

# MÉTODOS DE CUANTIFICACIÓN DE LA CARGA INTERNA EN CROSSFIT

CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD  
FÍSICA Y DEL DEPORTE (CAFD)



Alumno: **Carlos Canales Román**

Tutor Académico: **Rafael Sabido Solana**

Universidad Miguel Hernández  
2017 - 2108

---

## ÍNDICE

1. CONTEXTUALIZACIÓN .....	2
2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN (METODOLOGÍA) .....	3
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA (DESARROLLO) .....	4
4. DISCUSIÓN .....	5
5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN .....	9
6. BIBLIOGRAFÍA .....	15
7. ANEXOS.....	17



## 1. CONTEXTUALIZACIÓN

El objetivo de este TFG es conocer los métodos de cuantificación y control de la carga interna en CrossFit que se implementan hoy en día. Además, se centra en métodos asequibles para cualquier entrenador o atleta, y varios de ellos he podido implementarlo yo mismo durante 2 meses para comprobar su manejo y fiabilidad, por ello en el apartado de aplicabilidad, expondré algunas imágenes de como he podido implimentarlo. A partir de algunos de los métodos de carga interna se pueden estipular la carga Eterna.

Para empezar y darle forma a este trabajo, tenemos que introducir que es el CrossFit y que hace del mismo la necesidad de buscar métodos de monotorización y cuantificación de la carga interna.

CrossFit es ampliamente reconocido como uno de los modelos de mayor crecimiento de entrenamiento funcional de alta intensidad y así lo demuestra su página web oficial ([map.crossfit.com](http://map.crossfit.com)), donde muestra la cantidad de centros de CrossFit (Box) en el mundo, vemos que están ubicadas en 142 países, en 7 continentes con más de 10,000 afiliados (Beers, 2014). Este programa de fuerza y acondicionamiento se usa para optimizar la competencia física en 10 dominios de actividad física: (1) *resistencia cardiovascular / respiratoria*, (2) *resistencia*, (3) *fuerza*, (4) *flexibilidad*, (5) *potencia*, (6) *velocidad*, (7) *coordinación*, (8) *agilidad*, (9) *equilibrio* y (10) *precisión*. El entrenamiento CrossFit generalmente se realiza con movimientos funcionales de alta intensidad llamados "entrenamiento del día" / "Work Of the Day" (WOD). En estas sesiones de entrenamiento, los ejercicios de alta intensidad se ejecutan de forma rápida, repetitiva y con poco o ningún tiempo de recuperación entre series. Con el enfoque en movimientos funcionales constantemente variables, el entrenamiento de CrossFit usa los principales elementos de la gimnasia (Gymnastic - Ejercicios de equilibrio o las anillas), ejercicios de levantamiento de pesas (Weightlifting - Sentadillas con barra y prensas) y actividades cardiovasculares (Metabolic - Correr o remar) como ejercicios (Fisker et al. 2016).

CrossFit también se considera una opción para el entrenamiento de intervalos de alta intensidad (HIIT). En consecuencia, HIIT se ha convertido en una de las 3 mejores y más demandadas tendencias mundiales de fitness desde 2013 según la encuesta anual de American College Sports Medicine (ACSM). Sin embargo, un documento de consenso producido por el Consorcio para la Salud y el Desempeño Militar (CHAMP) y el ACSM asociaron una potencial emergencia de un alto riesgo de lesión con programas como CrossFit (Thompson, 2014). Si bien se reconocieron las influencias positivas en la composición corporal y la forma física, el consenso destacó un "riesgo de lesiones musculoesqueléticas desproporcionado de estos programas exigentes, en particular para los participantes novatos, lo que resulta un gasto en tratamiento médico y rehabilitación extensa".

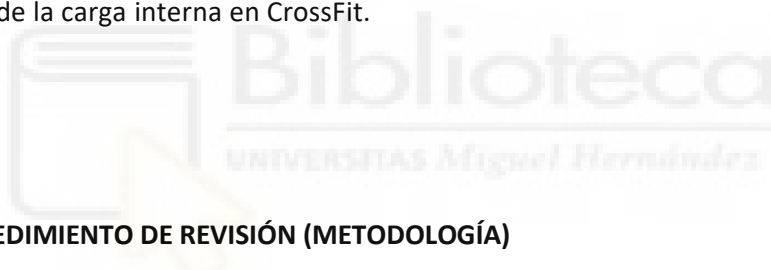
Esta situación de sobrecarga puede conducir a la fatiga temprana, estrés oxidativo adicional, menor resistencia a la tensión de ejercicio repetitivo posterior, mayor percepción de esfuerzo y ejecución de movimientos inseguros, por ello la importancia del control de la carga y la búsqueda de nuevos métodos. Además, este contexto de entrenamiento asociado con la progresión inadecuada de la carga de entrenamiento aumenta el riesgo de lesiones por uso excesivo, extralimitación y sobreentrenamiento. Los autores del consenso sugirieron, como una posible solución, el monitoreo individual de la carga de entrenamiento para minimizar estos riesgos (Thompson, 2014).

A pesar de los riesgos propuestos de CrossFit, otros han sugerido que los programas de entrenamiento funcional de alta intensidad, incluido CrossFit, tienen un potencial de lesiones similar o menor que muchas actividades de entrenamiento físico tradicional (Bergeron et al. 2011). Sin embargo, los autores también declararon que se debe controlar el volumen de entrenamiento para reducir el riesgo de lesiones. Para que se produzca un proceso de capacitación y adaptación efectivos, es necesario la monitorización, la cuantificación y la regulación de la carga de entrenamiento (Borresen et al. 2009).

Aunque la causa de la lesión es multifactorial, la suma de la carga que impone una fuerza que excede la capacidad del tejido biológico involucrado puede causar lesiones. Para atenuar este resultado perjudicial, un enfoque integrado que incorpore el monitoreo individual específico, la cuantificación y la regulación puede ayudar a disminuir el riesgo de lesión (Borresen et al. 2009).

En la actualidad, el control de la carga de entrenamiento se basa en los antecedentes anecdóticos y científicos del entrenador, que pueden ser muy variados en todo el mundo y hasta ahora, la literatura científica actual sobre CrossFit se ha basado en estudios que investigaron los efectos de CrossFit sobre la composición corporal, los parámetros psicofisiológicos, el riesgo de lesiones musculoesqueléticas, aspectos de la vida y la salud y el comportamiento psicosocial.

El objetivo de este TFG es realizar una revisión bibliográfica sobre los métodos de cuantificación de la carga interna en CrossFit.



## **2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN (METODOLOGÍA)**

Para esta revisión bibliográfica, se ha realizado una búsqueda en diversas bases de datos ampliamente conocidas y usadas por los investigadores.

