

DIRECCIÓN DE ENTRENAMIENTOS PERSONALIZADOS ONLINE DE
ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS Y SU IMPACTO EN LA CONDICIÓN
FÍSICA Y EN LA RESPUESTA COGNITIVA



TRABAJO FIN DE MÁSTER

Alumno: Vicente Puchol Devesa

Tutor académico: Diego Pastor Campos

Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH)
Master Universitario en Rendimiento Deportivo y Salud
Curso Académico 2020-2021

Resumen

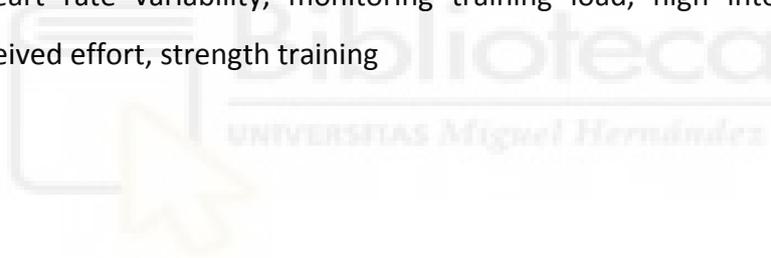
El propósito de este trabajo ha consistido en desarrollar un estudio prospectivo, observacional y descriptivo, para evaluar la posible eficacia que puede aportar en la condición física, un programa prescrito de entrenamiento online basado en la metodología HIIT, controlando el incremento de la carga semanal mediante la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) a sujetos que realizan paralelamente entrenamiento de fuerza en la sala de musculación. Cinco estudiantes universitarias (edad: 21.8 ± 5.36 ; altura: 1.63 ± 0.032 m; peso: 62.8 ± 5.27 kg) de la Universidad Miguel Hernández de Elche fueron incluidas en la muestra de este estudio, durante un periodo de cuatro meses. Se realiza un análisis de tendencia central de las variables analizadas: RPE, RPEs, FC y TRIMP de Lucia. Se realiza una prueba T de muestras pareadas para analizar las mejoras físicas durante la intervención y, finalmente se utiliza la técnica estadística de correlación para analizar las posibles relaciones entre las diferentes variables mediante Pearson rho test. El nivel de significación para todos los test es de $p < 0.05$.

Palabras clave: variabilidad de la frecuencia cardíaca, monitorización cargas de entrenamiento, entrenamiento interválico de alta intensidad, esfuerzo percibido, entrenamiento de fuerza.

Abstract

The purpose of this work has been to develop a prospective, observational and descriptive study, to evaluate the possible effectiveness that can provide in the physical condition, a prescribed online training program based on the HIIT methodology, controlling the increase in the weekly load through the heart rate variability (HRV) to subjects who perform strength training in parallel in the bodybuilding room. Five university students (age: 21.8 ± 5.36 ; height: 1.63 ± 0.032 m; weight: 62.8 ± 5.27 kg) from the Miguel Hernández University of Elche were included in the sample of this study, during a period of four months. A central tendency analysis of the analyzed variables is performed: RPE, RPEs, HR and Lucia's TRIMP. A T-test of paired samples is performed to analyze the physical improvements during the intervention and finally the statistical technique of correlation is used to analyze the possible relationships between the different variables using Pearson rho test. The significance level for all tests is $p < 0.05$.

Keywords: heart rate variability, monitoring training load, high intensity interval training, perceived effort, strength training



INTRODUCCIÓN

La importancia de una buena planificación del entrenamiento ha venido ganando fuerza desde hace décadas, con su consecuente contribución en la mejora del rendimiento deportivo (Costa, 2013). En este aspecto, la manipulación de los diferentes entrenamientos y de sus respectivas variables, pueden optimizar las adaptaciones necesarias en determinadas disciplinas deportivas (Lorenz & Morrison, 2015).

A día de hoy, podemos encontrar diferentes métodos de planificación y de entrenamiento, desde los inicios de la planificación deportiva que comenzaron a afianzarse en los años 60, concretamente por los deportistas rusos, hasta los avances en nuevas tecnologías y el desarrollo de la fisiología en el deporte que ha venido cogiendo fuerza en los últimos años (Issurin, 2010). Además, debemos conocer las necesidades específicas del deporte en cuestión que vamos a entrenar, en función de la modalidad deportiva se tendrán que mejorar más unas capacidades físicas u otras (Bompa & Buzzichelli, 2016).

