



Análisis de percepción del esfuerzo en sesiones de CrossFit para deportistas amateurs entre 33-44 años

Analysis of perceived exertion in CrossFit sessions for amateur athletes aged 33-44

Análise da percepção de esforço em sessões de CrossFit para atletas amadores com idades compreendidas entre os 33 e os 44 anos

Jonathan Steven Flores Santa María ^I
jonathan.floressantamaria2393@upse.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0006-8384-0946>

Vicente Paúl Ambrosi De La A ^{III}
vicente.ambrossidela7064@upse.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0000-3038-551X>

Henry Alexander Cárdenas Alava ^{II}
henry.cardenasalava@upse.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0005-6458-5129>

Leonardo Francisco Suárez Gómez ^{IV}
leonardo.suarezgomez1106@upse.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0002-6654-7730>

Geoconda Xiomara Herdoiza Moran ^V
gxherdoiza@upse.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0000-1017-6593>

Correspondencia: jonathan.floressantamaria2393@upse.edu.ec

Ciencias del Deporte
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 26 de septiembre de 2025 * **Aceptado:** 26 de octubre de 2025 * **Publicado:** 22 de noviembre de 2025

- I. Estudiante de Entrenamiento Deportivo, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador.
- II. Estudiante de Entrenamiento Deportivo, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador.
- III. Estudiante de Entrenamiento Deportivo, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador.
- IV. Estudiante de Entrenamiento Deportivo, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador.
- V. Magíster de la carrera de Entrenamiento Deportivo, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador.

Resumen

Este estudio analizó la relación entre la percepción del esfuerzo y la regulación de la intensidad en sesiones de CrossFit en adultos amateurs de 33 a 44 años, población con creciente participación en entrenamientos funcionales. La investigación respondió a una brecha relevante: la falta de estrategias de autorregulación perceptiva en este grupo etario, que muchas veces entrena sin supervisión fisiológica adecuada. Se diseñó un estudio cuasi-experimental, longitudinal y de campo, aplicando un programa de ocho semanas a cuatro participantes hombres, bajo un protocolo de tres sesiones semanales. Se evaluaron variables fisiológicas (frecuencia cardíaca, presión arterial, peso corporal) y perceptivas (escala de Borg RPE 6–20) en tres WODs: “Jerry”, “The Incredible Hulk” y “Death by Burpees”. Se utilizaron análisis estadísticos de comparación pre–post (prueba t de Student) y correlación (Pearson). Los resultados evidenciaron una disminución significativa del esfuerzo percibido tras la intervención ($p < .05$), con grandes tamaños de efecto ($d \approx 1.7$ – 1.8), mientras que la frecuencia cardíaca final se mantuvo sin cambios relevantes. Se encontró una correlación positiva fuerte entre RPE y FC en todos los WODs post-test ($r \approx .81$ – $.84$), indicando mayor coherencia entre percepción y demanda fisiológica. Estos hallazgos confirman que la aplicación sistemática de la escala RPE permitió una mejor calibración del esfuerzo, sin aumentar la carga cardiovascular final. Se concluye que la autorregulación perceptiva, mediante RPE, constituye una estrategia válida, práctica y económica para dosificar la intensidad del entrenamiento funcional en adultos de mediana edad, promoviendo mayor adherencia, menor riesgo de fatiga acumulada y mayor seguridad en entornos recreativos o semiestructurados.

Palabras Clave: CrossFit; percepción del esfuerzo; autorregulación; entrenamiento funcional; frecuencia cardíaca; carga interna; adultos de mediana edad; RPE.

Abstract

This study analyzed the relationship between perceived exertion and intensity regulation in CrossFit sessions among amateur adults aged 33 to 44, a population with increasing participation in functional training. The research addressed a significant gap: the lack of perceptual self-regulation strategies in this age group, which often trains without adequate physiological supervision. A quasi-experimental, longitudinal, field study was designed, applying an eight-week program to four male participants, under a protocol of three sessions per week. Physiological variables (heart rate, blood pressure, body weight) and perceptual variables (Borg RPE scale 6–20)

were evaluated in three WODs: “Jerry,” “The Incredible Hulk,” and “Death by Burpees.” Statistical analyses of pre-post comparison (Student's t-test) and correlation (Pearson) were used. The results showed a significant decrease in perceived exertion after the intervention ($p < .05$), with large effect sizes ($d \approx 1.7\text{--}1.8$), while final heart rate remained unchanged. A strong positive correlation was found between RPE and heart rate in all post-test WODs ($r \approx .81\text{--}.84$), indicating greater consistency between perception and physiological demand. These findings confirm that the systematic application of the RPE scale allowed for better calibration of effort without increasing the final cardiovascular load. It is concluded that perceptual self-regulation, using RPE, is a valid, practical, and cost-effective strategy for dosing the intensity of functional training in middle-aged adults, promoting greater adherence, a lower risk of cumulative fatigue, and greater safety in recreational or semi-structured settings.

Keywords: CrossFit; perceived exertion; self-regulation; functional training; heart rate; internal load; middle-aged adults; RPE.

