

# **DIFERENCIAS INDIVIDUALES EN CICLISTAS ENTRENADOS MEDIANTE DOS MODELOS DE PERIODIZACIÓN: BLOQUES Y DAY-TO-DAY**

**ALUMNO:** ANTONIO CATALÁN GUTIÉRREZ

**TUTOR ACADÉMICO:** D. JOSÉ MANUEL SARABIA MARÍN

**LABORATORIO DE ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN DEL ENTRENAMIENTO**

## ÍNDICE

ABSTRACT	3
1. ¡Error! Marcador no definido.	
2. ¡Error! Marcador no definido.	
2.1 ¡Error! Marcador no definido.	
2.2 ¡Error! Marcador no definido.	
2.2.1 ¡Error! Marcador no definido.	
2.2.2 ¡Error! Marcador no definido.	
2.2.3 ¡Error! Marcador no definido.	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9



## ABSTRACT

La individualización y optimización en el entrenamiento se tiene en cuenta desde hace mucho tiempo, pero está cobrando mucha importancia en los últimos años. En este estudio se compara un modelo basado en estructura fija, como la periodización por bloques, con una periodización *day-to-day* basada en la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (VFC). El objetivo es conocer las diferencias individuales en los ciclistas de ambas metodologías. Participaron 18 ciclistas bien entrenados. Las dos primeras semanas se utilizaron para adaptarse a la metodología de entrenamiento, determinar la VFC basal y realizar una valoración inicial. Después, se inició el estudio dividiendo a los ciclistas en dos grupos, uno guiado por VFC y otro por periodización por bloques. Posteriormente, se llevó a cabo 8 semanas de entrenamiento y al finalizar se volvió a evaluar. En las semanas de evaluación se realizaba un test incremental, para conocer el consumo máximo de oxígeno y los umbrales ventilatorios, y un test de 40 minutos de contrarreloj simulada como prueba de rendimiento.

*The individualization and optimization of training has been kept in mind for a long time, but these recent years it has been receiving a huge importance. This study compares one model based on a fixed structure, such as the periodization per blocs, with a day-to-day periodization based on the Heart rate variability (HRV). The aim is to know the individual differences in cyclists from both methodologies. A number of 18 cyclist well-trained participated on it. The two first weeks were used as an adaptation to the training methodology, the determination of the basal HRV and the realization of an initial assessment. Then, the study was started dividing the cyclists in two groups, one guided by HRV and the other one by periodization per blocs. Afterwards, 8 training weeks took place with a new evaluation at the end. During the evaluation weeks, an incremental test was done, in order to know the maximal oxygen consumption and the ventilatory threshold, and 40 minutes against the clock simulated test as a performance test.*

# 1.INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos más importantes en el entrenamiento su monitorización, ya que debe ser individualizado y cuantificado de forma concreta, precisa y adaptada a cada deporte (Foster et al., 2001). El objetivo es buscar una respuesta adaptativa a las diferentes cargas de trabajo de forma individual, ya que no afectarán de la misma forma en deportistas diferentes, aunque estos posean características similares. El nivel de carga de trabajo puede verse afectado por muchos otros factores como la situación personal o el entorno (Kiviniemi et al., 2007).

Clásicamente, se han utilizado modelos de periodización cerrados para estructurar la carga basándose en los principios del entrenamiento. Estos modelos son por ejemplo la periodización tradicional o modelos más contemporáneos como la periodización por bloques (Issurin, 2016). Estos están incompletos ya que no tienen en cuenta las características y/o el estado de los deportistas. Por ello en los últimos años nacen nuevos modelos como el modelo de periodización día a día, en el que se planifica con anterioridad, pero se toman decisiones diarias según el estado previo al entrenamiento del deportista (Kiviniemi et al., 2007).