Es por ello que es muy habitual encontrar programas de entrenamiento en los que se combinan sesiones de fuerza con sesiones de resistencia para la mejora del rendimiento, como puede ser el caso del entrenamiento concurrente. Asimismo, existe evidencia que afirma que el entrenamiento de fuerza puede ser combinado con el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT, por sus siglas en inglés) para la mejora del rendimiento (Petré, Löfving, & Psilander, 2018). Recientemente, se ha demostrado que el entrenamiento concurrente, con protocolos que combinan el entrenamiento de fuerza o potencia con HIIT, tiene mejoras similares en la capacidad funcional, en cuanto a la potencia máxima, economía de ciclismo, volumen de consumo máximo pico y composición corporal (Müller et al., 2021).

El HIIT se define generalmente como un ejercicio que consiste en series repetidas de alta intensidad, realizado por encima del umbral anaeróbico (un esfuerzo percibido de duro o muy duro) o velocidad/potencia crítica, intercalados por periodos de ejercicio de baja intensidad o descanso (Buchheit & Laursen, 2013a, 2013b). Al realizar este tipo de ejercicio es posible aguantar más tiempo que de manera continua a alta intensidad

y, nos permite generar las adaptaciones necesarias en referencia a los objetivos específicos, pudiendo mejorar el rendimiento (Buckley et al., 2015).

Existen muchas formas de HIIT, en las que se puede lograr ese trabajo de alta intensidad intermitente. Según Buchheit & Laursen (2013b) dependiendo de su formato, los ejercicios HIIT pueden ser;

- ✓ **HIIT de intervalos largos** repetidos con $\leq 2-3$ minutos de duración a alta intensidad pero sin llegar al máximo, con periodos de descanso pasivo (≤ 2 minutos).
- ✓ **HIIT de intervalos cortos** de $\geq 15-30$ segundos a una intensidad de 100-120% del $VO_2\text{max}$ con periodos de recuperación iguales o de menor duración que el tiempo de trabajo.
- ✓ **Sprint repetidos (RST)** con intervalos de trabajo que oscilan entre 3-10 segundos a máxima intensidad con periodos de descanso de 10 a 60 segundos.
- ✓ **Intervalos de Sprint (SIT)** con periodos de alta intensidad que oscilan entre 20-30 segundos con descansos de 1-4 minutos.
- ✓ **HIIT basados en juegos (Small Sided Games)**, que incluyen sistemáticamente la toma de decisiones y las interacciones con los oponentes.

Planificar entrenamientos no solo consiste en prescribir una serie de ejercicios a determinado volumen, intensidad y duración, debemos tener en cuenta otra serie de factores como pueden ser la planificación de las cargas de entrenamiento y las adaptaciones que se producen en el organismo. Respecto a las adaptaciones, cualquier ejercicio que se realice adecuadamente generara una respuesta adaptativa funcional. Una sola serie de ejercicios produce unas adaptaciones agudas, pero para que se produzca este continuo de adaptación (adaptaciones crónicas), se necesita la repetición optima de ese estímulo (Impellizzeri, Marcora, & Coutts, 2018), con los descansos necesarios, para prevenir también lo que se conoce como el síndrome de sobreentrenamiento (Foster, 1998; Lorenz & Morrison, 2015).

Las cargas de entrenamiento pueden ser tanto internas como externas, las cargas externas son las que provienen del plan de entrenamiento, como puede ser la velocidad a la que corremos, cantidad de veces que realizamos un ejercicio, etc. Los

planes de entrenamiento se prescriben en función de la carga externa, para obtener las adaptaciones deseadas y, es la respuesta al estímulo la que se conoce como carga interna y que debemos controlar para ver cómo evoluciona determinada planificación, observando si es necesario realizar cualquier ajuste de cargas (Mujika, 2017). Esta carga interna es la que determina el resultado del entrenamiento, funciona como indicador de las respuestas psicofisiológicas que el cuerpo produce para hacer frente a los estímulos provocados por la carga externa (Impellizzeri et al., 2018). Además, no todas las personas reaccionan igual ante determinado estímulo (Vellers, Kleeberger, & Lightfoot, 2018), por lo que se recomienda medir las cargas internas.