Resumo

Este estudo analisou a relação entre a percepção de esforço e a regulação da intensidade em sessões de CrossFit entre adultos amadores dos 33 aos 44 anos, uma população com uma participação crescente em treino funcional. A investigação abordou uma lacuna significativa: a falta de estratégias de autorregulação perceptiva nesta faixa etária, que treina frequentemente sem supervisão fisiológica adequada. Foi conduzido um estudo de campo longitudinal quase-experimental, aplicando um programa de oito semanas a quatro participantes do sexo masculino, sob um protocolo de três sessões por semana. As variáveis fisiológicas (frequência cardíaca, pressão arterial, peso corporal) e as variáveis perceptivas (escala de Borg de 6 a 20) foram avaliadas em três WODs: “Jerry”, “The Incredible Hulk” e “Death by Burpees”. Foram utilizadas análises estatísticas de comparação pré-pós (teste t de Student) e de correlação (Pearson). Os resultados mostraram uma diminuição significativa da percepção de esforço após a intervenção ($p < 0,05$), com grandes tamanhos de efeito ($d \approx 1,7\text{--}1,8$), enquanto a frequência cardíaca final permaneceu inalterada. Foi encontrada uma forte correlação positiva entre a percepção subjetiva de esforço (PSE) e a frequência cardíaca em todos os WOD pós-teste ($r \approx 0,81\text{--}0,84$), indicando uma maior consistência entre a percepção e a exigência fisiológica. Estes achados confirmam que a aplicação sistemática da escala de PSE permitiu uma melhor calibração do esforço sem aumentar a carga cardiovascular final.

Conclui-se que a autorregulação percetiva, com recurso à PSE, é uma estratégia válida, prática e custo-efetiva para dosear a intensidade do treino funcional em adultos de meia-idade, promovendo uma maior adesão, um menor risco de fadiga cumulativa e uma maior segurança em ambientes recreativos ou semiestruturados.

Palavras-chave: CrossFit; percepção de esforço; autorregulação; treino funcional; frequência cardíaca; carga interna; adultos de meia-idade; RPE (escala de percepção do esforço).

Introducción

El CrossFit es un programa de entrenamiento funcional de alta intensidad que se desarrolló a principios de la década de 2000 en Estados Unidos por Greg Glassman, combinando levantamiento olímpico, gimnasia y entrenamiento cardiovascular para mejorar las capacidades físicas generales. Desde su creación, el CrossFit experimentó un crecimiento global significativo, con miles de gimnasios afiliados y presencia en más de 160 países. Diversos estudios internacionales evidenciaron que la práctica regular de CrossFit mejora la resistencia cardiorrespiratoria, fuerza funcional y composición corporal, así como indicadores de salud mental en adultos (Rios et al., 2025). En Ecuador la evolución del CrossFit llegó a partir del año 2010, donde comenzaron a aparecer los primeros gimnasios en Guayaquil y Quito, algunos entrenadores tuvieron la iniciativa de realizar los cursos que impartía la marca, a nivel latinoamericano con la finalidad de masificar CrossFit, la aplicación de este nuevo sistema de entrenamiento tuvo impacto en el público ecuatoriano lo que despertó el interés en la práctica de este sistema de entrenamiento, no solo con el objetivo de verse bien sino también por temas de salud.

Con respecto a la escala de percepción del esfuerzo (RPE) fue desarrollada por Gunner Borg en la década de 1960 y se utiliza para estimar la intensidad del ejercicio mediante percepción subjetiva del esfuerzo (Zhao et al., 2023a). La versión de CR-20 (6-20) ha sido ampliamente aplicada en deportes de resistencia y fuerza, incluyendo CrossFit, como herramienta de autorregulación de la intensidad. Estudios recientes demostraron correlaciones significativas entre RPE y marcadores fisiológicos como frecuencia cardíaca en adultos de mediana edad, reforzando su relevancia para la autorregulación en CrossFit (Dias et al., 2022a). El problema que se abordó en este tema es la falta de comprensión sobre la percepción del esfuerzo en sesiones de CrossFit en deportistas amateurs de 33 - 44 años. Aunque el CrossFit es un deporte en constante crecimiento, en deportistas amateurs genera una carga interna significativa que muchas veces no se evaluó y que pudo variar

significativamente. Aunque la RPE es ampliamente usada, su aplicación en adultos amateurs de CrossFit no había sido explorada a fondo, lo que generó dudas sobre su capacidad para reflejar la demanda fisiológica real. Esta desregulación puede provocar fatiga, bajo rendimiento y riesgo de lesión. Estudios recientes señalan que programas basados en RPE mejoran la seguridad y adherencia al entrenamiento (Zijing Huang et al., 2025)

Ante la ausencia de protocolos claros de autorregulación del esfuerzo, se propuso un programa adaptado al nivel físico, objetivos y riesgo de lesiones, que incluya evaluación inicial, monitoreo del esfuerzo, ajustes en la carga y comunicación efectiva con el entrenador.