1. Google Académico (<https://scholar.google.com/>)
2. Pubmed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>)
3. Researchgate (<https://www.researchgate.net/>)

Además, de los recursos materiales de algunas asignaturas utilizados durante la carrera.

1. Metodología del entrenamiento.
2. Planificación del entrenamiento deportivo.
3. Prescripción de actividad física para la salud.
4. Nuevas tecnologías y tendencias del acondicionamiento Físico

El método a seguir dentro de las diferentes bases de datos utilizadas ha sido intentar buscar artículos de métodos de cuantificación de la carga en CrossFit con diferentes palabras, para intentar ampliar un poco más la muestra, siendo usadas "Monitoring training load in Crossfit", "Internal training load in Crossfit" y "Quantification of training load Crossfit". La primera selección fue un total de 62 artículos, de los cuales a partir de los títulos y el *abstract*, se procedió a la lectura de 18 más relevantes para esta revisión, dejando para esta revisión 6 artículos que tenían una implicación directa, ya que usaban métodos parecidos y prácticos vistos además durante la carrera.

La selección final tan ajustada ha sido por los siguientes criterios de selección;

- Estudios publicados a partir del año 2015\*
- Estudios publicados en revistas internacionales en lengua inglesa.
- Estudios desarrollados con WODs oficiales.
- Estudios con implementación en campo (No en laboratorio).
- Estudios reproducibles sin alto coste en material.

\*Esta revisión cuenta con un artículo del 2013 por haberse dado en una asignatura.

### 3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA (DESARROLLO)

Encontraremos una tabla-resumen al final del texto (Anexo Tabla Bibliográfica) ordenados por orden cronológico ascendente desde 2013, donde incluyen los apartados: Autor, muestra, método, evaluación final-material y resultados-conclusiones.

**Sujetos:** Encontramos distribuidos en un 33% cada franja de sujetos menores a 10 sujetos por artículo, entre 10 y 24 sujetos y de 25 a 34 sujetos.

**Edad:** Todos los sujetos eran mayores de edad, y el mínimo de edad ha sido de 22 años, llegando al máximo de 34 años. Obteniendo una edad media de 30 años en los estudios.

**Duración:** Han sido estudios cortos, con una media entre 2 y 4 semanas, exceptuando un estudio de 16 semanas, que era el preparatorio para una competición.

**Métodos de control:** De los 6 artículos expuestos, las variables estudiadas se repiten en varios de ellos, pudiendo sacar conclusiones de HRV en 3 artículos, Lactato en 3 artículos, RPE en 3 artículos y CMJ en un artículo. Además de otras variables como FC y VO2 a modo de ejemplo.

**Aplicación:** Uno de los objetivos de este TFG es la aplicabilidad, por tanto, estas variables tienen un 100% de aplicabilidad en el campo a bajo coste, sin necesidad de laboratorio.

#### **4. DISCUSIÓN**

La base y el objetivo de esta revisión es sobre los métodos de cuantificación de la carga interna en CrossFit, pero antes debemos explicar cuales son las cargas de entrenamiento y que se diferencian entre ellas.

Existen dos tipos de cargas, la carga interna y la carga externa. Si empezamos por la carga externa que ha sido la más tradicional de cuantificar a lo largo del tiempo, se podría definir como el trabajo realizado por el atleta, medido independientemente de sus características internas (Wallace et al. 2009). Un ejemplo de carga externa en CrossFit sería la realización de un WOD en un determinado tiempo, es decir, realizar un "FRAN" donde vas a realizar 21/15/9 Thruster y Dominadas. Si bien la carga externa es importante para comprender el trabajo realizado y las capacidades del atleta, la carga interna se puede describir como el estrés fisiológico opuesto a los jugadores y puede medirse a través de variables fisiológicas (Eniseler et al. 2005), por tanto, es fundamental para determinar la carga de entrenamiento y la adaptación posterior (Pyne et al. 2011)

Las cargas externas e internas comprenden la carga de entrenamiento del atleta, y una combinación es esencial para el monitoreo del entrenamiento. De hecho, puede ser la relación entre las cargas externas e internas lo que puede ayudar a revelar la fatiga. Por ejemplo, utilizando la carga externa mencionada anteriormente, el ritmo de ejecución de las rondas podría mantenerse durante la misma duración dependiendo de la carga interna del atleta, por ejemplo, el estado de fatiga, el consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>max), la Frecuencia Cardíaca (FC), el nivel de Lactato, su Percepción del Esfuerzo (RPE) y como veremos también su Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca en ese momento (HRV). Esta relación de cargas externas e internas pueden ayudar a diferenciar entre un atleta fresco y uno fatigado (Pyne et al. 2011)

A partir de aquí vamos a tratar diferentes métodos de cuantificación de la carga, en este caso vamos a tratar la carga interna en CrossFit.

#### **VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDIACA (HRV)**

La prevalencia e impacto negativo de las lesiones por uso excesivo en deportes competitivos resalta la necesidad de sistemas de monitoreo que puedan reflejar con exactitud las adaptaciones evolutivas de los atletas a estímulos de entrenamiento (Gisselman et al. 2016). La Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (HRV) es una herramienta popular para controlar la adaptación al bienestar y la formación en atletas (Bellenger et al. 2016). La HRV implica la medición de la variación entre latidos cardíacos individuales a lo largo de ciclos cardíacos consecutivos, y esta variación puede proporcionar una estimación de la actividad del sistema nervioso autónomo (SNA) de una persona. El surgimiento de aplicaciones y tecnologías para teléfonos inteligentes ha aumentado drásticamente el acceso a la medición de HRV, de modo que ahora se puede registrar con precisión utilizando solo un dispositivo de teléfono inteligente (Plews et al. 2017).

El SNA juega un papel dinámico en la regulación del dolor, la inflamación y la reparación de los tejidos. Por tanto, algunos autores han postulado que la monitorización de la HRV, como medida indirecta de la homeostasis del SNA, tiene el potencial de indicar signos tempranos de sobrecarga tisular somática antes del inicio del dolor o una lesión completamente desarrollada

(Gisselman et al. 2016). Se hipotetiza que, en relación con las mediciones basales de HRV de cada atleta, los desequilibrios en el sistema nervioso parasimpático y simpático pueden indicar que un atleta se encuentra en un estado de reparación y recuperación continuas frente a un atleta que se adapta positivamente a la carga de entrenamiento (Gisselman et al. 2016). Por lo tanto, las mediciones de HRV se pueden utilizar para mejorar nuestra comprensión de los mediadores y moderadores en la relación entre la carga de trabajo y la lesión (Windt et al. 2017).

Las lesiones por uso excesivo se cree que es el tipo de lesión predominante en los deportes que involucran altos volúmenes de patrones de movimiento repetitivos, y / o altas cargas de entrenamiento, por ello es probable que estos factores prevalezcan en CrossFit, especialmente para los atletas competitivos que entrenan muchas más horas que los no competidores (Clarsen et al. 2013).