Para ello es necesario utilizar marcadores de fatiga que permitan valorar de forma individual el impacto de la carga sobre los deportistas. Con este objetivo se han utilizado herramientas como; la escala RPE de Borg, con la que podemos conocer la percepción subjetiva de esfuerzo (Decroix et al., 2018) o la concentración de lactato sanguíneo (Mujika 2017). Sin embargo, estas variables tienen limitaciones, por ejemplo, la escala de Borg solo tiene en cuenta la percepción subjetiva del deportista y no parámetros fisiológicos (Haddad et al., 2017). La concentración de lactato sanguíneo no es práctica para el día a día y además es invasiva para el deportista.

En la actualidad se está utilizando la Variabilidad de la Frecuencia Cardiaca (VFC) como marcador de fatiga y es definida como la variación de la frecuencia del latido cardiaco durante un intervalo de tiempo definido con anterioridad (Camm et al., 1996). Estima la regulación cardiaca del sistema nervioso autónomo (SNA) y su perturbación ante el estrés fisiológico y psíquico (Vesterinen et al., 2011).

Mediante el seguimiento de esta variable se puede controlar de forma más precisa la recuperación o fatiga del deportista, así como obtener un mayor rendimiento o intentar evitar el sobreentrenamiento. Por un lado, la rama parasimpática, predomina en situaciones de relajación. Por otro lado, la rama simpática, identificada con situaciones de estrés produciendo un aumento de la FC (Earnest et al., 2004).

Cuando se analiza esa VFC, pueden ocurrir tres situaciones a largo plazo: una disminución, un aumento o que no varíe. La primera derivaría en adaptaciones negativas del entrenamiento, mientras que la segunda en adaptaciones positivas, si no varía el programa de entrenamiento no ha tenido ningún efecto sobre la VFC. A corto plazo su interpretación es diferente, siendo ambas, tanto desviaciones hacia arriba como hacia abajo, indicios de que el deportista está en condiciones de fatiga (Plews et al., 2013).

Por todo ello, el objetivo de este estudio es valorar el efecto que tienen dos modelos de periodización diferentes: estandarizado por bloques y modelo *day-to-day* en base a la VFC, sobre la función cardiaca autónoma en ciclistas bien entrenados.

## 2. MÉTODO

### 2.1 Participantes

Participaron en el estudio de forma voluntaria 15 hombres, ciclistas de carretera bien entrenados con una práctica de forma regular durante al menos 2 años (tabla 1). El estudio fue aprobado por el comité ético de la Universidad Miguel Hernández de Elche y los participantes firmaron un consentimiento informado de participación en el estudio.

Tabla 1. Características de los participantes

	Promedio $\pm$ DT
Edad (años)	28.21 $\pm$ 10.64
VO <sub>2</sub> max (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	63.16 $\pm$ 5.98
Peso (kg)	73.48 $\pm$ 8.49
Altura (cm)	1.76 0.05

## 2.2 Diseño experimental

La duración de la intervención fue de 13 semanas, siendo las 3 primeras de familiarización tanto con los test, como con el registro de la VFC. La primera semana se hizo una reunión informativa y la evaluación inicial (T0), donde se realizó una prueba de esfuerzo incremental (GXT) y 40 minutos en rodillo (40TT). Las dos semanas siguientes no se realizó entrenamientos de alta intensidad y se registró la VFC basal, en situación de reposo nada más levantarse.

Posteriormente se comienza el estudio con una semana de evaluaciones (T1), con los mismos tests descritos en la inicial. Después de este periodo se llevó a cabo una intervención de 8 semanas en las que un grupo hizo una periodización tradicional por bloques y el otro grupo entrenaba alta intensidad según su VFC, solo si estaba dentro de su rango óptimo. Al finalizar este periodo se volvió a evaluar (T2). En la tabla 2 se puede observar la distribución de todas las semanas de forma visual.

Tabla 2. Cronograma del estudio

	PRE-ESTUDIO		ESTUDIO		
	T0 Evaluación inicial	Familiarización	T1 Pre-test	Day-To-Day	T2 Post-test
Semana	1	2-3	4	5-12	13
Registro	GXT + 40TT	VFC Basal	GXT + 40TT	Entrenamiento	GXT + 40TT

\*GXT: Test incremental máximo. 40TT: Test 40 min.