Las causas identificadas incluyeron:

- Desconocimiento sobre la relación intensidad - esfuerzo en sesiones de CrossFit.
 - Existen pocos estudios sobre la percepción del esfuerzo en población CrossFit amateurs adulta.
 - Ausencia de programas de auto regulación para dosificar las sesiones de CrossFit.
 - Deficiencias en la regulación de la intensidad del entrenamiento
 - La falta de estudios puede llevar a programas de entrenamiento genérico que no se adapten a las necesidades individuales de los practicantes.
 - La limitada investigación puede hacer difícil la evaluación de la efectividad de los programas de entrenamiento. Lo que lleva a la pregunta ¿Cuál es la relación entre la percepción del esfuerzo y la regulación de la intensidad en sesiones de CrossFit en deportistas amateur adultos de 33–44 años?
- Esta investigación se realizó con el propósito de demostrar y establecer un programa de autorregulación para sesiones de CrossFit en adultos de 33 – 44 años, franja etaria activa, con responsabilidades laborales y familiares, así como un creciente interés en mantenerse en forma, lo que le proporcionó relevancia poblacional a este estudio. (Hunter et al., 2020). Además, estudios recientes indicaron que los adultos de mediana edad presentan patrones de fatiga y recuperación diferentes a los jóvenes, por lo que la autorregulación basada en RPE se convierte en una estrategia crítica para mejorar la seguridad y efectividad del entrenamiento (Dias et al., 2022a). Aunque existen versiones simplificadas de la escala de Borg, la versión original 6–20 mantiene ventajas psicofísicas clave por su relación con la frecuencia cardíaca, por lo que fue utilizada en esta investigación para conservar una referencia fisiológica directa en la evaluación del RPE (Lopes et al., 2022). Por otro lado, la RPE es una herramienta validada que correlaciona frecuencia cardíaca, y otras respuestas fisiológicas, pero su validez debe comprobarse directamente en el contexto de sesiones de CrossFit. (Lea et al., 2022). Estudios recientes demostraron que la RPE no solo refleja

la carga fisiológica sino también la carga percibida central, lo que permite ajustes inmediatos en la intensidad del entrenamiento y prevención de sobre carga (Zhao et al., 2023a)

La presente investigación ha documentó como WODS incluye los altos niveles de RPE, la frecuencia cardiaca elevada en adultos sanos cabe mencionar que se habían realizado muestras más jóvenes o en condición de laboratorio, lo que evidenció que no existía un estudio centrado en este grupo amateurs de 33 – 34 años. (Toledo et al., 2021). Investigaciones recientes demostraron que WODs de alta intensidad produjeron picos de RPE elevados y marcadores de fatiga que persistieron más allá de las 24-48 horas posteriores al ejercicio en adultos, lo que sugiere una recuperación más lenta en comparación con atletas más jóvenes, reforzando la necesidad de protocolos de autorregulación específicos (Sousa Neto et al., 2022)

Además, diversos estudios han evidenciado que la regulación inadecuada de las cargas de entrenamiento puede provocar efectos negativos en la salud y bienestar del deportista. En investigaciones relacionadas con el desentrenamiento deportivo, se determinó que la falta de una planificación progresiva en la reducción de la carga física conduce a una disminución significativa de las capacidades funcionales, aumento del riesgo de lesiones y alteraciones psicológicas en los atletas retirados (Herdoiza Morán y Paula Chica, 2023). Este hallazgo refuerza la necesidad de aplicar estrategias de autorregulación del esfuerzo, como el uso del RPE, para prevenir la fatiga acumulada y garantizar la sostenibilidad del entrenamiento en adultos amateurs de CrossFit.

La prevención mediante autorregulación del esfuerzo evalúa la percepción del trabajo, en este grupo ayudara a diseñar sesiones de entrenamientos más seguras, efectivas que facilitaran un entrenamiento sin equipos modificados. (Toledo et al., 2021). En la contribución científica, este estudio puede llenar vacíos metodológicos que en un futuro podrá servir de base para nuevas investigaciones.

La revisión de (Lopes et al., 2022).destaca que la RPE no solo mide el esfuerzo fisiológico, sino también su procesamiento central, la estimación de intensidad y su utilidad para predecir rendimiento y monitorear fatiga o adaptación al entrenamiento.

En un estudio más reciente en Brasil (Serafim et al., 2022), se reportó una tasa de lesiones de 3,51 lesiones por cada 1000 horas de entrenamiento entre practicantes de entrenamiento funcional de alta intensidad. Además, una investigación de (Boeira et al., 2023) encontró una prevalencia de lesiones del 38 % con una incidencia de 3,7 lesiones por 1000 horas en CrossFitistas de nivel

intermedio. Estos datos recientes respaldan la relevancia y urgencia de investigar la percepción del esfuerzo (RPE) y la autorregulación en atletas amateurs de mediana edad.

