes. De esta forma el volumen de trabajo que realizábamos era siempre el mismo y lo que cambiaba era la modalidad de entrenamiento seleccionada.

En la segunda sesión realizaron un FT con el objetivo de completar la misma marca de repeticiones que el primer día, pero en el menor tiempo posible, estableciendo un “Time Cap” de 12 minutos.

En la tercera sesión realizamos el EMOM, separando los ejercicios dentro de cada minuto. En el primer minuto se realizan los cinco “power clean” y los tres “push press” (halterofilia), en el segundo minuto los ejercicios gimnásticos, cinco dominadas, 8 flexiones y 10 sentadillas, y finalmente, en el tercer minuto la parte aeróbica (150m de carrera). La duración de cada ronda fue de 3 minutos. A modo de ejemplo, si la semana anterior un sujeto había realizado cinco rondas, esta semana tendría 15 minutos para completar el WOD haciendo lo más rápido posible cada ejercicio dentro del minuto y descasando el tiempo que le queda hasta comenzar el siguiente minuto).

Durante las tres sesiones se dio aliento verbal y, además se les citó en parejas para realizar el entrenamiento, así aumentábamos la motivación extrínseca de nuestros participantes y, por consiguiente, la cantidad de esfuerzo que realizaban durante el entrenamiento (Partridge et al., 2014).

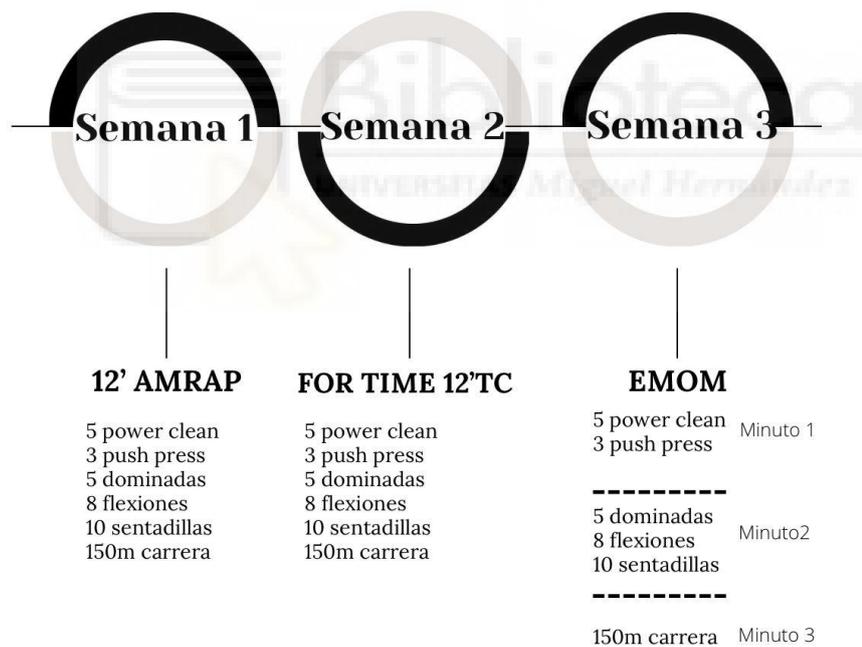


Figura 1: Línea temporal

Análisis estadísticos

La distribución normal de los datos se comprobó primero mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov (KS). Para comparar los datos que reflejan la intensidad del ejercicio (HRV,FC,RT, lactato, cm y RPE) en los diferentes WODs, utilizamos un ANOVA de un factor, tras comprobar primero la homogeneidad de la varianza mediante el estadístico de Levene. En los

casos de varianza no homogénea ($p < 0,05$), se realizó un ANOVA no paramétrico (Kruskall-Wallis).

Todos los datos se presentan como sus medias (M) y desviaciones estándar (DE) e intervalos de confianza (IC) de $\pm 95\%$. En el modelo lineal general, se calculó el tamaño del efecto (ES) y la potencia estadística (SP). La significación se fijó en $p < 0,05$. Todas las pruebas estadísticas se realizaron con el paquete de software SPSS versión 25.0 (SPSS, Chicago, III).

REFERENCIAS

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.

Besnier, F., Labrunée, M., Richard, L., Faggianelli, F., Kerros, H., Soukarié, L., ... & Sénard, J. M. (2019). Short-term effects of a 3-week interval training program on heart rate variability in chronic heart failure. A randomised controlled trial. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 62(5), 321-328.

Butcher, S. J., Neyedly, T. J., Horvey, K. J., & Benko, C. R. (2015). Do physiological measures predict selected CrossFit® benchmark performance?. *Open access journal of sports medicine*, 6, 241.

Cruz-Díaz, D., Hita-Contreras, F., Martínez-Amat, A., Aibar-Almazán, A., & Kim, K. M. (2020). Ankle-joint self-mobilization and CrossFit training in patients with chronic ankle instability: a randomized controlled trial. *Journal of athletic training*, 55(2), 159-168.

de-Oliveira, L. A., Heredia-Elvar, J. R., Maté-Muñoz, J. L., García-Manso, J. M., Aragão-Santos, J. C., Silva-Grigoletto, D., & Edir, M. (2021). Analysis of Pacing Strategies in AMRAP, EMOM, and FOR TIME Training Models during "Cross" Modalities. *Sports*, 9(11), 144.

