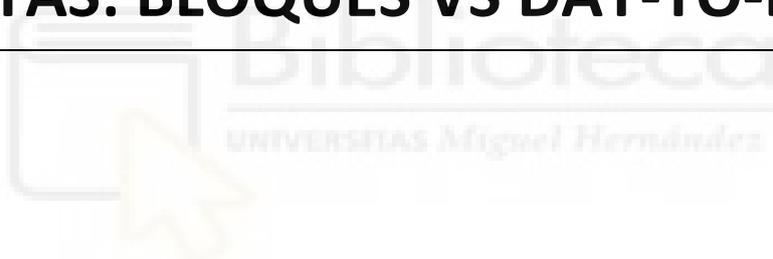


---

# EFECTO DE DOS MODELOS DE PERIODIZACIÓN DIFERENTES EN CICLISTAS: BLOQUES VS DAY-TO-DAY

---



ALUMNO:  
**Bernardo Ordiñana Cuquerella**

TUTOR ACADÉMICO:  
**D. José Manuel Sarabia Marín**

## INDICE

<b>1. ABSTRACT.....</b>	<b>3</b>
<b>2. INTRODUCCION .....</b>	<b>4</b>
<b>3. METODOS .....</b>	<b>6</b>
1.1 Participantes .....	6
1.2 Diseño experimental .....	7
1.3 Test incremental (GTX) .....	8
1.4 Test 40TT .....	9
1.5 Training peaks.....	11
1.6 Diseño periodización .....	12
<b>4. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>12</b>



## **EFFECTO DE DOS MODELOS DE PERIODIZACIÓN DIFERENTES EN CICLISTAS: BLOQUES VS DAY-TO-DAY**

### **1. ABSTRACT**

La variabilidad de la frecuencia cardiaca ha sido propuesta en la literatura como herramienta de prescripción de carga de entrenamiento frente a los modelos predefinidos basados en estructuras fijas. El objetivo de este estudio es comparar los efectos de una periodización por bloques fija y una periodización día a día basada en la variabilidad de la frecuencia cardiaca. Participarán 18 ciclistas bien entrenados. Tras una evaluación inicial, los ciclistas realizarán 2 semanas de familiarización con un programa de entrenamiento estandarizado para poder establecer la variabilidad basal. A continuación, los ciclistas se dividirán en 2 grupos (Bloques y HRV) y realizarán 8 semanas de entrenamiento con valoraciones previas y finales. Los test realizados serán un test incremental escalonado y un test de contrarreloj simulada.



## 2. INTRODUCCION:

El objetivo principal de todo entrenamiento es orientar el trabajo de un deportista para conseguir unos objetivos concretos a medio o largo plazo maximizando su rendimiento enfocado mayormente a la competición. Por lo tanto, uno de los caminos que cada vez cobra mayor importancia, es la estructuración del entrenamiento y la planificación. Los entrenamientos deben ser realizados de una manera determinada, respetando una serie de principios y uno de esos procedimientos es la estructuración. Cada trabajo hay que colocarlo teniendo en cuenta las cargas, precedentes y consiguientes, de modo que se vayan reforzando los efectos de cada uno de ellos y no interfieran de forma negativa. (García Verdugo 2007)

Cuando se aplica una carga al organismo, esta carga produce una fase de alarma en el cuerpo, y cuando estas cargas se aplican correctamente distribuidas estas producen una serie de adaptaciones en el organismo las cuales llamamos supercompensación. Por lo tanto, deberemos organizar correctamente la planificación de las cargas, así como el tipo de carga a aplicar para que estas adaptaciones en forma de mejora del rendimiento aparezcan en el momento en que se precisa, es decir, coincidiendo con las competiciones principales (García Verdugo 2007).

Debido a esto, durante muchos años se han desarrollado diversos modelos de periodización de la carga para controlar y planificar la respuesta de estas variables que influyen en el rendimiento. Esta es de gran importancia en los deportes que llevamos el cuerpo hasta la extenuación, y debe estar orientada perfectamente si se quiere tener un dato objetivo de rendimiento, pero ¿cuál es el problema que se encuentran los entrenadores a la hora de elegir el modelo de periodización idóneo? A lo largo de la historia, se ha seguido el llamado modelo tradicional de periodización de la carga (PT), expuesto por Matveiev (1977), basado en el desarrollo de diferentes capacidades en un periodo largo de tiempo. En estos modelos se incluye generalmente sesiones de tipo HIT (alta intensidad), sesiones de intensidad moderada (MOD) y sesiones de baja intensidad (LIT).