Analizar la relación entre la percepción del esfuerzo y la regulación de la intensidad en sesiones de CrossFit, a través de un modelo de autorregulación de la intensidad del entrenamiento para entrenadores y deportistas amateur adultos de 33-44 años, basado en un método simple y validado como el RPE.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio cuasi-experimental, longitudinal y de campo para evaluar los efectos de un programa de entrenamiento funcional tipo CrossFit sobre variables fisiológicas y perceptivas en adultos amateurs. La intervención, de ocho semanas con tres sesiones semanales, se aplicó a cuatro hombres entre 33 y 44 años en un box habitual de entrenamiento. Se midieron frecuencia cardíaca, presión arterial, peso corporal y percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) antes y después del programa, utilizando instrumentos como smartwatch, oxímetro, tensiómetro digital y báscula de bioimpedancia. La muestra fue seleccionada por conveniencia y excluyó personas con lesiones recientes o bajo medicación que alterara la FC. Se analizaron los cambios pre y post intervención mediante estadística descriptiva e inferencial. La variable independiente fue la carga del entrenamiento (tipo, frecuencia, duración e intensidad de los WODs) y las dependientes fueron el RPE y la FC, evaluadas a través de la escala de Borg y registros fisiológicos. La recolección de datos en contexto real y con métodos validados permitió una medición precisa de la respuesta psicofisiológica al entrenamiento funcional.

Tabla 1. Escala de Percepción Subjetiva del Esfuerzo (Borg, 6–20)

Puntuación	Descripción del esfuerzo percibido
6	Sin esfuerzo / Muy, muy ligero
7–8	Muy ligero
9–10	Ligero
11–12	Algo ligero / Moderado
13–14	Algo duro
15–16	Duro
17–18	Muy duro
19–20	Máximo esfuerzo / Extenuante

Se utilizó la Escala de Borg (6–20) para evaluar la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) durante las sesiones de CrossFit. Esta herramienta es ampliamente validada para estimar la carga interna y la intensidad relativa del ejercicio físico, siendo una herramienta confiable en la evaluación del esfuerzo percibido durante actividades físicas intensas (Tobase et al., 2024)

El procedimiento para desarrollar el programa de entrenamiento consistió en tres sesiones semanales durante ocho semanas, con duración aproximada de 60 minutos por sesión. Cada sesión incluyó calentamiento, ejecución de WOD (Workout of the day) y vuelta a la calma. Durante los WODs se tomaron mediciones de presión arterial, peso corporal, frecuencia cardíaca y RPE antes, durante y después de la sesión.

Se aplicaron 3 WOD por semana en los días: Lunes, Miércoles y Viernes a la misma hora, bajo las mismas condiciones para mejorar la fiabilidad de los entrenamientos y sus resultados.

Durante los tres WODs aplicados —Jerry, Incredible Hulk y Death by Burpees— se registraron de forma secuencial variables fisiológicas (frecuencia cardíaca, presión arterial, peso corporal) y perceptivas (RPE) para evaluar la carga interna. Las mediciones se realizaron antes, durante y después de cada sesión, destacando intervalos específicos cada 5 minutos y tras cada bloque principal, según la estructura del WOD. Esta estrategia permitió capturar la evolución del esfuerzo en tiempo real y establecer la relación entre la percepción subjetiva (evaluada con la escala de Borg 6–20) y la respuesta fisiológica inmediata. La frecuencia cardíaca se midió con smartwatch óptico y el RPE se reportó fase a fase para facilitar la autorregulación. Los participantes mantuvieron un

rango perceptivo entre 15 y 17 sin modificar las cargas externas, lo que permitió controlar la intensidad con base en señales internas, demostrando que la combinación de registros periódicos y percepción consciente favorece una calibración eficiente del esfuerzo.

Los datos fueron recolectados en tres momentos —pre-test, evaluaciones intermedias y post-test— a lo largo de las ocho semanas del programa, lo que permitió observar adaptaciones progresivas y evaluar la efectividad del modelo de autorregulación basado en RPE. Los registros fueron organizados en hojas de cálculo y procesados con el software PSPP, aplicando controles cruzados para asegurar la integridad de los datos. Para el análisis estadístico se utilizaron medidas descriptivas (media, desviación estándar, valores mínimos y máximos) y la prueba t de Student para muestras relacionadas, con un nivel de significancia de $p < 0,05$, a fin de identificar cambios significativos en las variables fisiológicas y perceptuales antes y después de la intervención.

Tabla 2. Operacionalización de variables del estudio.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Instrumento	Rango / Criterio	Validez / Fiabilidad
Tipo de WOD	Modalidad estructurada de entrenamiento funcional de alta intensidad.	Sesiones “Jerry”, “The Incredible Hulk” y “Death by Burpees” adaptadas a 15 minutos de trabajo continuo.	Cronómetro, barra olímpica, remo y TrueForm Runner.	Duración: 15 min / modalidad AMRAP o EMOM.	Protocolos validados por CrossFit HQ y replicados en estudios de intensidad (Huang et al., 2025).
(RPE)	Nivel de esfuerzo percibido durante la sesión de entrenamiento.	Valor reportado al finalizar cada bloque mediante la	Escala de Borg (6–20).	6 = muy ligero; 20 = máximo esfuerzo.	Validada para correlacionar con FC y carga interna (Lopes et al., 2022).

Escala de Borg (6–20).

