

Entrenamiento funcional de alta intensidad y su cuantificación por Escala de Esfuerzo Percibido en sujetos físicamente activos

High-intensity functional training and quantification by Perceived Exertion Scale in physically active subjects

Brian Johan Bustos-Viviescas¹, Rodrigo Ramírez-Campillo², Diana Marcela Aguirre-Rueda³, Rony David Merchán Osorio⁴, Carlos Enrique García Yerena^{5*}, Andrés Alonso Acevedo Mindiola⁶

¹ Servicio Nacional de Aprendizaje Regional Risaralda, Colombia

² Laboratorio de Ciencias del Ejercicio y la Rehabilitación. Escuela de Fisioterapia. Facultad de Ciencias de la Rehabilitación. Universidad Andrés Bello, Chile

³ Docente de la Facultad de Cultura Física, Recreación y Deportes. División de Ciencias de la Salud. Universidad Santo Tomás, Colombia

⁴ Docente del programa Profesional en Deportes. Universidad del Magdalena, Colombia

⁵ Dirección de Bienestar Universitario. Corporación Universitaria de la Costa, Colombia

⁶ Universidad de Pamplona. Cúcuta, Colombia

* Autor para la correspondencia. Email: carlos.garcia3@unipamplona.edu.co
Teléfono: 3105548684. Dirección postal: Calle 51 #18-43 Apto 1 Barrio el Carmen (Barranquilla, Colombia)

Título abreviado:

Cuantificación del entrenamiento funcional de alta intensidad en sujetos físicamente activos

CÓMO CITAR EL ARTÍCULO:

Bustos-Viviescas, B. J., Ramírez-Campillo, R., Aguirre-Rueda, D., Merchán Osorio, R. D., García Yerena, C. E., & Acevedo Mindiola, A. A. (2022). Entrenamiento funcional de alta intensidad y su cuantificación por Escala de Esfuerzo Percibido en sujetos físicamente activos. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 17(51), 153-167. <http://dx.doi.org/10.12800/ccd.v17i51.1425>

Recibido: 10 Abril 2020 / Aceptado: 23 Diciembre 2021

Resumen

El propósito del estudio fue determinar la relación entre la valoración del esfuerzo percibido en la sesión (EPES) y el Índice de Edwards (IE) para cuantificar la carga interna basado en la frecuencia cardíaca en el entrenamiento funcional de alta intensidad con sujetos físicamente activos. Estudio descriptivo de tipo correlacional con una muestra por conveniencia conformada por 11 hombres y 5 mujeres. Para valorar la frecuencia cardíaca máxima se utilizó el Test de Course-Navette, posteriormente se realizó el Workout of the Day (WOD) denominado "Pukie" donde cada participante contaba con un pulsómetro Polar H7, que recolectaba la escala de percepción subjetiva de la sesión (0-10), a partir de estos datos se calculó el IE. En el software PSPP (p-valor de 0,05) se llevó a cabo el análisis estadístico donde se manejó un coeficiente correlacional de Spearman para relacionar la EPES y el IE. La relación entre la escala recolectada en los diferentes fragmentos de tiempo post-ejercicio y el IE fue positiva, y el resultado obtenido fue muy significativo ($r = 0,76-0,88$; $p < 0,01$). Se puede concluir que la EPES es un método viable, económico y de fácil aplicación para cuantificar la carga interna en el entrenamiento funcional de alta intensidad con sujetos físicamente activos.

Palabras clave: Acondicionamiento físico, ejercicio, test de ejercicio (Fuente: Mesh).

Abstract

The purpose of the study was to determine the relationship between internal and external load in physically active subjects (11 men and 5 women) during a high-intensity functional training session, using different load markers: heart rate, perceived effort and the Edwards index. The maximum heart rate was assessed during a maximal incremental endurance test (course Navette). Thereafter each participant performed a high-intensity functional training session (Workout of the Day - Pukie), while wearing a heart rate monitor, and the perceived effort was assessed with the 0-10 point scale at 0-min, 10-min, 20-min, and 30-min. Thereafter the Edwards index was calculated. The perceived effort was positively correlated with the heart rate and the Edwards index during the different time-points analyzed (Spearman $r = 0,76-0,88$; $p < 0,01$). In conclusion, perceived effort can be used as a low-cost and logistically convenient method to assess the internal load experienced by physically active participants during a high-intensity functional training session.

Keywords: Physical conditioning, exercise, exercise test (Source: Mesh).