Los grupos se dividieron mediante contrabalanceo según su consumo de oxígeno máximo ( $VO_2$  max) alcanzado en la prueba de esfuerzo incremental en T1. Por un lado, el grupo 1 realizó una periodización por bloques y el grupo 2 periodización por bloques modificada día a día según la VFC.

### 2.2.1 Test incremental (GXT)

Se realizó un test incremental máximo “Graded Exercise Test” (GXT) para conocer el  $VO_2$ max y los umbrales ventilatorios: VT1 o umbral aeróbico y VT2 o umbral anaeróbico (Pettitt et al., 2013). Se lleva a cabo con su propia bicicleta en el rodillo Wahoo KICKR Power Trainer (Wahoo Fitness, Atlanta, USA) y con el analizador de gases

MasterScreen CPX, (Jaeger Leibniztrasse 7, 97204 Hoechberg, Alemania), que tiene que ser calibrado antes de la prueba.

El protocolo es el siguiente: el sujeto comienza a pedalear a una cadencia constante y cómoda para él, es la que va a tener que mantener durante toda la prueba. Se inicia con un calentamiento de 10 min a 100 W. En el último minuto del calentamiento, se hace una calibración del rodillo tal como especifica el fabricante. La prueba comienza a 150 W y a partir de ahí aumenta 25W cada minuto, manteniendo la cadencia constante hasta que no puedas más y entonces se acaba la prueba. Se realiza una recuperación de 3 min a 50 W. Se incluyó un escalón de verificación al final del calentamiento a un escalón menos al completado al final del test para comprobar que la prueba ha sido máxima (Sedgeman et al., 2013).

### **2.2.2 Test 40 minutos de contrarreloj simulada (40TT)**

Este test se realizó como prueba de rendimiento, el objetivo de la prueba es finalizar los 40 minutos con la mayor media de potencia posible. Antes de iniciar el test se realiza un calentamiento de 10 min por debajo de VT1 y siempre con cadencia libre de pedaleo simulando así la carretera ya que se hacía en un rodillo Wahoo KICKR Power Trainer (Wahoo Fitness, Atlanta, USA) con su propia bicicleta. Es muy importante la concentración para el deportista, ya que no están acostumbrados a realizar rodillo durante tanto tiempo a esa intensidad, el evaluador debe informarle del tiempo que le queda y motivarle para que mantenga el ritmo durante la prueba. No se le daba información de la frecuencia cardiaca y tampoco de los vatios.

### **2.2.3 Variabilidad de la Frecuencia Cardiaca (VFC)**

Durante todo el estudio los deportistas registraron su VFC por las mañanas nada más levantarse, siguiendo siempre el mismo protocolo. Realizar la medición después de orinar y en la posición decúbito supino, tenían que estar relajados, la medición dura 1 minuto y se realiza mediante fotopletismografía con la aplicación HRV4training.

Para decidir el tipo de sesión a realizar cada día por los participantes del grupo day-to-day, se utilizó el logaritmo de la raíz cuadrada del valor medio de las sumas de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos R-R consecutivos (LnRMSSD) como indicador de HRV diaria (Vesterinen et al., 2016). El promedio de LnRMSSD de los 14 días de familiarización se tomó como valor basal y se calculó un rango mínimo de cambio de  $\pm 0.5$  de la desviación típica. Cada dos semanas se actualiza el rango óptimo para así ser más representativo del estado del deportista. El valor diario a comparar no fue el LnRMSSD sino la media de los 7 últimos días, tal y como indica Kiviniemi et al. (2007) ya que el valor diario tiene una variación demasiado grande. La decisión del tipo de entrenamiento se basó en el algoritmo que se muestra en la figura 1.