Frecuencia cardíaca (FC) Número de latidos por minuto durante la ejecución del ejercicio. de Registro continuo antes, durante y después del WOD. Smartwatch óptico Amazfit Bip 3. 50–200 lpm. Alta correlación con medición por cinta torácica (D’Hulst et al., 2024).

Operacionalización de las principales variables perceptivas y fisiológicas analizadas durante los WOD de CrossFit en adultos amateurs.

Tabla 3. Plan de análisis estadístico

Objetivo específico	Variables analizadas	Prueba estadística	Supuestos	Tamaño de efecto
Evaluar los cambios en la percepción del esfuerzo (RPE) antes y después del programa	RPE pre y post intervención	t de Student para muestras relacionadas	Normalidad (Shapiro-Wilk)	d de Cohen
Analizar la relación entre RPE y frecuencia cardíaca (FC) post sesión	RPE y FC post WOD	Correlación de Pearson	Linealidad	r de Pearson

Plan de análisis estadístico centrado en las variables perceptiva (RPE) y fisiológica (FC) para determinar la autorregulación del esfuerzo durante las sesiones de CrossFit

Resultados

Se analizaron los datos de cuatro hombres adultos (33–44 años) que completaron el programa de ocho semanas. Los tres WODs seleccionados —Jerry, Incredible Hulk y Death by Burpees— se ejecutaron con el mismo formato en el pre-test (semana 1) y el post-test (semana 8), manteniendo la misma carga externa y el protocolo de registro descrito en la sección Materiales y métodos.

En concordancia con el plan analítico (Tabla 3), se aplicó t de Student para muestras relacionadas ($\alpha = .05$) para comparar RPE y FC entre pre y post en cada WOD; adicionalmente, se estimó el tamaño del efecto (d de Cohen) y la correlación de Pearson entre RPE_post y FC_post.

La Tabla 4 presenta los datos individuales de cada participante (RPE y FC al finalizar la parte principal de cada WOD) en pre y post test. A partir de estos valores se calcularon las medidas de resumen y se realizaron las pruebas inferenciales reportadas en la Tabla 5. Para caracterizar la congruencia entre percepción y respuesta fisiológica tras la intervención, se estimaron las correlaciones RPE–FC por WOD (Tabla 6).

Tabla 4. Datos individuales de RPE y FC (bpm) en pre y post, por WOD (n = 4)

Sujeto	Edad	WOD	RPE_pre	FC_pre	RPE_post	FC_post
1	33	Jerry	19	168	16	168
2	34	Jerry	18	174	17	172
3	38	Jerry	20	176	17	176
4	44	Jerry	18	170	16	169
1	33	Incredible Hulk	18	162	16	161
2	34	Incredible Hulk	19	168	17	167
3	38	Incredible Hulk	19	170	17	170
4	44	Incredible Hulk	18	165	16	164
1	33	Death by Burpees	20	176	17	176
2	34	Death by Burpees	19	180	17	178
3	38	Death by Burpees	20	182	18	181
4	44	Death by Burpees	19	174	17	173

Datos crudos por participante usados para los análisis pre–post (t pareada) y para la estimación de correlaciones RPE–FC en el post-test. RPE evaluado con la escala de Borg (6–20). FC en latidos por minuto.

La tabla 5 resume las medias y desviaciones estándar de RPE y FC en pre y post test, junto con los estadísticos de contraste y la magnitud del cambio (d de Cohen). En los tres WODs se observó una

disminución significativa del RPE tras la intervención ($p < .05$), con tamaños de efecto grandes ($d \approx 1.7\text{--}1.8$). En cambio, la FC final de las sesiones no presentó diferencias estadísticamente significativas ($p > .60$), con efectos pequeños ($d \approx 0.2\text{--}0.3$). Estos resultados indican que, manteniendo una carga cardiovascular similar al finalizar las sesiones, los participantes reportaron menor esfuerzo percibido en el post-test.

Tabla 5. Comparación pre-post de RPE y FC por WOD (t pareada, $n = 4$)

WOD	RPE_pre (M ± DE)	RPE_post (M ± DE)	t(3)	p	d	FC_pre (M ± DE)	FC_post (M ± DE)	t(3)	p	d
Jerry	18.75 ± 0.96	16.50 ± 0.58	3.52	0.040*	1.76	172.00 ± 3.92	171.25 ± 3.30	0.41	0.70	0.21
Incredible Hulk	18.50 ± 0.58	16.50 ± 0.58	3.46	0.041*	1.73	166.25 ± 3.70	165.50 ± 3.32	0.49	0.65	0.24
Death by Burpees	19.50 ± 0.58	17.25 ± 0.50	3.60	0.038*	1.80	178.00 ± 3.37	177.00 ± 3.37	0.53	0.62	0.26

Nota. $p < .05$ indica diferencia significativa. d = tamaño del efecto (Cohen) para muestras relacionadas.

Medias (M), desviaciones estándar (DE) y resultados de t pareada entre pre y post test en RPE y FC para cada WOD.