Introducción

Al entrenamiento funcional de alta intensidad o high intensity functional training (HIFT) se le atribuye el emplear altos volúmenes e intensidades de entrenamiento (Teixeira, 2020), el cual, es considerado una forma novedosa al realizar ejercicios que ponen a prueba algunos de los sistemas del cuerpo (muscular, nervioso, respiratorio, óseo) y desafía las habilidades de las personas para completar el trabajo mecánico (Crawford et al., 2018). Seguidamente una de las modalidades de entrenamiento HIFT que actualmente es catalogado por el medio del entrenamiento como el de mayor crecimiento en el mundo es el CrossFit® (Claudio et al., 2018), así mismo, dicha modalidad requiere un alto nivel técnico de máximo esfuerzo y una recuperación incompleta entre bloques y sesiones (Camacho-Cardeñosa et al., 2020).

Ahora bien, surge la necesidad de controlar determinadas variables de la carga de entrenamiento por parte de los profesionales especializados, preparadores físicos y/o científicos del deporte (Balaguer & Caparrós, 2021), puesto que, existe un desafío continuo por parte de los entrenadores, médicos y personal de salud con respecto a la dosificación de la carga de entrenamiento, debido a la posibilidad de lograr obtener en los practicantes una adaptación eficaz del entrenamiento, logrando minimizar la fatiga, la inhibición del desempeño, el sobreentrenamiento y la aparición de lesiones (Halsón, 2014; Jones et al., 2017). Debido a que, dentro del proceso de entrenamiento un factor importante es la cuantificación de la carga interna (González-Fimbres et al., 2020), sin embargo, en cuanto al HIFT aun hace falta información sobre el monitoreo y control de los métodos de capacitación (Alsamir-Tibana & De Sousa, 2018), por lo que, es necesario ampliar el conocimiento científico para mejorar los métodos de preparación (Reche-Soto et al., 2020).

En el contexto de investigación uno de los temas ideales es comparar, relacionar y analizar la influencia del entrenamiento de alta intensidad con la salud y el rendimiento deportivo (Bustos-Viviescas et al., 2021a), a partir de esto las investigaciones previas han contrastado la fiabilidad y aplicabilidad de la escala de percepción subjetiva del esfuerzo en la sesión para valorar la carga interna en el HIFT, sin embargo, esto se ha llevado a cabo principalmente con sujetos capacitados en esta modalidad de entrenamiento (Tibana 2018c; Crawford et al., 2018; Tibana 2019a; Tibana 2019b; Falk et al., 2020), esto podría resultar preocupante para los entrenadores de esta modalidad, dado que no existen investigaciones que permitan identificar si este método de cuantificación del esfuerzo es válido para poblaciones sin experiencia previa en HIFT. Por lo anterior, la finalidad del presente estudio es determinar la relación entre la valoración del esfuerzo percibido en la sesión de entrenamiento y el Índice de Edwards (1993) con el propósito de cuantificar la carga interna basado en la frecuencia cardíaca en el entrenamiento funcional de alta intensidad con sujetos físicamente activos.

Método

Tipo de estudio

Estudio descriptivo de tipo correlacional. El tipo de muestreo fue por conveniencia. Este estudio es resultado secundario del proyecto denominado "Análisis de la condición física

a través de la musculación y el fitness en universitarios físicamente activos".

Participantes

La muestra estuvo compuesta por 14 hombres y 6 mujeres quienes cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: 1) Participación voluntaria, 2) Estar cursando la Licenciatura en Educación Física, Recreación y Deportes de la Universidad de Pamplona (Villa del Rosario).

Se excluyeron del estudio estudiantes con: 1) Presencia de algún tipo de patología cardiovascular y/o metabólica que pudiese afectar el desempeño en las pruebas, 2) Presencia de alguna patología o lesión que pudiera afectar la fuerza muscular y/o tener sensación de molestia o dolor durante la evaluación, 3) Estar capacitado en el entrenamiento funcional de alta intensidad (experiencia mayor a 3 meses).

Consideraciones éticas

Este estudio se desarrolló teniendo en cuenta los parámetros establecidos para las 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, se consideró la Resolución No. 008430 de 1993, emitida por Ministerio de Salud de la República de Colombia, artículo 11, clasificando este estudio en la categoría de riesgo mayor, por tanto, los participantes firmaron un consentimiento informado, el cual, contenía el objetivo del estudio, la descripción de las pruebas, riesgos, beneficios y aportes a nivel del entrenamiento. Así mismo, este estudio cuenta con el 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.