El uso de la HRV en la prescripción de CF se basa en la idea de que se necesita disminuir la intensidad del entrenamiento cuando la actividad vagal cardíaca difiere significativamente de su actividad habitual. Para distinguir entre el tono vagal anormal y normal, se debe establecer una línea base. Para hacer esto, antes de todas las pruebas previas, los participantes deben de completar un período de recolección de datos de su HRV basal de dos semanas previas, donde se les dirá que continúen sus actividades diarias normales. (Drake, 2018)

Por tanto, uno de los métodos que está siendo más trascendental en este campo de la HRV por su uso poco complejo y el reducido coste es la fotopletimografía (PPG). Se usa para adquirir mediciones de HRV a través de una aplicación de teléfono inteligente disponible comercialmente conocida como "HRV4training" (<http://www.hrv4training.com>). Se ha demostrado que este método tiene un acuerdo aceptable con la banda de frecuencia cardíaca y los métodos de electrocardiografía (Sean et al. 2017).

Además, ahora está claramente establecido que la intensidad esta relacionada con la HRV inmediata posterior al ejercicio. Por otra parte, se ha demostrado que inmediatamente después del ejercicio, la HRV no se vio afectada por el aumento de la duración del ejercicio, por tanto, la duración de los niveles de la HRV después del ejercicio para volver a los valores basales preliminares, parecen más largos después de inducir a un ejercicio de una mayor demanda metabólica, es decir, mayor intensidad.

Es en este punto donde encontramos el principal interés de un nuevo método, que incluye medidas de HRV desde tres puntos que proporcionan una amplia gama de información. Primero, medida de HRV 5 min antes del ejercicio, que refleja el estado físico / fatiga a corto plazo del atleta y que ha sido supervisado a diario por el atleta. Segundo, medida de HRV 5 min después del ejercicio, lo cual está fuertemente vinculado a la intensidad del ejercicio. Tercero, medida de HRV 30 min después del ejercicio que refleja la capacidad aguda de recuperación del SNA del atleta (Saboul et al. 2015)

Después de 4 semanas tomando datos con el protocolo, se deberá recalcular una nueva línea basal ya que los sujetos han sufrido un cambio con una adaptación, sea positiva o negativa. Por tanto, a través de SWC obtendremos nuevos umbrales. (Drake, 2018)

## **CONTRA MOVIMIENTO JUMP (CMJ)**

La fatiga muscular se define como la incapacidad del sistema neuromuscular para producir energía alrededor de una articulación (Rodacki et al. 2002). Entre los mecanismos que dan lugar a la fatiga está la inhibición de la contracción muscular debido a la acumulación de productos metabólicos finales como el lactato (McCully et al. 2002). El aumento de las concentraciones de lactato disminuye la capacidad contráctil del músculo (Smilios et al. 2010) debido a la acumulación de iones de hidrógeno que reduce el pH y genera acidosis metabólica y la inhibición de la fosfofructocinasa (PFK). La fatiga muscular reflejada por variables mecánicas (fuerza, velocidad y potencia de salida) es el resultado de las propiedades contráctiles dañadas del músculo o de su control neuromuscular (Bobbert et al. 2001). Uno de los métodos más utilizados para cuantificar la fatiga neuromuscular en términos de variables mecánicas dadas es calcular la pérdida de capacidad muscular para generar potencia después del ejercicio en la prueba de salto contramovimiento (CMJ) (Sanchez-Medina et al. 2011)

A partir de aquí podemos ver que la fatiga muscular puede ser medida durante un CMJ en una plataforma de fuerza portátil donde una pérdida de la altura del salto y de la fuerza en un test de CMJ durante una sesión de ejercicio, han sido usadas para indicar la fatiga neuromuscular. Durante el salto completo, este software mide tiempo en segundos (eje X) y la fuerza expresada como el peso corporal del sujeto (eje Y). Por consiguiente, cuando el participante se paraba en la plataforma, la fuerza era 1. El salto empezaba cuando una caída abrupta en este valor de 1 (equivalente al peso del sujeto inmóvil), y esto también era el comienzo de la fase ECC. El salto finalizaba cuando el sujeto detenía el contacto con la plataforma (eje X = 0) (Maté-Muñoz et al. 2017)

De este mismo modo, hoy en día se puede realizar el mismo test fuera del laboratorio a través de la aplicación "My Jump 2" donde a través de un teléfono inteligente con una cámara de alta velocidad capaz de grabar a 120 Hz y calcular directamente la altura de salto (Balsalobre-Fernández et al. 2015)

## **LACTATO**

La concentración de Lactato sanguíneo [La] es uno de los parámetros más frecuentemente medidos durante las pruebas de ejercicio clínico, así como durante las pruebas de rendimiento de los atletas. Este hecho es por la importancia que tiene en la prescripción de las diferentes intensidades de ejercicio (Belli et al. 2007)

En los últimos 35 años, se han establecido pruebas incrementales de ejercicio gradual para detectar el rendimiento de resistencia en función de una curva de rendimiento de lactato y la aplicación de varios conceptos diferentes de umbral de lactato. La mayoría de estos conceptos de lactato tienen el objetivo de aproximar la producción de potencia alcanzada en el estado estable de lactato máximo (PMLSS), que es un criterio del rendimiento de resistencia (Heck et al. 2008)

El paradigma actual del metabolismo del Lactato fue originado en 1984 por George Brooks (Brooks, 1985). Desde su introducción, esta hipótesis ha sido respaldada repetidamente por estudios que utilizan una amplia variedad de enfoques experimentales. Postula que la formación y su posterior distribución por todo el cuerpo es un mecanismo importante mediante el cual se



puede lograr la coordinación del metabolismo intermedio en diferentes tejidos y diferentes células dentro de esos tejidos (Gladden et al. 2004). La importancia del lactato como combustible de carbohidratos se ve subrayada durante el ejercicio de intensidad moderada (Brooks, 2000)

Por tanto, este método ha sido usado en muchas disciplinas, también en CrossFit diseñando estudios o pruebas de campo para determinar las respuestas metabólicas (las concentraciones del lactato sanguíneo). Donde podemos encontrar resultados que indican la alta intensidad de trabajo, reflejada por los niveles del lactato sanguíneo en las tres modalidades de CrossFit, (G) gimnástico, (M) acondicionamiento metabólico y (W) levantamiento de pesas. (Mate-Muñoz et al. 2017).

Para medir las concentraciones de lactato en sangre (La), los sujetos fueron analizados a partir de muestras de sangre capilarizada de 25 ml extraídas del lóbulo de la oreja y se analizaron con un dispositivo portátil para ambos WOD, "Fran" y "Cindy", las muestras se tomaron antes del comienzo, al final del WOD y durante la fase de recuperación (Fernandez-Fernandez et al. 2015).