Algunos de los métodos para monitorizar las cargas internas son; la relación del esfuerzo percibido (RPE), la relación del esfuerzo percibido por sesión (RPEs), la frecuencia cardíaca (FC) y la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV) (Halsón, 2014).

La RPE es uno de los métodos más utilizados para valorar la carga interna, está basado en la relación percibida del esfuerzo ante un determinado estrés fisiológico durante el ejercicio y proporciona información del esfuerzo percibido después del entrenamiento (Halsón, 2014). Pero además, usando el método de relación de esfuerzo percibido por sesión (RPEs), es posible cuantificar la carga de entrenamiento multiplicando la RPE (escala 1-10) por la duración de la sesión, teniendo buena correlación con las zonas de frecuencia cardíaca (Foster, 1998). RPEs es una metodología versátil para cuantificar cargas de entrenamiento que se ha utilizado en muchas de las disciplinas deportivas, es un método que ha sido utilizado incluso para medir en intervalos funcionales de alta intensidad (HIFT), respecto a los cuales, varios autores aseguran que puede ser una herramienta válida (Crawford, Drake, Carper, DeBlauw, & Heinrich, 2018; Tibana et al., 2018).

La frecuencia cardíaca, es también una de las medidas estándar que se utilizan para medir la carga interna. Su uso está basado en la monitorización de la FC durante el esfuerzo y sus zonas de frecuencia cardíaca tienen una relación lineal con el consumo máximo del oxígeno durante el ejercicio en estado estable (Halsón, 2014).

A su vez, la variabilidad de la frecuencia cardíaca es un parámetro eficaz para medir las cargas internas, está considerado una herramienta viable para medir la

capacidad de adaptación a la carga diaria y al programa de entrenamiento (Capdevila Ortís et al., 2008) y para que estos valores sean fiables, hay que realizar mediciones diarias para establecer un perfil de la persona relacionado con esa variabilidad (Barrero et al., 2019).

El objetivo de este trabajo consiste en la realización de un estudio prospectivo, observacional y descriptivo durante un periodo de cuatro meses de entrenamiento con estudiantes de la Universidad Miguel Hernández de Elche, para evaluar la eficacia en la prescripción de programas de entrenamientos personales en base a la metodología HIIT a jóvenes universitarias que paralelamente realizan entrenamiento de fuerza en la sala de musculación y así, poder valorar las posibles relaciones entre la carga externa aplicada, la carga interna y la condición física de estas.

Hipótesis; incrementar el trabajo semanal por medio de sesiones HIIT, controlando la carga con la VFC, producirá mejoras en la condición física de las participantes.



MATERIAL Y METODOS

Participantes

La muestra del estudio estuvo formada por cinco estudiantes universitarias (edad: 21.8 ± 5.36 ; altura: 1.63 ± 0.032 m; peso: 62.8 ± 5.27 kg) de la Universidad Miguel Hernández de Elche, durante un periodo de cuatro meses. Todas ellas caracterizadas por llevar una vida no sedentaria, hábitos de vida saludables basados en el ejercicio, la actividad física y, practicantes de ejercicio físico en sala de musculación. Todas las participantes fueron informadas sobre el estudio y dieron el consentimiento para su realización.

Diseño y procedimiento

Se realizaron una serie de mediciones de condición física para valorar el estado actual de las participantes, para tomar unas referencias antes de iniciar la intervención del estudio (Función cardiorrespiratoria: Prueba de rendimiento maximal para calcular la VAM y Función muscular: Test de RM). A partir de los resultados obtenidos se estableció un protocolo de entrenamiento, donde se monitorizaron y cuantificaron las diferentes variables del estudio, finalmente se realizó un análisis estadístico para la hipótesis.

Prueba de rendimiento de la función cardiorrespiratoria

Se realizó una prueba de rendimiento máxima e incremental sobre tapiz rodante. El protocolo que se utilizó con el test comenzó con un calentamiento a 5 km/h durante un periodo de tres minutos y, a partir de aquí se realizaron incrementos progresivos de 1 km/h hasta la extenuación. Durante la prueba de esfuerzo se monitorizaron la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) y la frecuencia cardíaca para determinar: la velocidad aeróbica máxima (VAM) y la frecuencia cardíaca máxima.