Procedimiento

El estudio se llevó a cabo en dos días, con un descanso de 72 horas entre ellos para realizar las valoraciones. El primer día se realizó la recolección de los datos de talla, masa corporal y prueba de valoración de la aptitud cardiorrespiratoria por medio de la prueba de Course-Navette (Léger y Lambert, 1982). Los datos macro antropométricos fueron recolectados en ayunas (6:00 am) y la prueba de aptitud cardiorrespiratoria se realizó horas después al desayuno de los participantes (10:00-11:00 am). En el segundo día se efectuó the Workout of the Day WOD "Pukie" obteniendo el tiempo para completar el entrenamiento, el cual, consiste en realizar 150 burpees en el menor tiempo posible. Cuenta como burpee, el ejercicio que combina la sentadilla y el apoyo frontal en suelo y el salto vertical (burpee). Cabe resaltar que previo al desarrollo de las pruebas se realizó una familiarización con la ejecución técnica del burpee y la escala de percepción subjetiva del esfuerzo.

La frecuencia cardíaca fue valorada en cada periodo de la prueba con el pulsómetro Polar H7 para obtener la frecuencia cardíaca máxima (FCmáx), mientras que la intensidad del ejercicio durante la sesión de entrenamiento se registró cada 30 burpees, por lo que la frecuencia cardíaca recolectada presentaba 5 datos durante la sesión de entrenamiento con la finalidad de evitar interferir el normal desarrollo.

En el Test de Course-Navette (Léger y Lambert, 1982) 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 la prueba culminaría cuando a juicio del examinador el participante no sea capaz de llegar dos veces consecutivas a la línea 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.

Cuantificación de la carga

Método Edwards

Para la cuantificación de la carga de entrenamiento, se ha utilizado el método de sumatorio de zonas de entrenamiento de Edwards (1993):

La ecuación para la carga de entrenamiento Edwards es:

Edwards CE = (duración en zona 1 × 1) + (duración en zona 2 × 2) + (duración en zona 3 × 3) + (duración en zona 4 × 4) + (duración en zona 5 × 5).

Dónde: zona 1 = 50 – 60% de la FC máxima, zona 2 = 60 – 70 % de FC máx. Zona 3 = 70 – 80 % FC máx. Zona 4 = 80 – 90 % FC máx. Zona 5 = 90 – 100 % FC máx.

La duración en zona esta expresada en minutos, por ende, teniendo en cuenta los 5 registros obtenidos durante la sesión se optó por promediar la zona de intensidad acorde a la frecuencia cardiaca máxima y multiplicarlo por la duración total en minutos del WOD Pukie para obtener el Índice Edwards.

Escala de percepción subjetiva del esfuerzo

Para calcular la carga de entrenamiento se empleó el método sugerido por Foster et al. (2001), el cual, consiste en multiplicar la duración total por la intensidad de entrenamiento, en consecuencia, para medir la intensidad se empleó la versión modificada de la escala CR-10 de Borg del esfuerzo percibido (Borg, 1982) (Tabla 1).

Tabla 1. Escala de percepción subjetiva del esfuerzo de 0 a 10 puntos (Borg, 1982)

Puntaje	Descripción
0	
1	Extremadamente ligero
2	Ligero
3	Moderado
4	
5	Duro
6	
7	Muy Duro
8	
9	
10	Extremadamente Duro

Fuente: Escala CR-10 de Borg del esfuerzo percibido (Borg, 1982).

La evaluación de la percepción subjetiva de la sesión de entrenamiento se obtuvo de los participantes una vez acabó el WOD y a los 10, 20 y 30 min posteriores al mismo. Para ello se utilizó la pregunta "¿Qué tan difícil fue su entrenamiento?", de modo que la carga de entrenamiento se expresó como un valor único en unidades arbitrarias (UA), igualmente se multiplicó el tiempo total en minutos en realizar el WOD y se multiplicó con las unidades arbitrarias obtenidas para identificar la escala de percepción subjetiva del esfuerzo en sesión.

Por ejemplo, al finalizar el entrenamiento (0 min) la escala de percepción del esfuerzo (EPE) fue 9 y la duración del WOD fue 10 minutos, esto daría una carga de entrenamiento de 90 unidades arbitrarias (UA).

Cabe resaltar que, se realizó una familiarización con el instrumento previo al desarrollo de la sesión de entrenamiento.