Domaradzki, J., Kochan-Jacheć, K., Trojanowska, I., & Koźlenia, D. (2021). Kickboxers and crossfitters vertebral column curvatures in sagittal plane: Crossfit practice influence in kickboxers body posture. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 25, 193-198.

dos Santos, J. B., de Toledo, E., de Castilho, G. A. S., Bonaroti, E. P., Novelli, C., Rezende, R. P., ... & Gomes, A. C. (2019). Postura de praticantes de CrossFit®. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*, 18(2), 91-100.

Feito, Y., Heinrich, K. M., Butcher, S. J., & Poston, W. S. C. (2018). High-intensity functional training (HIFT): Definition and research implications for improved fitness. *Sports*, 6(3), 76.

Fernández, J. F., Solana, R. S., Moya, D., Marin, J. M. S., & Ramón, M. M. (2015). Acute physiological responses during crossfit® workouts. *European Journal of Human Movement*, 35, 114-124.

Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., ... & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(1), 109-115.

Glassman G. (2018). *Guía de entrenamiento de nivel 1*. Recuperado de http://library.crossfit.com/free/pdf/CFJ_Level1_Spanish_Latin_American.pdf

Gorostiaga, E. M., Asiáin, X., Izquierdo, M., Postigo, A., Aguado, R., Alonso, J. M., & Ibáñez, J. (2010). Vertical jump performance and blood ammonia and lactate levels during typical training sessions in elite 400-m runners. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4), 1138-1149.

Heinrich, K. M., Becker, C., Carlisle, T., Gilmore, K., Hauser, J., Frye, J., & Harms, C. A. (2015). High-intensity functional training improves functional movement and body composition among cancer survivors: a pilot study. *European journal of cancer care*, 24(6), 812-817.

Heinrich, K. M., Spencer, V., Fehl, N., & Carlos Poston, W. S. (2012). Mission essential fitness: comparison of functional circuit training to traditional Army physical training for active duty military. *Military medicine*, 177(10), 1125-1130.

Mangine, G.T., Cebulla, B. & Feito, Y. (2018). Normative values for self-reported baseline training scores in CrossFit® practitioners. *Open Sports Medicine*, 4(1), 1-8.

Martínez-Gómez, R., Valenzuela, P. L., Alejo, L. B., Gil-Cabrera, J., Montalvo-Pérez, A., Talavera, E., ... & Barranco-Gil, D. (2020). Physiological predictors of competition performance in CrossFit athletes. *International journal of environmental research and public health*, 17(10), 3699.

Maté-Muñoz, J. L., Lougedo, J. H., Barba, M., Cañuelo-Márquez, A. M., Guodemar-Pérez, J., García-Fernández, P., ... & Garnacho-Castaño, M. V. (2018). Cardiometabolic and muscular fatigue responses to different crossfit® workouts. *Journal of sports science & medicine*, 17(4), 668.

Partridge, J. A., Knapp, B. A., & Massengale, B. D. (2014). An investigation of motivational variables in CrossFit facilities. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(6), 1714-1721.

Perciavalle, V., Marchetta, N. S., Giustiniani, S., Borbone, C., Perciavalle, V., Petralia, M. C., ... & Coco, M. (2016). Attentive processes, blood lactate and CrossFit®. *The Physician and sportsmedicine*, 44(4), 403-406.

Smith, M. M., Sommer, A. J., Starkoff, B. E., & Devor, S. T. (2013). Crossfit-based high-intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. *J Strength Cond Res*, 27(11), 3159-3172.

Sprey, J. W., Ferreira, T., de Lima, M. V., Duarte Jr, A., Jorge, P. B., & Santili, C. (2016). An epidemiological profile of CrossFit athletes in Brazil. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 4(8), 2325967116663706.

Ten Haaf, T., Van Staveren, S., Iannetta, D., Roelands, B., Meeusen, R., Piacentini, M. F., ... & De Koning, J. J. (2018). Changes in choice reaction time during and after 8 days exhaustive cycling are not related to changes in physical performance. *International journal of sports physiology and performance*, 13(4), 428-433.

Tibana, R. A., De Almeida, L. M., Frade de Sousa, N. M., Nascimento Dda, C., Neto, I. V., De Almeida, J. A., ... & Prestes, J. (2016). Two consecutive days of crossfit training affects pro and anti-inflammatory cytokines and osteoprotegerin without impairments in muscle power. *Front Physiol*, 7(6), 260.

Tibana, R. A., de Sousa Neto, I. V., de Sousa, N. M. F., Dos Santos, W. M., Prestes, J., Neto, J. H. F., ... & Voltarelli, F. A. (2022). Time-course effects of functional fitness sessions performed at different intensities on the metabolic, hormonal, and BDNF responses in trained men. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 14(1), 1-11.

Tibana, R. A., De Sousa, N. M. F., Prestes, J., & Voltarelli, F. A. (2018). Lactate, heart rate and rating of perceived exertion responses to shorter and longer duration CrossFit® training sessions. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 3(4), 60.

Toledo, R., Dias, M. R., Toledo, R., Erotides, R., Pinto, D. S., Reis, V. M., ... & Heinrich, K. M. (2021). Comparison of Physiological Responses and Training Load between Different CrossFit® Workouts with Equalized Volume in Men and Women. *Life*, 11(6), 586.

Whiteman-Sandland, J., Hawkins, J., & Clayton, D. (2018). The role of social capital and community belongingness for exercise adherence: An exploratory study of the CrossFit gym model. *Journal of health psychology, 23*(12), 1545-1556.