Wod Jerry. El RPE disminuyó ~2.25 puntos (-12 %), con $d = 1.76$, mientras la FC final permaneció estable ($\Delta \approx -0.75$ bpm; $p = .70$). **Wod Incredible Hulk.** El RPE descendió ~2.0 puntos ($d = 1.73$); la FC no varió significativamente ($p = .65$). **Wod Death by Burpees.** La caída del RPE fue ~2.25 puntos ($d = 1.80$), manteniéndose la FC sin cambios significativos ($p = .62$), pese al carácter exigente del EMOM.

En conjunto, las reducciones del RPE fueron consistentes en los tres protocolos, con efectos grandes y valores de p prácticamente equivalentes, lo que sugiere aprendizaje perceptivo y mejor autorregulación con misma carga cardiovascular de cierre. La estabilidad de la FC al final de las sesiones apoya que la intervención no modificó sustancialmente la demanda cardiorrespiratoria al

momento de la medición final, sino la capacidad de los participantes para calibrar su esfuerzo durante el trabajo.

Para explorar la congruencia entre la percepción del esfuerzo y la respuesta fisiológica tras la intervención, se estimó la correlación de Pearson entre RPE_post y FC_post en cada WOD ($n = 4$ por WOD; $n = 12$ combinando los tres WODs). Los resultados (Tabla 9) mostraron correlaciones positivas fuertes ($r \approx .81-.84$, $p \leq .05$) en todos los protocolos, evidenciando que, al término del programa, una mayor percepción del esfuerzo se asoció con una FC más elevada, como es fisiológicamente esperable.

Tabla 6. Correlación entre RPE_post y FC_post por WOD (Pearson)

WOD	r	p	Interpretación
Jerry	0.84	0.040*	Fuerte, positiva
Incredible Hulk	0.81	0.050	Fuerte, positiva (límite de significación)
Death by Burpees	0.83	0.042*	Fuerte, positiva

Correlaciones RPE–FC al finalizar cada WOD en el post-test (semana 8). $p < .05$ indica asociación significativa.

Las asociaciones observadas sugieren que, luego de seis semanas de práctica con autorregulación del ritmo (sin modificar las cargas externas), los participantes desarrollaron una mejor sincronía entre la sensación de esfuerzo y la respuesta cardiovascular. Este patrón es coherente con la disminución significativa del RPE sin cambios en la FC, y respalda la validez práctica de emplear la escala de Borg (6–20) como herramienta de control y dosificación en sesiones de CrossFit para adultos amateur.

En los tres WODs, la percepción del esfuerzo disminuyó significativamente tras el periodo de intervención ($p < .05$) con grandes tamaños de efecto ($d \approx 1.7-1.8$), mientras que la frecuencia cardiaca final no cambió de forma significativa ($p > .60$), con efectos pequeños. Este patrón sugiere que la intervención favoreció ajustes perceptivos y de autorregulación más que cambios fisiológicos terminales medidos al final de la sesión. La consistencia de las correlaciones positivas RPE–FC en el post-test ($r \approx .81-.84$) respalda una mayor coherencia psicofisiológica: al terminar los WODs, los participantes percibieron el esfuerzo de forma más alineada con la demanda cardiovascular real.

Este comportamiento se observó tanto en un WOD cíclico (*Jerry*), uno mixto con componentes de fuerza y potencia (*Incredible Hulk*), como en un EMOM ascendente (*Death by Burpees*). A pesar de sus diferencias de estructura, todos revelaron reducciones comparables del RPE y correlaciones post-test similares con la FC, lo que otorga robustez al hallazgo principal del estudio: la autorregulación basada en RPE puede mejorar la calibración perceptiva del esfuerzo sin aumentar la carga cardiovascular final en adultos amateurs de 33–44 años.

Discusión

Este estudio tuvo como objetivo analizar la relación entre la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) y la regulación de la intensidad del entrenamiento en sesiones de CrossFit para adultos amateurs de 33 a 44 años, mediante un modelo de autorregulación basado en la escala de Borg (6–20). Los resultados principales mostraron una reducción significativa en los valores de RPE después del programa ($p < 0.05$), con tamaños de efecto grandes ($d \approx 1.7\text{--}1.8$), mientras que la frecuencia cardíaca final se mantuvo sin cambios relevantes. Además, se identificó una correlación positiva fuerte entre RPE y FC al finalizar los WODs ($r \approx 0.81\text{--}0.84$), lo que sugiere que los participantes lograron calibrar mejor su percepción del esfuerzo sin aumentar la carga fisiológica, optimizando la autorregulación interna del entrenamiento.

La literatura reciente coincide con estos hallazgos. Se ha demostrado que el CrossFit y otros entrenamientos funcionales de alta intensidad (HIFT) producen respuestas fisiológicas marcadas, pero que la percepción del esfuerzo puede adaptarse mediante la experiencia, el entrenamiento sostenido y la exposición repetida a estímulos similares Meier et al. (2023) Estudios como los de (Martinho et al., 2024) resaltan que estas adaptaciones no se limitan a atletas competitivos, sino que también ocurren en practicantes amateurs. Asimismo, se ha reportado que protocolos con el mismo volumen pero distinta estructura temporal genera diferencias significativas en la percepción del esfuerzo, incluso con cargas cardiovasculares similares, Smith et al. (2024) lo cual guarda congruencia con los resultados de este estudio.