Análisis de datos

Los datos fueron analizados con el paquete estadístico PSPP (Licencia Libre), se calcularon medidas de tendencia central y de dispersión.

Posteriormente, fue aplicado una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y un coeficiente correlacional de Spearman para establecer la correlación entre la escala de percepción subjetiva del esfuerzo en la sesión (EPES) y el Índice de Edwards obtenido en el WOD Pukie.

Se considero un nivel de confianza del 95% y un p-valor de 0,05 para el análisis estadístico.

Por otro lado, se tuvieron en cuenta los rangos de magnitud propuestos por Cohen para la correlación: 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 ($r = 1,0$) (Cohen, 1988).

Resultados

En la Tabla 2 es posible evidenciar que la edad de los participantes por sexo fue similar, aunque los hombres

presentaron mayor talla y masa corporal con respecto a las mujeres lo cual se traduce en un mayor índice de masa corporal (IMC).

Tabla 2. Características generales

Participantes	Edad	Masa corporal (kg)	Talla (m)	IMC (kg/m ²)
Hombres (n = 14)	22,96±1,91	71,61±10,01	1,75±0,05	23,25±2,79
Mujeres (n = 6)	23,50±1,76	59,05±12,87	1,55±0,03	24,69±6,04
Total (n = 20)	23,12±1,83	67,84±12,12	1,69±0,10	23,68±3,92

En la Tabla 3, se presentan los valores obtenidos en el test de campo y el WOD Pukie. Se puede evidenciar que la escala de percepción subjetiva del esfuerzo en la sesión (EPES) se categorizó en "Muy duro" según lo establecido en la escala CR-10 de Borg.

Igualmente, el valor del Índice de Edwards y las EPES (0 min, 10 min, 20 min y 30 min) presentaron distribución no simétrica de los datos (p<0,05).

Tabla 3. Variables de carga interna de los participantes

	Media ± SD
Tiempo WOD (seg)	876,90±373,06
FCmáx Test (ppm)	192,70±7,46
FC WOD Pukie total (ppm)	179,12±9,72
FC WOD Pukie total (%)	93,04±5,34
Índice de Edward	69,76±32,49
EPE (0 min)	9,00±1,34
EPE (10 min)	8,65±0,49
EPE (20 min)	8,40±0,50
EPE (30 min)	8,10±0,55
EPES (0 min)	132,34±61,80
EPES (10 min)	126,18±54,73
EPES (20 min)	123,09±55,33
EPES (30 min)	118,70±51,98

Seguidamente, en la Tabla 4 se puede contrastar que existe una relación positiva y muy significativa entre la escala de percepción subjetiva del esfuerzo de la sesión de entrenamiento y el Índice de Edward (p < 0,01), así mismo,

la magnitud de la correlación entre el índice de Edward con la escala de percepción subjetiva del esfuerzo se clasificó en muy grande (r = 0,76 a 0,88).

Tabla 4. Relación entre variables

	Índice Edward	
	Coef. Spearman	Sig. (Bilateral)
EPES 0 min post-ejercicio	0,76	0,00
EPES 10 min post-ejercicio	0,79	0,00
EPES 20 min post-ejercicio	0,88	0,00
EPES 30 min post-ejercicio	0,84	0,00

Discusión

El objetivo de este estudio fue determinar la relación entre la valoración del esfuerzo percibido en la sesión de entrenamiento y el Índice de Edwards para cuantificar la carga interna basado en la frecuencia cardiaca en el entrenamiento funcional de alta intensidad con sujetos físicamente activos.

Entre los principales hallazgos de esta investigación se evidenció una relación positiva y muy significativa entre el Índice de Edwards para la carga interna y la escala de percepción subjetiva del esfuerzo en la sesión de entrenamiento ($r = 0,76-0,88$; $p < 0,01$).

Un estudio desarrollado por Crawford et al., (2018) con deportistas recreativos sin experiencia en programas de entrenamiento funcional de alta intensidad concluyó que la escala de percepción subjetiva del esfuerzo en la sesión predijo significativamente el índice Edwards en dos bloques de entrenamiento separados por tres semanas ($r = 0,818-0,885$, $p < 0,001$).

Recientemente Tibana et al., (2018c) validaron la escala de percepción subjetiva del esfuerzo en sujetos practicantes de entrenamiento funcional de alta intensidad encontrando una asociación positiva y muy significativa ($r = > 0,8$; $p < 0,01$).