La intensidad vigorosa de un entrenamiento de CrossFit fue respaldada por los valores tomados de Lactato. Los valores absolutos promediaron 15.9 para los hombres y 12.4 para las mujeres, lo que indica que los sujetos estaban muy por encima de su umbral de lactato (Paige et al. 2013).

### **ESCALA DE PERCEPCIÓN DEL ESFUERZO (RPE)**

Uno de los métodos más usados por su baja complejidad y rapidez es el método basado en el Rating of Perceived Exertion (RPE) (Foster et al., 2001). Este método, conocido como método RPE de sesión, donde se toma en consideración tanto la intensidad como la duración de una sesión de entrenamiento. Básicamente, el atleta debería responder una pregunta simple: "¿Cuánto de intenso te ha resultado el entrenamiento?" Usando la escala RPE 0 – 10 modificada o 6 – 20.

Además, las características de los sujetos, como el sexo, la edad, el nivel de condición física y el nivel de experiencia, también podrían influir en el RPE. Otras influencias aparecen con factores ambientales tales como: escuchar música, ver imágenes y videos, comentarios e instrucciones sobre el ejercicio, variación de las escalas del RPE, hipnosis, temperatura ambiental, altitud, glucemia, consumo de productos farmacológicos y / o dopantes, cafeína, energía, bebidas alcohólicas, bebidas con chocolate con leche, ayuno de Ramadán y movilización de recursos atencionales (Haddad et al. 2014).

Esto proporciona evidencia adicional de que el RPE no es totalmente independiente de las señales sensoriales eferentes o aferentes. Por otro lado, la influencia de estos factores podría observarse durante el entrenamiento de alta intensidad o sobreentrenamiento. Estos diversos factores podrían alterar la percepción de la intensidad del ejercicio; sin embargo, la literatura científica apoya la validez del RPE como indicador de la intensidad del ejercicio a pesar de cualquier posible influencia de los factores contribuyentes como se describió anteriormente. La buena confiabilidad y consistencia interna del RPE en varios deportes y activos físicos con hombres y mujeres de diferentes categorías de edad (niños, adolescentes y adultos) entre varios

niveles de experiencia muestra claramente la utilidad del método RPE de sesión para fines de monitoreo eficiente. Además, se correlaciona bien con otros métodos basados en la frecuencia cardiaca (FC). (Haddad et al. 2014).

Para medir el esfuerzo percibido (RPE), los sujetos usaron la escala CR10 Borg RPE (Foster et al., 2001) y las mediciones se tomaron al final del entrenamiento "Fran" y cada 7 minutos durante el entrenamiento "Cindy" (3 valores en total). Los resultados mostraron que ambos WOD son entrenamientos de alta intensidad, alcanzando el 90-95% de FCmax y valores de RPE > 8 (Fernández-Fernández et al. 2015)

Después de tomar su medición diaria de HRV cada mañana, los atletas fueron obligados a registrar la intensidad (usando el Borg CR-10 modificado) escala de calificación del esfuerzo percibido [RPE]; y la duración (minutos) del entrenamiento de su día anterior, registrándolo a través de la aplicación. Sesión RPE (sRPE) se derivó multiplicando el RPE y duración de la sesión para proporcionar un valor de carga de trabajo en arbitrario unidades, obteniendo la Carga de entrenamiento (Sean et al. 2017).

## **5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN**

### **VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDIACA (HRV)**

La primera propuesta de intervención de este método de HRV, está extraída del artículo (Sean et al. 2017). Además, es una aplicación vista en la asignatura de Nuevas tecnologías y tendencias en el acondicionamiento físico a través de la App "HRV4Training".

La implementación empieza en una toma de medida de HRV de un minuto todas las mañanas al despertarse en posición supina. La raíz cuadrada de la suma media de las diferencias al cuadrado entre los intervalos R-R (rMSSD) fue la medida de HRV utilizada para el análisis.

Los datos de rMSSD se transformaron logarítmicamente (Ln) para reducir la falta de uniformidad de error y se multiplicaron por dos para colocarlos en una escala aproximada de 1 a 10. El promedio móvil de 7 días de esta variable (Ln rMSSDweek) se calculó luego y se utilizó en análisis adicionales, ya que se ha demostrado que proporciona una mejor validez metodológica en comparación con los valores tomados en un solo día. Actualmente no hay evidencia que sugiera que el género influye en las tendencias de la HRV, por lo que los datos de hombres y mujeres se analizaron juntos para maximizar el tamaño de la muestra en este estudio.

Después de tomar su medición diaria de HRV cada mañana, los atletas fueron obligados a registrar la intensidad (usando el Borg CR-10 modificado) escala de calificación del esfuerzo percibido [RPE]; y la duración (minutos) del entrenamiento de su día anterior, registrándolo a través de la aplicación. Sesión RPE (sRPE) se derivó multiplicando el RPE y duración de la sesión para proporcionar un valor de carga de trabajo en arbitrario unidades, obteniendo la Carga de entrenamiento.

Este enfoque ha demostrado ser un método válido para estimar la intensidad del ejercicio en múltiples modalidades y es temporalmente válido hasta 24 horas después del ejercicio. A

partir de estos datos de carga de trabajo, se calculó la relación de carga de trabajo aguda a crónica (ACWR), dividiendo la carga de trabajo aguda (siete días) de los atletas por su carga de trabajo crónica (28 días), utilizando el enfoque de promedio móvil exponencialmente ponderado

Los valores ACWR diarios de los atletas tenían que compararse con la 'zona segura' descrita anteriormente (0.8 - 1.3) para la reducción del riesgo de lesiones.

La segunda propuesta de intervención de este método de HRV, está extraída del artículo (Saboul et al. 2015) donde nos habla de un nuevo método de cuantificación a través del HRV.

En este artículo se validó un nuevo índice de HRV que se puede usar para evaluar la Carga de Entrenamiento Interna (TLHRV) a partir del cambio de rMSSD pre y post ejercicio. Este nuevo método se comparó con los dos métodos anteriores comúnmente utilizados por los entrenadores y atletas como son el TRIMP y sRPE.

En cada sesión de entrenamiento se realiza una medición de HRV en tres períodos diferentes de cinco minutos: 5 minutos antes del calentamiento (Pre5), 5 minutos después del entrenamiento (Post5) y 30 minutos después del entrenamiento (Post30), respectivamente.