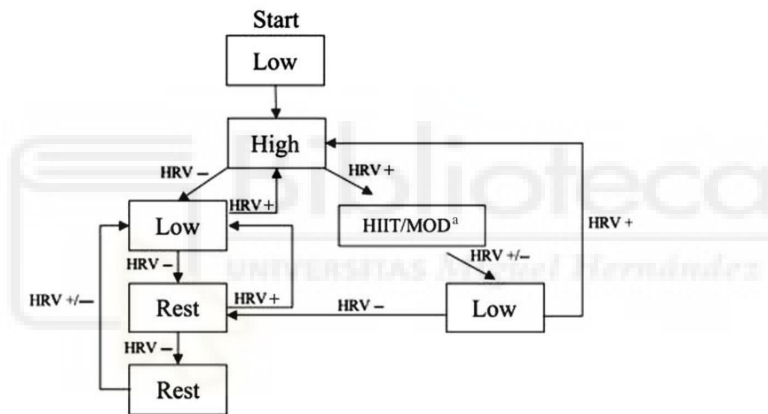


Figura 1. Algoritmo de decisiones para el grupo Day-to-day (Javaloyes et al., 2019). *HRV+* = Variabilidad de la FC dentro de rango. *HRV-* = Variabilidad de la FC fuera de rango. *High* = sesiones de alta intensidad. *HIIT/MOD<sup>a</sup>* = Sesiones interválicas de alta intensidad o de moderada. *Rest* = Descanso.



# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Issurin, V. B. (2016). Benefits and limitations of block periodized training approaches to athletes' preparation: a review. *Sports medicine*, 46(3), 329-338.
- Camm, A. J. M. M., Malik, M., Bigger, J. T. G. B., Breithardt, G., Cerutti, S., Cohen, R., & Lombardi, F. (1996). Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation*, 93(5), 1043-1065.
- Decroix, L., Lamberts, R. P., & Meeusen, R. (2018). Can the Lamberts and Lambert Submaximal Cycle Test Reflect Overreaching in Professional Cyclists?. *International journal of sports physiology and performance*, 13(1), 23-28.
- Earnest, C. P., Jurca, R., Church, T., Chicharro, J. L., Hoyos, J., & Lucia, A. (2004). Relation between physical exertion and heart rate variability characteristics in professional cyclists during the Tour of Spain. *British journal of sports medicine*, 38(5), 568-575.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., ... & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(1), 109-115.
- Haddad, M., Stylianides, G., Djaoui, L., Dellal, A., & Chamari, K. (2017). Session-RPE Method for Training Load Monitoring: Validity, Ecological Usefulness, and Influencing Factors. *Frontiers in neuroscience*, 11, 612.
- Javaloyes Torres, A., Sarabia, J. M., Lamberts, R. P., & Moya-Ramon, M. (2019). Training Prescription guided by HRV in cycling. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14, 23-32.
- Kiviniemi, A., Hautala, A., Kinnunen, H. & Tulppo, M. (2007). Endurance training guided individually by daily heart rate variability measurements. *European journal Applied Physiology*, 101, 743-751.
- 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), S2-9.
- Pettitt, R. W., Clark, I. E., Ebner, S. M., Sedgeman, D. T., & Murray, S. R. (2013). Gas Exchange Threshold and V [Combining Dot Above] O2max Testing for Athletes: An Update. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(2), 549-555.
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Kilding, A. E., & Buchheit, M. (2012). Heart rate variability in elite triathletes, is variation in variability the key to effective training? A case comparison. *European journal of applied physiology*, 112(11), 3729-3741.
- Vesterinen, V., Häkkinen, K., Hynynen, E., Mikkola, J., Hokka, L., & Nummela, A. (2013). Heart rate variability in prediction of individual adaptation to endurance training in recreational endurance runners. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 23(2), 171-180.
- Vesterinen V, Nummela A, Heikura I, et al. Individual endurance training prescription with heart rate variability. *Med Sci Sports Exerc*. 2016;48(7):1347–1354.
- Sedgeman, D., Dalleck, L., Clark, I. E., Jamnick, N., & Pettitt, R. W. (2013). Analysis of square-wave bouts to verify VO2max. *International journal of sports medicine*, 34(12), 1058-1062.