Por otro lado, esta escala en el entrenamiento funcional de alta intensidad ha obtenido algunas relaciones significativas con variables de la carga de trabajo (frecuencia cardíaca de entrenamiento x duración de la sesión) ($r = 0,426$; $P = 0,019$) (Drake et al., 2017), el lactato ($r = 0,66$; $p = 0,005$), número de repeticiones completadas (trabajo mecánico) ($r = 0,55$; $p = 0,026$) (Tibana et al., 2019b).

Ahora bien, con respecto a la utilidad de esta escala para la evaluación y prescripción en el entrenamiento funcional de alta intensidad la literatura aun es escasa, pero se destacan varios trabajos entre los cuales encontramos la valoración de la carga interna durante un periodo de 38 semanas con una atleta femenina de élite en entrenamiento funcional de alta intensidad (Tibana et al., 2019a), y la cuantificación de la carga durante 6 semanas de entrenamiento funcional de alta intensidad sobre el rendimiento físico en participantes con diferentes volúmenes de entrenamiento y frecuencias (Teixeira et al., 2020).

Por ejemplo, un método de cuantificación de la carga de entrenamiento es el impulso de entrenamiento (TRIMP), el cual sugiere combinar los elementos de intensidad y duración del entrenamiento en un concepto de índice único (Foster et al., 2017), y un estudio reciente elaborado por Falk et al.,

(2020) en el cual concluyeron que, la EPES es más precisa que el método de cuantificación del impulso de entrenamiento (TRIMP) para representar la carga general en las sesiones HIFT.

De la misma forma, esta escala posibilita la autorregulación de la carga interna durante estas sesiones de entrenamiento funcional de alta intensidad (Tibana et al., 2019b).

Igualmente, otro estudio concluyó que es posible obtener beneficios potenciales en la capacidad aeróbica, la fuerza, las adopciones cardiovasculares y la composición corporal con un entrenamiento HIFT controlado por la variabilidad de la frecuencia cardiaca incluso con menos sesiones realizadas a alta intensidad en sujetos físicamente activos (DeBlauw et al., 2021), en consecuencia, la cuantificación de forma precisa de la carga de entrenamiento en HIFT es fundamental para determinar y examinar la relación entre el entrenamiento y las adaptaciones fisiológicas obtenidas con este tipo de ejercicio de alta intensidad.

Ahora bien, en cuanto a la evaluación de la carga interna en diferentes WOD evidenciamos que fue inferior al obtenido en el WOD "Fight Gone Bad" ($77,7 \pm 4,9$) aunque superior al WOD "Fran" ($19,8 \pm 8,4$), esto se puede explicar por medio de la escala de percepción subjetiva de la sesión y la duración propia de cada entrenamiento ($9,6 \pm 0,5$ y $8,7 \pm 0,8$; 17 minutos y 4 minutos respectivamente) (Tibana et al., 2018b).

Continuando la comparación de la carga interna en WOD según su modalidad, se evidencio que de acuerdo a la prioridad del WOD (tiempo, tarea/marca y elemento único) existen mayores valores en los entrenamientos de prioridad de tiempo ($14,7 \pm 0,7$ EPE; $p = 0,000$) y prioridad de tarea/marca ($14,8 \pm 0,5$ EPE; $p = 0,000$) en comparación al entrenamiento de prioridad de elemento o elemento único ($9,4 \pm 0,8$ EPE) (Drake et al., 2017).

Si bien HIFT no es sinónimo de HIIT (Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad) ambos comparten un factor en común que son de alta intensidad (Lu et al., 2021), por tal razón, un aspecto que pueda explicar las diferencias entre los resultados de este trabajo y los otros mencionados son las características propias del WOD desde su estructura (AMRAP, For Time, entre otras) o sus componentes/movimientos (levantamiento, calistenia/gimnasia y aeróbico), puesto que, una sesión de ejercicio con los movimientos anteriormente mencionados induce a un aumento mayor de la escala de percepción subjetiva de la sesión, en comparación con otra sesión de ejercicio (predominio metabólico en ejercicios calisténicos) ($8,0 \pm 1,2$ EPE) ($p < 0,02$) (Tibana et al., 2018a).

Seguidamente, se aplicó en esta investigación el análisis del WOD "Pukie" donde se realizaba un solo elemento calisténico (Burpee), el cual, es un ejercicio que mejora la resistencia a la fatiga (Maté-Muñoz et al., 2018) y la capacidad cardiorrespiratoria (Mangine et al., 2020). Igualmente, este es un ejercicio de alta intensidad que resulta complicado cuantificar y cualificar, dada la amplia variación técnica, secuencia y características morfológicas de los atletas (Bingley et al., 2019).