La medición de HRV consistió en una grabación de intervalo R-R de cinco minutos en posición supina en un ambiente tranquilo. Los datos fueron recolectados y registrados utilizando un monitor de frecuencia cardíaca validado. RMSSD fue elegido porque representa la variabilidad de la HRV a corto plazo y especialmente la modulación vagal y es ampliamente utilizado en el campo de la fisiología del ejercicio.

$$TL_{HRV} = \ln \left( T \times \frac{Pre5 - Post5}{Post30 - Post5} \right)$$

**TLHRV:** índice Carga

**T:** Duración del TS (min)

**Pre5:** Valor de rMSSD antes del entrenamiento (ms)

**Post5:** Valor rMSSD cinco minutos después de entrenamiento (ms)

**Post30:** Valor RMSSD 30 minutos después de entrenamiento (ms)

La primera parte del cálculo fue diseñado para tener en cuenta la información de intensidad a través de disminución de rMSSD (Pre5-Post5) ya que los resultados anteriores demostraron que las modificaciones de HRV fueron más sensibles a la intensidad del ejercicio que la duración del ejercicio. Por otra parte, el aumento rMSSD después del ejercicio (Post30-Post5) se incluyó en la fórmula para evaluar los efectos del ejercicio sobre la reactivación vagal. Elegimos evaluar la segunda medición 30 minutos después del final del ejercicio: primero, desde los resultados previos informaron que 30 minutos de HRV a la recuperación es un "punto medio" y un buen compromiso para investigar los procesos de recuperación y segundo, en comparación con el método Foster (sRPE) que también utiliza los datos después de 30 minutos.

## **CONTRA MOVIMIENTO JUMP (CMJ)**

La primera propuesta de intervención para esta variable está extraída del artículo (Maté.Muñoz et al 2017) al ser un artículo en el cual las mediciones se encuentran dentro del mismo WOD, por lo tanto, contamos con mucha información útil.

A través de este método podemos examinar los niveles de fatiga inducidos por las tres modalidades de entrenamiento de CrossFit ((G)Gimnástico, (M) Metabólico y (W) Levantamiento de pesas). Además, evaluando las pérdidas del rendimiento del salto de CMJ podemos identificar el WOD que induce más fatiga para que los programas puedan ser diseñados para evitar riesgos excesivos de lesión muscular.

El protocolo a seguir en el salto es empezar desde una posición erguida en la plataforma con las piernas extendidas y las manos en las caderas. A continuación, para el salto, las piernas se flexionan primero a 90° (acción excéntrica) y luego se extienden explosivamente de una manera coordinada (acción concéntrica) intentando alcanzar la altura máxima. Durante la fase de vuelo, las rodillas deben extenderse. El contacto con el suelo es hecho primero con los dedos de los pies. Durante el test, se les dice a los sujetos que mantengan sus manos en sus caderas y evitar cualquier desplazamiento lateral durante la fase de vuelo.

Este test se realizó antes, durante y después de ejecutar cada uno de los diferentes WODs. En todas las modalidades de WOD, los tests de salto iniciales y finales se realizaron luego del precalentamiento y 3 minutos después de la finalización de la sesión, respectivamente. En estos tests, se ejecutaban tres saltos separados por 30 segundos de descanso.

La segunda propuesta de intervención para esta variable está extraída del artículo de (Balsalobre-Fernández et al. 2015) por la fácil aplicación al poder medir esta variable directamente con el móvil.

Para grabar el CMJ con *My Jump 2*, se debe colocar el cámara frente al participante (en el plano frontal), a 1,5 m del él, y haciendo zoom en los pies del participante. Una vez realizado el salto, se debe seleccionar el primer fotograma en el que ambos los pies estaban fuera del suelo (fase de despegue) y, posteriormente, el primer fotograma en el que al menos un pie esté tocando el suelo (fase de aterrizaje).

A modo de ejemplo podemos extraer del artículo (Mate-Muñoz et al. 2017) la siguiente tabla de referencia

	VARIABLE	PRE-EJERCICIO	MINUTO 10	POST-EJERCICIO	% PERDIDA PRE-POST
<b>WOD (G)</b>	H (cm)	38.06 ± 4.31*	36.23 ± 5.90	35.6 ± 6.65	-6.46
	*Diferencia significativa pre-ejercicio VS minuto 10 y post-ejercicio (P<0.05)				
<b>CONCLUSIÓN</b>	<p>Una reducción significativa se produjo a través de las series en la altura del CMJ</p> <p>(F = 7.996; P = 0.003; ES = 0.195, PV = 0.886)</p>				

## LACTATO

La propuesta de intervención para esta variable está extraída de los artículos (Fernández-Fernández et al. 2015, Maté-Muñoz et al. 2017 y Paige et al. 2013) Donde a través de muestras del dedo o el lóbulo de la oreja con un instrumental portátil, se obtienen resultados muy fiables y útiles.

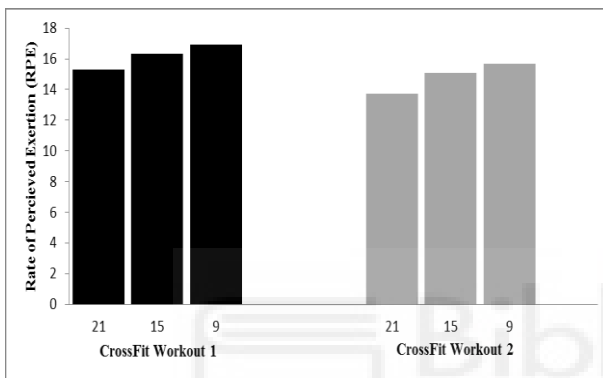
A modo de ejemplo, podemos realizar varias pruebas según la tipología de WODs como se muestra en la siguiente tabla (Maté-Muñoz et al. 2017) en tres tipos de WODs de CrossFit. Además, podemos dividir y experimentar con diferentes duraciones y elementos. Un dato importante es a través de evaluar las respuestas metabólicas (concentraciones del lactato sanguíneo) podemos identificar el WOD que induce más fatiga para que los programas puedan ser diseñados para evitar riesgos excesivos de lesión muscular.

[LACTATO] mmol·L	PRE-EJERCICIO	POST-EJERCICIO
<b>G</b>	1.56 ± 0.61**	11.79 ± 2.33*
<b>M</b>	1.30 ± 0.37	10.15 ± 3.04
<b>W</b>	1.22 ± 0.31	11.24 ± 2.62
*Diferencia significativa entre las sesiones G y M (P<0.05)		
**Diferencia significativa entre las sesiones G y W (P<0.05)		

## ESCALA DE PERCEPCIÓN DEL ESFUERZO (RPE)

La cuantificación de la Carga Externa en CrossFit es un tema aún por investigar, y lo más extendido es el método sRPE de Foster (Foster et al., 2001) donde a partir de la escala 0 – 10 de Borg obtenida a los 30 minutos finalizado el ejercicio y multiplicado por la duración del mismo en minutos, obtenemos la carga de entrenamiento ( $RPE \times Vol \text{ (min)} = Ua$ ). De aquí la aplicación práctica para esta variable está extraída de los artículos (Paige et al. 2013, Fernández-Fernández et al. 2015 y Sean et al. 2017).