La VFC se cuantificó cada 30 segundos, se calculó primero la raíz cuadrada media de las diferencias sucesivas de los intervalos RR (RMSSD) y luego se dividió por el intervalo RR promedio durante el periodo correspondiente de 30 segundos, para calcular la RMSSD normalizada (nRMSSD), una metodología de cuantificación de la VFC que ya se ha utilizado en otros trabajos (Mankowski et al., 2017). A través de la frecuencia cardíaca máxima, se estimaron valores asociados con umbrales fisiológicos

como: primer umbral ventilatorio (VT1) como el umbral aeróbico (UAE); y el segundo umbral ventilatorio (VT2) como umbral anaeróbico (UAN) y, con la estimación de la VAM se estimó el consumo máximo de oxígeno.

Para definir la intensidad en las zonas umbral se utilizó la variable DFA Alpha1, esta variable es un índice no lineal de la VFC que se basa en la correlación fractal y que cambia constantemente con el incremento de la intensidad del ejercicio (Gronwald & Hoos, 2020). Se estimaron valores de 0.75 (HRVT) en los parámetros del análisis de DFA Alpha1 durante la prueba de esfuerzo incremental, asociándose estos valores cuando se sobrepasa VT1 (Rogers, Giles, Draper, Hoos, & Gronwald, 2021), a su vez, se asociaron valores de DFA Alpha1 (0.5) con la frecuencia cardíaca en VT2 (Rogers, Giles, Draper, Mourot, & Gronwald, 2021) y, HRVT2 se determinó mediante inspección visual, definiéndose como el punto de ruptura que representa el inicio de un aumento sustancial de nRMSSD, después de haber alcanzado un valor mínimo.

Prueba de rendimiento función muscular

Se realizaron Test de 1RM para los ejercicios de press de banca y sentadilla, donde se utilizó para ambos ejercicios una maquina Smith (Multipower M953; Technogym, Gambettola, Italia), se registraron también datos cinemáticos mediante un transductor de posición lineal (T-Force, Ergotech, España), registrándose la posición de la barra con una tasa de conversión (analógica a digital) de 1000 Hz y con una precisión de 0,0002 m. A través de una placa de adquisición de datos (analógica a digital) de 14 bits, se conectó a un ordenador el transductor para calcular parámetros cinéticos y cinemáticos por medio de un software (T-Force Dynamic Measurement System, T-Force system, Ergotech, España), método que se ha utilizado en varios estudios (González-Badillo & Sánchez-Medina, 2010).

Para la estimación de la 1RM en el press de banca, se fue aumentando progresivamente la carga hasta llegar a una velocidad media de propulsión determinada ($<0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). Los intentos permitidos se fijaron en cinco, con periodos de descanso de cinco minutos. Se indicó un protocolo previo de ejecución técnica a seguir (Sabido, Behm, & Blazevich, 2018): en posición decúbito supino, con la cabeza y cadera en contacto con el banco y con los pies en el suelo, las participantes tenían que agarrar la

barra con los codos extendidos y bajar levemente hasta tocar la barra en el pecho pero sin rebotar, para luego extender los codos y volver a repetir la ejecución.

Para estimar la 1RM en la sentadilla, empezaron con el 50% de la masa corporal, esta carga se iba incrementando progresivamente 10 kg hasta alcanzar la velocidad de propulsión media ($<0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). En función de la velocidad registrada a través del transductor las repeticiones a ejecutar variaron. Tres intentos se realizaron en las cargas ligeras ($\text{MPV} > 1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$), dos en cargas medianas ($0,65 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \leq \text{MPV} \leq 1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) y uno en cargas pesadas ($\text{MPV} < 0,65 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). Se dieron periodos de descanso de dos a tres minutos para las cargas ligeras a medias y de cinco a seis minutos para las cargas más pesadas. Las participantes tenían que realizar una sentadilla trasera bajo un protocolo previo a seguir (Hartmann, Wirth, & Klusemann, 2013).