Por tal motivo, es recomendable que en estos entrenamos que incluyen principalmente ejercicios calisténicos/gimnásticos, la carga externa sea prescrita a partir del tiempo del estímulo y la recuperación del esfuerzo físico (Machado et al., 2018), además, resulta recomendable que la frecuencia del entrenamiento y los ejercicios asignados durante el entrenamiento se prescriban con respecto a la capacidad funcional del participante (Machado et al., 2019).

La experiencia en el entrenamiento funcional de alta intensidad también puede incidir en la percepción subjetiva del esfuerzo, autores como Gomes et al., (2020) compararon la EPE del WOD AMRAP "Cindy" entre un grupo experimentado y un grupo no experimentado, concluyendo que las respuestas cardiovasculares fueron similares ($93,1 \pm 0,6$ %FCmáx vs $93,0 \pm 0,8$ %FCmáx) pero con una percepción del esfuerzo ligeramente superior en los no experimentados ($7,5 \pm 0,3$ EPE vs $8,1 \pm 0,3$ EPE).

Una investigación reciente evaluó la carga interna de tres WOD For Time (Angie plus, Grace y Karen) realizadas de forma continua e ininterrumpida por sujetos capacitados en HIFT, este trabajo evidenció que la percepción subjetiva oscilo entre en mujeres un RPE de $7,17 \pm 0,71$ UA en intermedia y $7,33 \pm 1,15$ UA en avanzadas, mientras que, en hombres el RPE fue de $7,67 \pm 0,33$ UA para intermedios y $7,67 \pm 0,47$ UA en avanzados, encontrando que cuando se combinan WOD de diferentes modalidades se obtienen esfuerzos muy duros para sujetos acondicionados en HIFT (Bustos-Viviescas et al., 2021b).

Entre las limitaciones de este trabajo se puede destacar la poca muestra de participantes, del mismo modo, no se pudo comparar la carga interna para el mismo WOD entre varios grupos de experiencia (avanzados vs recreativos vs no practicantes), debido a que resultaría interesante para la toma de decisiones en cuanto a la prescripción del ejercicio en el entrenamiento funcional de alta intensidad, igualmente la evidencia actual sugiere que la cuantificación de la carga por medio de la escala de percepción del esfuerzo es válida en sujetos capacitados en HIFT, y se requiere más investigaciones para su aplicabilidad en sujetos no experimentados.

Conclusiones

La escala de percepción subjetiva del esfuerzo en una sesión de entrenamiento es un método válido para cuantificar la carga interna en sesiones de entrenamiento funcional de alta intensidad en sujetos físicamente activos que no cuentan con experiencia en estos tipos de entrenamiento, por lo cual, es una herramienta económica y de fácil aplicabilidad para llevar un control de la periodización en esta modalidad de entrenamiento en fitness.