<b>RPE Scale</b> (Rate of Perceived Exertion)	
1	<b>Very Light Activity</b> (anything other than complete rest)
2-3	<b>Light activity</b> (feels like you can maintain for hours, easy to breath and carry on a conversation)
4-5	<b>Moderate Activity</b> (feel like you can exercise for long periods of time, able to talk and hold short conversations)
6-7	<b>Vigorous Activity</b> (on the verge of becoming uncomfortable, short of breath, can speak a sentence)
8-9	<b>Very Hard Activity</b> (difficult to maintain exercise intensity, hard to speak more than a single word)
10	<b>Max Effort</b> (feels impossible to continue, completely out of breath, unable to talk)



A partir de su rápida aplicación y sin necesidad de material ni interrumpir al sujeto, podemos dividir incluso un mismo WOD con varias mediciones de RPE, donde podemos ver cómo va aumentando la intensidad a menudo que pasan las rondas o aumenta el tiempo. A modo de ejemplo en dos WODs diferentes donde los valores de RPE de la sesión fueron marcadamente más altos durante el WOD 1 (Donkey Kong) que el WOD 2 (Fran). (Paige et al. 2013)

## OTRAS PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN

A modo de ejemplo podemos usar otras variables no vistas en esta revisión para la cuantificación, como expone el artículo (Fernández-Fernández et al. 2015), donde incluye Frecuencia Cardíaca (FC) y Consumo de Oxígeno (VO<sub>2</sub>max)

WOD	Cindy	Fran	Effect Size (ES)
FC	182.2 ± 6.6	179.0 ± 8.4	0.3
%FCmax	97.4 ± 2.4	95.4 ± 3.0	0.5
VO2 (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	34.4 ± 3.5**	29.1 ± 1.1	1.0
%VO2max	66.2 ± 4.8**	56.7 ± 6.2	1.0
LA-pre (mmol·l <sup>-1</sup> )	4.0 ± 1.3	4.0 ± 1.3	0.02
LA-post (mmol·l <sup>-1</sup> )	14.5 ± 3.2	14.0 ± 3.3	0.1
RPE	8.0 ± 0.9	8.4 ± 0.9	0.3
<b>Tabla 1.</b>	* Diferencias significativas entre los entrenamientos (P <0.05) ** (P <0.001); HRav		

## 6. BIBLIOGRAFÍA

1. Bellenger, C.R., Fuller, J.T., Thomson, R.L., Davison, K., Robertson, E.Y. and Buckley, J.D. (2016) Monitoring athletic training status through autonomic heart rate regulation: a systematic re-view and meta-analysis. *Sports Medicine* **46**, 1461-1486
2. Bergeron MF, Nindl BC, Deuster PA, Baumgartner N, Kane SF, Kraemer WJ, et al. (2011) Consortium for Health and Military Performance and American College of Sports Medicine consensus paper on extreme conditioning programs in military personnel. *Sports Med.*
3. Beers E. (2014). *Crossfit J.*
4. Belli T, Ackermann MA, Ribeiro LFP, Langeani R, Galdino da Silva R, Baldissera V. (2007) Lactate and ventilatory thresholds in type 2 diabetic women. *Diabetes Res Clin Pract.* 76(1):18–23.
5. Bobbert MF, Van Soest AJ. (2001). Why do people jump the way they do? *Exerc Sport in Sci Rev.* 29(3): 95–102
6. Borg G. (1962). Physical Performance and Perceived Exertion. Sweden: Gleerup
7. Borresen J, Lambert MI. The quantification of training load, effect on performance (2009) *Sports Med.*;39:779–95.
8. Brooks GA. (1985) Lactate: glycolytic product and oxidative substrate during sustained exercise in mammals—the ‘lactate shuttle’ In: Gilles R, editor. Comparative physiology and biochemistry: current topics and trends. Berlin: Springer; pp. 208–218
9. Brooks GA. (2000) Intra- and extra-cellular lactate shuttles. *Med Sci Sports Exerc.* 32(4):790–799
10. Carlos Balsalobre-Fernández, Mark Glaister & Richard Anthony Lockey (2015): The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance, *Journal of Sports Sciences*
11. Clarsen, B., Myklebust, G. and Bahr, R. (2013) Development and validation of a new method for the registration of overuse injuries in sports injury epidemiology: The Oslo Sports Trauma Research Centre (OSTRC) Overuse Injury Questionnaire. *British Journal of Sports Medicine* **47**, 495-502.
12. Drake, N. B. (2018). *Effects of heart rate variability-guided prescription on the physiological outcomes of crossfit® training* (Doctoral dissertation, Pittsburg State University).
13. Eniseler, N. (2005) Heart rate and blood lactate concentrations as predictors of physiological load on elite soccer players during various soccer training activities. *J. Strength. Cond. Res.* 19: 799-804.
14. 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.
15. Fisker FY, Kildegaard S, Thygesen M, Grosen K, Pfeiffer-Jensen M. (2016) Acute tendon changes in intense CrossFit workout: an observational cohort study. *Scand J Med Sci Sports.*
16. Foster C., Florhaug J. A., Franklin J., Gottschall L., Hrovatin L. A., Parker S., et al. . (2001). A new approach to monitoring exercise training. *J. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 15, 109–115.
17. Gladden LB. (2004) Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium. *J Physiol.*