Protocolo de entrenamiento

Los sujetos siguieron un programa prescrito de entrenamiento semanal durante un periodo de cuatro meses, utilizándose la metodología (HIFT, por sus siglas en inglés) de entrenamiento funcional de alta intensidad (Crawford et al., 2018; Tibana et al., 2018). Concretamente se utilizaron los entrenamientos interválicos de alta intensidad (HIIT), las participantes debían realizar diferentes formatos; HIIT de intervalos largos, HIIT de intervalos cortos e intervalos de sprint (SIT) combinados con sus entrenamientos propios de fuerza en la sala de musculación. Los intervalos de trabajo y recuperación se establecieron según los criterios de Buchheit & Laursen (2013b). Los primeros dos meses se combinaron entrenamientos prescritos con entrenamientos HIIT y entrenamientos en formato de autocargas, con la finalidad de incrementar las cargas de trabajo en los entrenamientos interválicos de alta intensidad que se fueron añadiéndose a partir de la carga de entrenamiento basal de 1 a 3 sesiones HIIT por semana. Finalmente, los dos últimos meses se prescribieron 3 sesiones HIIT por semana.

La elaboración del programa para el entrenamiento (sesiones), se dividió en las siguientes secciones:

- **Calentamiento:** orientado con la finalidad de aumentar la temperatura corporal, donde se incluían ejercicios de movilidad articular, ejercicios

orientados para la activación cardiovascular y estiramientos activos, de aproximadamente 10 minutos.

- **Parte principal:** entrenamiento específico del programa donde se incluían los formatos HIIT basados en Buchheit & Laursen (2013b) y que podemos visualizar en los *criterios base del programa de entrenamiento HIIT* (Tabla 1), donde se incluyeron ejercicios de empuje y tracción tanto de tren inferior como de tren superior, dominantes de rodilla y de cadera, ejercicios de cardioaceleración (incremento de la frecuencia cardíaca con un ejercicio de carácter cíclico), ejercicios combinados y CORE dinámico.
- **Fase de vuelta a la calma:** tareas que facilitaban la vuelta a la normalidad: disminuir la temperatura corporal, tono muscular, etc. Como puede ser mediante ejercicios de movilidad articular y estiramientos, con un tiempo aproximado de 10 minutos.

Tabla 1: Criterios base del programa de entrenamiento HIIT

Formato HIIT	Trabajo	Intensidad	Descanso	Desc. Serie	Ejemplo
HIIT LARGO	<2-3min	≥ 95 %VAM	≤ 2 min	-	6 - 10 x 2 min
HIIT CORTO	≥ 15 s	100-120 %VAM	≤ 15 S	4-5 min	5-8 x 3 min 4-6 x 4 min 2-3 x ≥ 8 min
SIT	≥ 20 s	máxima	≥ 2 min	-	6x20 seg

Registro de variables

Para monitorizar y cuantificar las sesiones de entrenamiento se asignó para cada una de las participantes una banda cardíaca torácica (Polar H7, H9 y H10), tanto para los registros de la frecuencia cardíaca como de la variabilidad de la frecuencia cardíaca.

Los registros de frecuencia cardíaca fueron recogidos por Bluetooth a un dispositivo móvil y, posteriormente eran sincronizados en una plataforma (Polar Flow), para que posteriormente los datos fueran recogidos por el preparador físico. Los datos de frecuencia cardíaca se utilizaron para cuantificar la carga de cada sesión mediante *TRIMP de Lucia* (Lucia, Hoyos, Carvajal, & Chicharro, 1999). Mediante los umbrales

ventilatorios (VT1 y VT2) obtenidos en la prueba de esfuerzo es posible elaborar unas zonas de entrenamiento: Zona 1 (por debajo VT1), Zona 2 (oscilando entre VT1 y VT2) y Zona 3 (por encima de VT2). Para medir los TRIMPs en las zonas de entrenamiento se multiplican los tiempos que pasa en cada zona por un factor (Coeficiente k), los minutos que pasan en; zona 1 se multiplica por uno ($k=1$), zona 2 se multiplica por dos ($k=2$) y zona 3 se multiplica por tres ($k=3$), finalmente se realiza una suma total de las zonas (Lucia et al., 1999).