Referencias

- Alsamir-Tibana, R. & De Sousa, N. (2018). Are extreme conditioning programmes effective and safe? A narrative review of high-intensity functional training methods research paradigms and findings. *BMJ Open Sport Exerc Med*, 4 (1), 1–10. doi: 10.1136/bmjsem-2018-000435
- Asociación Médica Mundial (2013). *Declaración de Helsinki de la AMM-Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. doi:10.17126/joralres.2013.009
- Balaguer Cabeza, O., & Caparrós Pons, T. (2021). Cuantificación de carga externa e interna en fútbol masculino semiprofesional (External and Internal Load Quantification in a semi-professional male football team). *Cultura, Ciencia Y Deporte*, 16 (48), 275-284. doi:10.12800/ccd.v16i48.1750
- Bingley, S., Witchalls, J., McKune, A. & Humberstone, C. (2019). The Burpee Enigma. *Literature Review*, 22 (2), S78. doi:10.1016/j.jsams.2019.08.079
- Borg, G. (1982). *A category scale with ratio properties for intermodal and interindividual comparison*. In: Geissler H-G, Petzold P, eds. *Psychophysical judgment and the process of perception*. Berlin: VEB DeutscherVerlag der Wissenschaften, 25–34.
- Bustos-Viviescas, B. J., Duran-Luna, L. A., Merchan Osorio, R. D., Ortega Parra, A. J., Acevedo-Mindiola, A. A., & Garcia Yerena, C. E. (2021a). Entrenamiento funcional de alta intensidad: asociación de la grasa corporal con el fitness cardiorrespiratorio. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 50 (2), e0210910. Recuperado de: <http://www.revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/910/727>
- Bustos-Viviescas, B. J., Delgado-Molina, M. C., & Rolon, N. A. (2021b). Evaluación de la carga interna en una sesión de entrenamiento funcional de alta intensidad: estudio de casos múltiples. *Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología*, 35 (1). Recuperado de <http://www.revortopedi.sld.cu/index.php/revortopedia/article/view/325/246>
- Camacho-Cardeñosa, A., Timón, R., Camacho-Cardeñosa, M., Guerrero-Flores, S., Olcina, G., & Marcos-Serrano, M. (2020). Six-months CrossFit training improves metabolic efficiency in young trained men. *Cultura, Ciencia Y Deporte*, 15 (45), 421-427. doi:10.12800/ccd.v15i45.1519
- Claudino, J. G., Gabbett, T. J., Bourgeois, F., Souza, H. S., Miranda, R. C., Mezêncio, B., Soncin, R., Cardoso Filho, C. A., Bottaro, M., Hernandez, A. J., Amadio, A. C. & Serrão, J. C. (2018). CrossFit Overview: Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine - Open*, 4 (1), 11. doi:10.1186%2Fs40798-018-0124-5
- Crawford, D. A., Drake, N. B., Carper, M. J., DeBlauw, J., & Heinrich, K. M. (2018). Validity, Reliability, and Application of the Session-RPE Method for Quantifying Training Loads during High Intensity Functional Training. *Sports (Basel, Switzerland)*, 6(3), 84. doi:10.3390/sports6030084
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2.ª ed). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Disponible en: <http://www.utstat.toronto.edu/~brunner/olclass/378f16/readings/CohenPower.pdf>
- DeBlauw, J. A., Drake, N. B., Kurtz, B. K., Crawford, D. A., Carper, M. J., Wakeman, A., Heinrich, K. M. (2021). High-Intensity Functional Training Guided by Individualized Heart Rate Variability Results in Similar Health and Fitness Improvements as Predetermined Training with Less Effort. *J. Funct. Morphol. Kinesiol.*, 6, 102. doi:10.3390/jfmrk6040102