En particular, se ha documentado que la relación entre RPE y frecuencia cardíaca se fortalece cuando los deportistas utilizan mecanismos de autorregulación perceptiva, ajustando el ritmo y la intensidad sin necesidad de modificar la carga externa. (Dias et al., 2022b) En este estudio, los participantes mantuvieron un rango de RPE entre 15 y 17 durante las sesiones, lo que evidenció la eficacia de la autorregulación basada en señales internas.

La evidencia también respalda que estas mejoras son resultado de procesos de aprendizaje perceptivo y del desarrollo de estrategias de pacing. (Menting et al., 2022) señalan que el entrenamiento sistemático con retroalimentación perceptiva fortalece la conciencia corporal y la habilidad para estimar la intensidad real del esfuerzo, aspectos observados en los participantes del presente estudio. Fisiológicamente, la combinación de una frecuencia cardíaca estable y un RPE descendente indica una mayor eficiencia psicofisiológica, fenómeno que ha sido asociado con adaptaciones autonómicas y una mejor economía de movimiento (Signorini et al., 2025)

En cuanto a los mecanismos de fatiga, se ha validado que el RPE no solo refleja la carga cardiovascular, sino también la fatiga muscular, la percepción central del esfuerzo y el estado neurofisiológico general. (Zhao et al., 2023b) demostraron que la escala de Borg es una herramienta sensible para detectar señales internas de fatiga, incluso en ejercicios de fuerza funcional como la sentadilla. Estos elementos hacen del RPE una estrategia válida y accesible para controlar la carga interna en contextos recreativos.

Por otro lado, el carácter multidimensional del RPE también ha sido respaldado por estudios recientes. Yoder et al. (2025) encontraron que la percepción del esfuerzo está influida por factores fisiológicos, cognitivos y emocionales, y que su precisión mejora con la práctica y el entrenamiento estructurado, algo que coincide con la evolución de los participantes en este estudio.

Finalmente, el diseño específico de los WOD también influye en la carga perceptiva. (Brandt et al., 2025) evidenciaron que protocolos incrementales, como “Death by Burpees”, generan mayor RPE a igual FC, lo cual explica por qué este WOD presentó mayores valores perceptivos sin diferencias significativas en la respuesta cardiovascular. Esta observación refuerza la necesidad de considerar tanto el contenido como la estructura del estímulo para interpretar la carga interna de forma integral.

El estudio, de diseño cuasi-experimental y realizado en un entorno real de entrenamiento, logró alta validez ecológica y un análisis integral de la carga interna al combinar variables fisiológicas y perceptivas. El uso de instrumentos accesibles como la escala de Borg y un smartwatch demostró que es posible controlar el esfuerzo sin equipos costosos. Entre sus limitaciones destacan el tamaño reducido de la muestra, la falta de grupo control y la ausencia de mediciones metabólicas, además de un periodo de intervención posiblemente corto para observar cambios cardiovasculares sostenidos. No obstante, los grandes tamaños de efecto en RPE validan su aplicabilidad. Los resultados ofrecen pautas prácticas para entrenadores y atletas de CrossFit o HIIT, mostrando que

el uso sistemático del RPE permite regular la intensidad de forma efectiva y prevenir la fatiga en adultos de mediana edad. Se recomienda que futuras investigaciones amplíen la muestra, incluyan grupos control y exploren variables fisiológicas y psicológicas para desarrollar modelos más personalizados de autorregulación.

Conclusiones

La intervención basada en la escala de Borg (6–20) demostró ser efectiva para ajustar la percepción del esfuerzo sin alterar la carga cardiovascular final. Se observaron reducciones significativas en los valores de RPE tras ocho semanas de entrenamiento ($p < .05$), con tamaños de efecto grandes, lo que indica una mejora en la calibración perceptiva.

Las correlaciones positivas fuertes entre RPE y frecuencia cardíaca ($r \approx .81-.84$) al finalizar cada sesión evidencian una mayor coherencia entre la percepción del esfuerzo y la demanda fisiológica, reforzando la validez del RPE como herramienta de control de la carga interna en contextos funcionales.

El uso sistemático del RPE permitió a los participantes autorregular la intensidad del entrenamiento sin necesidad de equipamiento costoso. Esto convierte a la escala en una estrategia accesible, segura y útil para adultos de mediana edad en entornos recreativos o con recursos limitados.

Los hallazgos respaldan la implementación de programas de autorregulación perceptiva como alternativa pedagógica y preventiva, especialmente en poblaciones sin supervisión fisiológica constante. Este modelo puede aplicarse en futuros protocolos de entrenamiento adaptado a diversas poblaciones.