Los datos de la variabilidad de la frecuencia cardíaca eran capturados por la mañana mediante banda cardíaca (Polar H7) y la aplicación móvil HRV Elite, a las deportistas se les indicó que tenían que tomar registro todas las mañanas después de despertarse y de haber vaciado su vejiga. Estos valores obtenidos de intervalos RR eran almacenados posteriormente en una hoja Excel que había sido creada para analizar y estudiar los datos de VFC, y que en función de unos valores de oscilación entre el mínimo y el máximo determinado de cada sujeto (determinado como la media más/menos una desviación estándar de los últimos 28 días), decidía si la persona en cuestión debía realizar un entrenamiento de alta intensidad o entrenamiento de menor intensidad o realizar una sesión de descanso.

Finalmente, para obtener registros mediante un método más ecológico se cuantificaron también las cargas de entrenamiento por medio de RPE, un método subjetivo que está basado en una escala de 0 a 10, en el cual se refleja la intensidad del entrenamiento 30 minutos después de la sesión, la cuantificación de la carga total se establece como el resultado de la intensidad (RPE) por el volumen de la sesión (min) (Foster et al., 2001). Se proporciono a las participantes un enlace de Google Drive, para que estas registrasen la RPE cada vez que realizaban una sesión.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de las variables estudiadas se empleó el software IBM SPSS Statistics versión 26. Se completó un análisis de tendencia central con los resultados obtenidos de las variables analizadas: RPE, RPEs, FC, y TRIMP de Lucia. Para analizar las mejoras físicas de la intervención (VAM, 1RM PB y 1RM SQ) se realizó una prueba T de muestras pareadas. Seguidamente, las posibles relaciones entre las diferentes variables (RPE, RPEs, FC, y TRIMP de Lucia) fueron analizadas con Pearson r

test, este índice oscila entre -1 y +1, definiéndose la magnitud de las relaciones, según el criterio de Hopkins (2002) como casuales: 0-0.09; bajas: 0.10-0.29; moderadas: 0.30-0.49; altas: 0.50-0.69; muy altas: 0.70-0.89; casi perfectas 0.90-0.99; 1 perfectas. El nivel de significación para todos los test es de $p < 0.05$.



BIBLIOGRAFÍA

- Barrero, A., Schnell, F., Carrault, G., Kervio, G., Matelot, D., Carré, F., & Doyairon-Lahaye, S. LE. (2019). Control Diario del Equilibrio en la Recuperación de la Fatiga con Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca en Mujeres Ciclistas Bien Entrenadas en el Circuito Tour de Francia. *PubliCE*, 1–12.
- Bompa, T., & Buzzichelli, C. A. (2016). *Periodización del entrenamiento deportivo* (4th ed.). Barcelona, España: Paidotribo.
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013a). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: Cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine*, 43(5), 313–338. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0029-x>
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013b). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part II: Anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. *Sports Medicine*, 43(10), 927–954. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0066-5>
- Buckley, S., Knapp, K., Lackie, A., Lewry, C., Horvey, K., Benko, C., ... Butcher, S. (2015). Multimodal high-intensity interval training increases muscle function and metabolic performance in females. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 40(11), 1157–1162. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0238>
- Capdevila Ortís, L., Rodas Font, G., Ocaña Mariné, M., Parrado Romero, E., Pintanel Bassets, M., & Valero Herreros, M. (2008). Variabilidad de la frecuencia cardíaca como indicador de salud en el deporte: validación con un cuestionario de calidad de vida (SF-12). *Apunts. Medicina de L'esport*, 43(158), 62–69. [https://doi.org/10.1016/S1886-6581\(08\)70073-2](https://doi.org/10.1016/S1886-6581(08)70073-2)
- Costa, I. A. (2013). Los modelos de planificación del entrenamiento deportivo del siglo XX. *Revista Electrónica de Ciencias Aplicadas Al Deporte*, 6(22), 1–8. Retrieved from <http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/367/116-370-1-PB.pdf?sequence=1>
- Crawford, D., Drake, N., Carper, M., DeBlauw, J., & Heinrich, K. (2018). Validity, Reliability, and Application of the Session-RPE Method for Quantifying Training