18. Gisselman, A.S., Baxter, G.D., Wright, A., Hegedus, E. and Tumilty, S. (2016) Musculoskeletal overuse injuries and heart rate variability: Is there a link? *Medical Hypotheses* **87**, 1-7.
19. Gisselman, A.S., Baxter, G.D., Wright, A., Hegedus, E. and Tumilty, S. (2016) Musculoskeletal overuse injuries and heart rate variability *Medical Hypotheses* **87**, 1-7.
20. Hani Al Haddad, Jonathan Parouty, and Martin Buchheit (2012) *International Journal of Sports Physiology and Performance* 7:1, 33-38
21. Heck H, Beneke R. (2008) 30 Years of Lactate Thresholds – what remains to be done? *Sportmed.* ;59:297–302
22. Maté-Muñoz JL, Lougedo, Barba, García-Fernández, Garnacho-Castaño, Domínguez (2017) “Muscular fatigue in response to different modalities of CrossFit sessions”
23. McCully KK, Authier B, Olive J, Clark BJ. (2002). Muscle Fatigue: The role of metabolism. *Can J Appl Physiol.* 27(1): 70–82.
24. Nicholas Drake. (2018). Effects of heart rate variability-guided prescription on the physiological outcomes of crossfit® training.
25. Paige E. Babiash (2013) “Determining the energy expenditure and relative intensity of two crossfit workouts”
26. Plews, D.J., Scott, B., Altini, M., Wood, M., Kilding, A.E. and Laursen, P.B. (2017) Comparison of heart rate variability recording with smart phone photoplethysmographic, Polar H7 chest strap and electrocardiogram methods. *International Journal of Sports Physiology and Performance*
27. Pyne DB, Martin DT. Fatigue-Insights from individual and team sports. (2011) In: Marino FE, editor. Regulation of fatigue in exercise. New York: Nova Science; p. 177–85
28. Saboul, D., Balducci, P., Millet, G., Pialoux, V., & Hautier, C. (2016). A pilot study on quantification of training load: The use of HRV in training practice. *European journal of sport science*, 16(2), 172-181.
29. Sánchez-Medina L, González-Badillo JJ. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Med Sci Sports Exerc.* 2011; 43 (9): 1725–1734.
30. Smilios I, Hakkinen K, Tokmakidis SP. (2010). Power Output and Electromyographic Activity during and after a Moderate Load Muscular Endurance Session. *J Strength Cond Res.* 24(8): 2122–2131.
31. Rodacki ALF, Fowler NE, Bennet SJ. (2002). Vertical jump coordination: fatigue effects. *Med Sci Sports Exerc.* 34(1): 105–116.
32. Thompson WR. (2014) World wide survey of fitness trends for 2015: what’s driving the market. *ACSMs. Health Fit J.*;18:8–17
33. Wallace LK, Slattery KM, Coutts AJ (2009). The ecological validity and application of the session-RPE method for quantifying training loads in swimming. *J Strength Cond Res.*;23:33–8.
34. Williams, S., Booton, T., Watson, M., Rowland, D., & Altini, M. (2017). Heart Rate Variability is a Moderating Factor in the Workload-Injury Relationship of Competitive CrossFit™ Athletes. *Journal of sports science & medicine*, 16(4), 443.
35. Windt, J., Zumbo, B.D., Sporer, B., MacDonald, K. and Gabbett, T.J. (2017) Why do workload spikes cause injuries, and which athletes are at higher risk? Mediators and moderators in workload–injury investigations. *British Journal of Sports Medicine.*

ANEXO TABLA BIBLIOGRÁFICA

AUTOR	MUESTRA	MÉTODO	EVALUACIÓN Y MATERIAL	RESULTADOS Y CONCLUSIONES
<p><b>Paige et al.</b>  <b>(2013)</b></p>	<p><b>Sujetos:</b> 7 chicos y 8 chicas</p> <p><b>Edad:</b> 34.7± 8.6 y 28.4 ± 9.27</p> <p><b>Altura:</b> 181 ± 6.37 y 170 ± 8.67</p> <p><b>Peso:</b> 98.9 ± 8.99 y 71.9 ± 11.97</p> <p><b>FC Max:</b> 178 ± 12.7 y 183 ± 10.9</p> <p><b>VO2max:</b> 54.4 ± 9.17 y 42.9 ± 11.27</p>	<p><b>Duración:</b> 2 semanas</p> <p><b>FC:</b> Radiotelemetría (Polar Electro Oy, Plymouth, NY)</p> <p><b>RPE:</b> 6-20 Borg scale Sesión RPE</p> <p><b>VO2:</b> Espirómetro (AEI, Pittsburgh, PA).</p> <p><b>Lactato:</b> Analizador de Lactato (NOVA, Waltham, MA).</p>	<p><b>FC/RPE/VO2/Lactato:</b> 2 sesiones de CrossFit WOD:</p> <p>1º Donkey Kong</p> <p>2º Fran</p>	<p><b>FC y VO2:</b> De forma similar la respuesta de FC y VO2 aumentó inmediatamente durante la primera ronda de ambos entrenamientos y aumentó ligeramente durante las últimas dos rondas.</p> <p><b>Lactato:</b> Los valores absolutos promediaron 15.9 para los hombres y 12.4 para las mujeres, lo que indica que los sujetos estaban muy por encima de su umbral de lactato, que generalmente se define como 4 mmol / l (Foster y Cotter, 2005).</p> <p><b>RPE:</b> Fué más alto durante el WOD 1 (Donkey Kong) que el WOD 2 (Fran). Sin embargo, ambos ejercicios se calificarían como ejercicio "difícil" cuando mirando los puntos de anclaje verbales en la escala Borg 6-20 (Borg, 1973).</p>

<p><b>Fernández-Fernández et al.</b></p> <p><b>(2015)</b></p>	<p><b>Sujetos:</b> 10 sujetos</p> <p><b>Edad:</b> 30 ± 4.2</p> <p><b>Altura:</b> 1.76 ± 0.08</p> <p><b>Peso:</b> 77 ± 9</p> <p><b>BMI:</b> 24.8 ± 2.3</p>	<p><b>Duración:</b> 2 semanas</p> <p><b>FCmax/VO2max:</b> Tapiz rodante (RunMed, Technogym, Italy) y analizador portátil de gases (K4b2, Cosmed, Rome, Italy)</p> <p><b>FC:</b> (Polar S610, Kempele, Finland)</p> <p><b>Lactato:</b> (Lactate Scout, Senselab, Germany)</p> <p><b>RPE:</b> CR10 Borg RPE scale</p>	<p><b>FC/RPE/VO2/Lactato:</b> 2 sesiones de CrossFit WOD:</p> <p>1º Fran</p> <p>2º Cindy</p>	<p><b>FC:</b> La FC máxima y media no difirió significativamente entre los entrenamientos "Cindy" y "Fran" (PE pequeño para ambos, FC (0,3) y % FCmax (0,5)).</p> <p><b>VO2:</b> Se encontraron diferencias significativas (P &lt;0.001) y ES moderada (= 1.0) para el VO2 promedio y % VO2max, y el entrenamiento "Cindy" mostró valores más altos.</p> <p><b>RPE/Lactato:</b> No se encontraron diferencias significativas entre los entrenamientos en LA (medidas previas y posteriores a la prueba) y los valores de RPE.</p>
<p><b>Saboul et al.</b></p> <p><b>(2015)</b></p>	<p><b>Sujetos:</b> 11</p> <p><b>Edad:</b> 32 ± 6</p> <p><b>Altura:</b> 182 ± 5</p> <p><b>Peso:</b> 76.3 ± 10.2</p> <p><b>MAS:</b> 18.9 ± 1.2 Km/h</p> <p><b>FC reposo:</b> 44 ± 4</p> <p><b>FC max:</b> 187 ± 8</p>	<p><b>Duración:</b> 2 semanas</p> <p><b>FC:</b> (Suunto T6d heart rate monitor Suunto Oy, Finland)</p> <p><b>MAS:</b> Test (Universidad de Montreal)</p>	<p><b>HRV:</b> 4 sesiones de carrera al 70, 85, 95 y 100% MAS</p> <p>Para cada sesión, se realizaron mediciones de HRV en tres períodos diferentes de cinco minutos: 5 minutos antes del calentamiento (Pre5), 5 minutos después del entrenamiento (Post5) y 30 minutos después del entrenamiento (Post30), respectivamente.</p>	<p>Los valores rMSSD fueron significativamente diferentes entre Pre5, Post5 y Post30 dentro de cada sesión (p &lt;0.05). Post5 rMSSD, los valores fueron en gran medida inferiores a los valores de Pre5 en todas las sesiones (ES ± 90% de límites de confianza: -1.26 ± 0.10).</p> <p>Por el contrario, los valores Post30 RMSSD fueron moderadamente mayor que en los valores de Post5 (ES ± 90% CL: 0.96 ± 0.11).</p>