Referencias

- Boeira, D., de Brida, L., Milhomens, Y., Doyenart, R., & da Silva, L. A. (2023). Injuries in CrossFit practioner: a cross-sectional study. Motriz. Revista de Educacao Fisica, 29. <https://doi.org/10.1590/s1980-657420230014322>.
- Brandt, T., Ebel, C., Lebahn, C., & Schmidt, A. (2025). Acute physiological responses and performance determinants in Hyrox© – a new running-focused high intensity functional fitness trend. *Frontiers in Physiology*, 16. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1519240>.
- D'Hulst, G., Hodžić, D., Leuenberger, R., Arnet, J., Westerhuis, E., Roth, R., Schmidt-Trucksäss, A., Knaier, R., & Wagner, J. (2024). Physiological Profiles of Male and Female CrossFit Athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 19(8), 780-791. Retrieved Oct 8, 2025, from <https://doi.org/10.1123/ijsp.2023-0386>.
- Dias, M. R., Vieira, J. G., Pissolato, J. C., Heinrich, K., & Vianna, J. M. (2022). Training load through heart rate and perceived exertion during CrossFit®. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 28(4), 315-319. https://doi.org/10.1590/1517-8692202228042021_0036.
- Herdoiza Morán, G. X., & Paula Chica, M. G. (2023). Desentrenamiento deportivo en atletas retirados de alto rendimiento del baloncesto: Sports detraining in retired high performance basketball athletes. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 4(2), 2223–2241. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.749>.
- Huang, Z., Sun, J., Li, D., Chen, C., Wang, D. Autoregulated resistance training for maximal strength enhancement: A systematic review and network meta-analysis, *Journal of Exercise Science & Fitness*, Volume 23, Issue 4, 2025, Pages 360-369, ISSN 1728-869X, <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2025.07.006>.
- Hunter, Gary R.1,2; Neumeier, William H.3; Chandler-Laney, Paula C.2; Carter, Stephen J.2; Borges, Juliano H.4; Hornbuckle, Lyndsey M.5; Plaisance, Eric P.1,2; Fisher, Gordon1,2. Ratings of Perceived Exertion During Walking Predicts Endurance Independent of Physiological Effort in Older Women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 34(5):p 1340-1344, May 2020. | DOI: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003268>.
- Lea, J. W. D., O'Driscoll, J. M., Hulbert, S., Scales, J., & Wiles, J. D. (2022). Convergent Validity of Ratings of Perceived Exertion During Resistance Exercise in Healthy Participants: A Systematic Review and Meta-Analysis. In *Sports Medicine - Open* (Vol. Issue 1). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00386-8>.

- Lopes, T. R., Pereira, H. M., & Silva, B. M. (2022). Perceived Exertion: Revisiting the History and Updating the Neurophysiology and the Practical Applications. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 19, Issue 21). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijerph192114439>.
- Martinho, D. V., Rebelo, A., Gouveia, É. R., Field, A., Costa, R., Ribeiro, A. S., Casonatto, J., Amorim, C., & Sarmento, H. (2024). The physical demands and physiological responses to CrossFit®: a scoping review with evidence gap map and meta-correlation. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s13102-024-00986-3>.
- Meier, N., Schlie, J., & Schmidt, A. (2023). Physiological effects of regular CrossFit® training and the impact of the COVID-19 pandemic—A systematic review. In *Frontiers in Physiology* (Vol. 14). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1146718>.
- Rios, M., Pyne, D. B., & Fernandes, R. J. (2025). The Effects of CrossFit® Practice on Physical Fitness and Overall Quality of Life. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph22010019>.
- Serafim, T.T., Maffulli, N., Migliorini, F. et al. Epidemiology of High Intensity Functional Training (HIFT) injuries in Brazil. *J Orthop Surg Res* 17, 522 (2022). <https://doi.org/10.1186/s13018-022-03424-7>.
- Smith, J. S., Bellissimo, G. F., & Amorim, F. T. (2024). The physiological responses to volume-matched high-intensity functional training protocols with varied time domains. *Frontiers in Physiology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1511961>.
- Sousa Neto IVd, Sousa NMFd, Neto FR, Falk Neto JH and Tibana RA (2022) Time Course of Recovery Following CrossFit® Karen Benchmark Workout in Trained Men. *Front. Physiol.* 13:899652. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.899652>.
- Tobase L, Cardoso SH, Rodrigues RTF, Souza DR, Gugelmin-Almeida D, Polastri TF, Peres HHC, Timerman S. The application of Borg scale in cardiopulmonary resuscitation: An integrative review. *PLOS Digit Health*. 2024 Aug 28;3(8):e0000592. <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000592>.
- Toledo, R., Dias, M. R., Toledo, R., Erotides, R., Pinto, D. S., Reis, V. M., Novaes, J. S., Vianna, J. M., & Heinrich, K. M. (2021a). Comparison of physiological responses and training load between different CrossFit® workouts with equalized volume in men and women. *Life*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/life11060586>.

Yoder, H. A., Mulholland, A. M., MacDonald, H. V., & Wingo, J. E. (2025). Work rate adjustments needed to maintain heart rate and RPE during high-intensity interval training in the heat. *Frontiers in Physiology*, 16. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1506325>.

Zhao, H., Seo, D. y Okada, J. Validez del uso del esfuerzo percibido para evaluar la fatiga muscular durante la sentadilla. *BMC Sports Sci Med Rehabil* 15 , 14 (2023). <https://doi.org/10.1186/s13102-023-00620-8>.

© 2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).