- Loads during High Intensity Functional Training. *Sports*, 6(3), 84.
<https://doi.org/10.3390/sports6030084>
- Foster, C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(7), 1164–1168.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., ... Dodge, C. (2001). A New Approach to Monitoring Exercise Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109–115. [https://doi.org/10.1016/0968-0896\(95\)00066-P](https://doi.org/10.1016/0968-0896(95)00066-P)
- González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International Journal of Sports Medicine*, 31(5), 347–352. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248333>
- Gronwald, T., & Hoos, O. (2020). Correlation properties of heart rate variability during endurance exercise: A systematic review. *Annals of Noninvasive Electrophysiology*, 25(1), 1–11. <https://doi.org/10.1111/anec.12697>
- Halson, S. L. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine*, 44, 139–147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- Hartmann, H., Wirth, K., & Klusemann, M. (2013). Analysis of the Load on the Knee Joint and Vertebral Column with Changes in Squatting Depth and Weight Load. *Sports Medicine*, 43, 993–1008. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0073-6>
- Hopkins, W. G. (2002). A Scale of Magnitudes for Effect Statics. Retrieved June 11, 2021, from Internet Society for Sports Science website: <http://www.sportsci.org/resource/stats/index.html>
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2018). Internal and External Training Load: 15 Years On Training Load: Internal and External Load Theoretical Framework: The Training Process. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(2), 270–273.
- Issurin, V. B. (2010). New horizons for the methodology and physiology of training periodization: Block periodization: New horizon or a false dawn? *Sports Medicine*,

40(9), 803–805. <https://doi.org/10.2165/11535130-000000000-00000>

- Lorenz, D., & Morrison, S. (2015). Periodisation strength physical therapy. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 734–747.
- Lucia, A., Hoyos, J., Carvajal, A., & Chicharro, J. L. (1999). Heart Rate Response to Professional Road Cycling: The Tour de France. *Int J Sports Med*, 20(03), 167–172.
- Mankowski, R. T., Michael, S., Rozenberg, R., Stokla, S., Stam, H. J., & Praet, S. F. . (2017). Heart-Rate Variability Threshold as an Alternative for Spiro-Ergometry Testing: A Validation Study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(2), 474–479. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001502>
- Mujika, I. (2017). Quantification of Training and Competition Loads in Endurance Sports: Methods and Applications. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(Suppl 2), S29–S217. <https://doi.org/10.4324/9781315268149>
- Müller, D. C., Boeno, F. P., Izquierdo, M., Aagaard, P., Teodoro, J. L., Grazioli, R., ... Cadore, E. L. (2021). Effects of high-intensity interval training combined with traditional strength or power training on functionality and physical fitness in healthy older men: A randomized controlled trial. *Experimental Gerontology*, 149(February), 111321. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2021.111321>
- Petré, H., Löfving, P., & Psilander, N. (2018). The effect of two different concurrent training programs on strength and power gains in highly-trained individuals. *Journal of Sports Science and Medicine*, 17(2), 167–173.
- Rogers, B., Giles, D., Draper, N., Hoos, O., & Gronwald, T. (2021). A New Detection Method Defining the Aerobic Threshold for Endurance Exercise and Training Prescription Based on Fractal Correlation Properties of Heart Rate Variability. *Frontiers in Physiology*, 11(January). <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.596567>
- Rogers, B., Giles, D., Draper, N., Mourot, L., & Gronwald, T. (2021). Detection of the Anaerobic Threshold in Endurance Sports: Validation of a New Method Using Correlation Properties of Heart Rate Variability. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6(2), 38. <https://doi.org/10.3390/jfmk6020038>

- Sabido, R., Behm, D. G., & Blazevich, A. J. (2018). Effects of resistance training using known vs unknown loads on eccentric-- phase adaptations and concentric velocity. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 28(2), 407–417. <https://doi.org/10.1111/sms.12933>
- Tibana, R., De Sousa, N., Cunha, G., Prestes, J., Fett, C., Gabbett, T., & Voltarelli, F. (2018). Validity of Session Rating Perceived Exertion Method for Quantifying Internal Training Load during High-Intensity Functional Training. *Sports*, 6(3), 68. <https://doi.org/10.3390/sports6030068>
- Vellers, H. L., Kleeberger, S. R., & Lightfoot, J. T. (2018). Inter-individual variation in adaptations to endurance and resistance exercise training: genetic approaches towards understanding a complex phenotype. *Mammalian Genome*, 29(1–2), 48–62. <https://doi.org/10.1007/s00335-017-9732-5>