	<b>V.Entrenamiento:</b> 450 ± 139h/año			
<b>Williams et al.</b>  <b>(2017)</b>	<p><b>Sujetos:</b> 6 (3 Chicos y 3 chicas)</p> <p><b>Edad:</b> 26 ± 4 y 27 ± 2</p> <p><b>Altura:</b> 1.83 ± 0.06 y 1.67 ± 0.10</p> <p><b>Peso:</b> 88 ± 2 y 67 ± 9</p> <p><b>VO2max:</b> 50 ± 1 y 48 ± 3</p> <p><b>V.Entreno (h/semana):</b> 8.6 ± 2.2 y 7.1 ± 1.8</p>	<p><b>Duración:</b> 16 semanas</p> <p><b>Control HRV:</b> Fotoplestígrafía (PPG) a través de la App HRV4training</p> <p><b>Control del ratio de la carga aguda-crónica:</b> ACWR</p> <p><b>Control del sobreentrenamiento:</b> The Oslo Sports Trauma Research Center (OSTRC)</p>	<p><b>HRV:</b> 1 toma de 1 min por la mañana en posición supina</p> <p><b>ACWR:</b> Se divide la carga aguda (7 días) con la crónica (28 días)</p> <p><b>OSTRC:</b> Se enviaba un cuestionario por email cada Domingo con 4 preguntas.</p>	<p><b>HRV/ACWR:</b> Una relación significativa fue observada entre Ln rMSSD semanal y ACWR z-score (P=0.0009). La probabilidad de tener problemas de sobreentrenamiento fue muy alta (RR: 2.61, 90% CI: 1.38 – 4.93) cuando un bajo Ln rMSSD semanal z-score fue combinado con un alto ACWR z-score</p> <p><b>OSTRC:</b> 4 de 6 atletas reportaron algún problema físico</p>
<b>Maté-Muñoz et al.</b>  <b>(2017)</b>	<p><b>Sujetos:</b> 34 chicos</p> <p><b>Edad:</b> 22.03 ± 3.1</p> <p><b>Altura:</b> 178.65 ± 0.6</p> <p><b>Peso:</b> 76.9 ± 7.1</p> <p><b>BMI:</b> 23.64 ± 1.7</p>	<p><b>Duración:</b> 4 semanas</p> <p><b>CMJ:</b> Plataforma de fuerza (Quattro Jump model 9290AD; Kistler Instruments, Winterthur, Switzerland)</p> <p><b>LACTATO:</b> Analizador de Lactato (Lactate Pro LT-1710)</p>	<p><b>CMJ / Lactato:</b> 4 sesiones de CrossFit WOD:</p> <p>1º G – WOD</p> <p>2º M – WOD</p> <p>3º Power Clean RM</p>	<p><b>CMJ:</b></p> <p><b>G – WOD:</b> Se produjo una reducción significativa entre los conjuntos en altura CMJ (F = 7.996, P = 0.003, ES = 0.195, SP = 0.886)</p> <p><b>M - WOD:</b> se observó una reducción significativa entre el primer punto de tiempo (preejercicio) y los puntos de tiempo establecidos 2, 4, 6 y 8 para H (F = 14.996, P = 0.000, ES = 0.312, SP = 1.000)</p>

		<p>Arkray Factory Inc., KDK Corporation, Siga, Japan)</p>	<p>4º W - WOD</p>	<p><b>W - WOD:</b> Durante esta sesión de ejercicio, se produjeron reducciones significativas desde el pre-ejercicio a los otros puntos de tiempo (minuto-2.5 y postejercicio) H (F = 27.413, P = 0.000, ES = 0.454, SP = 1.000)</p> <p><b>LACTATO:</b> ANOVA de medidas repetidas detectó diferencias significativas en [lactato] antes y después del ejercicio (F = 1342.88, P = 0.000, ES = 0.931). Para el factor de grupo, también se observaron diferencias significativas (F = 3.995, P = 0.021, ES = 0.075), aunque no surgieron diferencias para la interacción Grupo x Tiempo (F = 2.620, P = 0.078, ES = 0.050). Mediante comparaciones por pares (prueba post hoc de Bonferroni) detectamos diferencias en esta variable entre los entrenamientos G y M (P = 0.017).</p>
<p><b>Drake (2018)</b></p>	<p><b>Sujetos:</b> 25 <b>Edad:</b> 22 ± 2 <b>Altura:</b> 175 ± 10 <b>Peso:</b> 76 ± 4</p>	<p><b>Duración:</b> 4 semanas</p> <p><b>HRV:</b> Fotoplestimografía (PPG) a través de la App HRV4training</p> <p><b>Control de la ratio de la carga aguda-crónica:</b> ACWR</p> <p><b>Control del sobreentrenamiento:</b> The Oslo Sports Trauma Research Center (OSTRC)</p> <p><b>RPE:</b> CR10 Borg RPE scale</p>	<p><b>HRV:</b> 1 toma cada mañana en posición supina</p> <p><b>FC:</b> Polar H7</p> <p><b>RPE:</b> Cada sesión de entrenamiento</p> <p><b>OSTRC:</b> Se administraba al sujeto que tenía probabilidades de lesión</p>	<p>El propósito de este estudio fue probar la efectividad del uso de la modulación HRV para optimizar la prescripción de HIFT. Las hipótesis iniciales de estudio fueron que el grupo EXP alcanzaría mejores resultados que el grupo CON con respecto al consumo máximo de oxígeno, la fuerza muscular máxima, la capacidad de trabajo físico y la composición corporal. Estos resultados apoyan parcialmente el estudio de la hipótesis ya que ambos grupos lograron mejoras similares en las medidas de resultado mientras que el grupo EXP participó en significativamente menos sesiones de entrenamiento de intensidad y / o esfuerzo.</p>