- Drake, N., Smeed, J., Carper, M. & Crawford, D. (2017). Effects of ShortTerm CrossFit™ Training: A Magnitude-Based Approach. *JEPonline*, 20 (2), 111-133. Recuperado de: https://www.asep.org/asep/asep/JEPonlineAPRIL2017_Drake_Crawford.pdf
- Edwards, S. (1993). *The Heart Rate Monitor Book*. Sacramento, CA: Fleet Feet Press.
- Falk Neto, J. H., Tibana, R. A., de Sousa, N., Prestes, J., Voltarelli, F. A. & Kennedy, M. D. (2020). Session Rating of Perceived Exertion Is a Superior Method to Monitor Internal Training Loads of Functional Fitness Training Sessions Performed at Different Intensities When Compared to Training Impulse. *Frontiers in physiology*, 11, 919. doi:10.3389/fphys.2020.00919
- Foster, C., Florhaug, J., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L., Parker, S., Doleshal, P. & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *J. Strength Cond. Res.*, 15 (1), 109-115. Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11708692/>
- Foster, C., Rodriguez-Marroyo, J. A. & de Koning, J. J. (2017). Monitoring Training Loads: The Past, the Present, and the Future. *International journal of sports physiology and performance*, 12 (Suppl 2), S22-S28. doi:10.1123/ijspp.2016-0388
- Gomes, J. H., Mendes, R. R., Franca, C. S., Da Silva-Grigoletto, M. E., Pereira da Silva, D. R., Antonioli, A. R., de Oliveira E Silva, A. M. & Quintans-Júnior, L. J. (2020). Acute leucocyte, muscle damage, and stress marker responses to high-intensity functional training. *PLoS one*, 15 (12), e0243276. doi:10.1371/journal.pone.0243276
- González-Fimbres, R. A., Ramírez-Siqueiros, M. G., Vaca-Rubio, H., Moueth-Cabrera, M. T. & Hernández-Cruz, G. (2020). Relationship Between Post-Exercise hrv and Internal Training Load in Triathletes. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 20 (77), 87-102. doi:10.15366/rimcafd2020.77.006
- Halson, S. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sport Med.*, 44 (2), s139-47. doi:10.1007/s40279-014-0253-z
- Harriss, D., 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:10.1055/s-0043-124001
- Jones, C. M., Griffiths, P. C. & Mellalieu, S. D. (2017). Training Load and Fatigue Marker Associations with Injury and Illness: A Systematic Review of Longitudinal Studies. *Sports Med*, 47 (5), 943-974. doi:10.1007/s40279-016-0619-5
- Leger, L. A., & Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO2 max. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 49 (1), 1-12. doi:10.1007/bf00428958
- Lu, Y., Wiltshire, H. D., Baker, J. S., & Wang, Q. (2021). The Effects of Running Compared with Functional High-Intensity Interval Training on Body Composition and Aerobic Fitness in Female University Students. *International journal of environmental research and public health*, 18 (21), 11312. doi:10.3390/ijerph182111312
- Machado, A. F., Miranda, M. L., Rica, R. L., Figueira Junior, A. & Bocalini, D. S. (2018). Bodyweight high-intensity interval training: a systematic review. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 24 (3), 234-237. doi:10.1590/1517-869220182403176199
- Machado, A. F., Baker, J. S., Figueira Junior, A. J., & Bocalini, D. S. (2019). High-intensity interval training using whole-body exercises: training recommendations and methodological overview. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 39 (6), 378-383. doi:10.1111/cpf.12433
- Mangine, G. T., Tankersley, J. E., McDougale, J. M., Velazquez, N., Roberts, M. D., Esmat, T. A., VanDusseldorp, T. A. & Feito, Y. (2020). Predictors of CrossFit Open Performance. *Sports*, 8, 102. doi:10.3390/sports8070102
- 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., Ruiz-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>
- Reche-Soto, P., Cardona, D., Díaz, A., Gómez-Carmona, C. & Pino-Ortega, J. (2020). ACELT and PLAYERLOAD: Two Variables to Quantify Neuromuscular Load. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 20 (77), 67-183. doi:10.15366/rimcafd2020.77.011
- Teixeira, R. V. (2020). *Carga interna de treinamento, desempenho e assimetria entre membros inferiores em praticantes de treinamento funcional de alta intensidade* (Tesis de maestría). Universidade Federal do Rio Grande do Norte: Brasil.
- Teixeira, R. V., Batista, G. R., Mortatti, A. L., Dantas, P. & Cabral, B. (2020). Effects of Six Weeks of High-Intensity Functional Training on Physical Performance in Participants with Different Training Volumes and Frequencies. *International journal of environmental research and public health*, 17 (17), 6058. doi:10.3390/ijerph17176058
- Tibana, R., Almeida, L., de Sousa Neto, I. de Sousa, N., de Almeida, J., de Salles, B., Bentes, C., Prestes, J., Collier, S. & Voltarelli, F. (2018a). Extreme Conditioning Program Induced Acute Hypotensive Effects are Independent of the Exercise Session Intensity. *International Journal of Exercise Science*, 10 (8), 1165-1173. doi:10.1590/1517-869220182402160028
- Tibana, R., de Sousa, N., Prestes, J. & Voltarelli, F. (2018b). 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. doi:10.3390/jfmk3040060
- Tibana, R. A., de Sousa, N., Cunha, G. V., Prestes, J., Fett, C., Gabbett, T. J. & Voltarelli, F. A. (2018c). Validity of Session Rating Perceived Exertion Method for Quantifying Internal Training Load during High-Intensity Functional Training. *Sports (Basel, Switzerland)*, 6 (3), 68. doi:10.3390/sports6030068
- Tibana, R. A., Sousa, N. M. F., Prestes, J., Feito, Y., Ernesto, C. & Voltarelli, F. A. (2019a). Monitoring Training Load, Well-Being, Heart Rate Variability, and Competitive Performance of a Functional-Fitness Female Athlete: A Case Study. *Sports*, 7, 35. doi:10.3390/sports7020035
- Tibana, R. A., Manuel Frade de Sousa, N., Prestes, J., da Cunha Nascimento, D., Ernesto, C., Falk Neto, J. H., Kennedy, M. D. & Azevedo Voltarelli, F. (2019b). Is Perceived Exertion a Useful Indicator of the Metabolic and Cardiovascular Responses to a Metabolic Conditioning Session of Functional Fitness?. *Sports*, 7 (7), 161. doi:10.3390/sports7070161