Actualmente, con el aumento de los días de competición y la gran especialización en el deporte respecto a décadas atrás y la necesidad de buscar diferentes picos de forma repartidos durante la temporada han aparecido nuevos modelos de periodización. Entre ellos diferenciamos el modelo de periodización por bloques de Verkjonsanski (BTS) o de Issurin y Kaverin (ATR). Estos incluyen periodos de entrenamientos más cortos (1-4 semanas), con el objetivo de desarrollar unos pocos componentes de acondicionamiento físico seleccionados.

Recientemente, se ha sugerido que la periodización por bloques puede proporcionar una adaptación de entrenamiento superior en comparación con los modelos tradicionales (Issurin, 2008) (Issurin, 2010). Estos programas de entrenamiento están predeterminados por la literatura, las recomendaciones generales, la experiencia del entrenador y la comunicación con el deportista. Pero el mismo programa de entrenamiento no sería válido para todos, aunque el historial deportivo de los sujetos sea similar. Por ello se debe determinar correctamente los métodos de cuantificación y prescripción de la carga de modo individualizado (Kiviniemi et al., 2007).

En este sentido, actualmente se ha propuesto como método de control del entrenamiento la variabilidad de la frecuencia cardiaca (HRV). Esta herramienta nos sirve para evaluar del sistema nervioso autónomo (SNA) y el efecto que la carga externa tiene sobre el deportista (carga interna). El estado del SNA está estrechamente relacionado con la fatiga. Por esta razón, el análisis del HRV parece ser una herramienta apropiada para evitar una fatiga excesiva o sobreentrenamiento. (G. Rosales-Soto, R. Corsini-Pino, M. Monsálves-Álvarez y R. Yáñez-Sepúlveda 2016). De esta manera, autores como Kiviniemi et al., (2007) o Javaloyes et al., (2018) han propuesto la periodización DAY-TO-DAY como herramienta para controlar la distribución de las cargas en función del estado de la fatiga.

El objetivo de este trabajo fin de máster es comparar la mejora de rendimiento de una periodización por bloques y una periodización Day-to-Day en ciclistas entrenados.

## **METODO:**

### Participantes:

Participaron en el estudio de forma voluntaria 18 hombres, ciclistas de carretera bien entrenados (todos con orientación a la competición ya sea en categoría máster o Elite/Sub23) con una experiencia previa mayor de 2 años de práctica regular (Tabla 1).

Tabla 1. Datos descriptivos de los participantes

	Promedio $\pm$ DT
Edad (Años)	28.21 $\pm$ 10.64
Vo2 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 $\pm$ 0.05

El estudio fue aprobado por el comité ético de la Universidad Miguel Hernández de Elche (DPS.JSM.02.18) y los participantes firmaron un consentimiento informado de participación en el estudio. Aun así, el estudio se ha finalizado con 15 ciclistas, debido al abandono de 3 sujetos por la discontinuidad voluntaria en el estudio.

### Diseño experimental:

Previo al comienzo del registro de los entrenamientos, se realizó una semana de evaluación inicial (T0), donde el objetivo era que los sujetos se familiarizaran con los test a realizar: Prueba de esfuerzo incremental (GXT) y test de 40 minutos en rodillo (40TT). Seguidamente a esta se realizaron dos semanas de familiarización con los protocolos de recogida de datos de entrenamiento, así como la metodología de entrenamientos. Durante estas dos semanas no se realizaron trabajos de alta intensidad y el día previo a los test los participantes no realizaron ejercicio físico. Durante estas dos semanas los sujetos debían empezar a medir la variabilidad de la frecuencia cardiaca (HRV) cada mañana al levantarse reposo (Sookan & McKune, 2012) para determinar los valores basales de la VFC y establecer las zonas óptimas de trabajo.

Una vez determinados los grupos, los sujetos entrenaron con normalidad durante 8 semanas en las que se registró durante las sesiones de entrenamiento la duración de esta, la frecuencia cardiaca media y máxima y la potencia y la potencia. Todos los días durante las 8 semanas de entrenamiento se registró la frecuencia cardiaca al despertar (para controlar la VFC).

Después de estas dos semanas, se realizaron otra vez los test (T1) para determinar el rendimiento de los sujetos y obtener los datos necesarios para ajustar las cargas de entrenamiento. En función de los datos obtenidos en la T1 los participantes se distribuyeron mediante la técnica de balanceo en función de su nivel en el test incremental (GTX) en los grupos que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2: Distribución de los grupos del estudio

	Tipo de trabajo realizado por cada grupo
Grupo 1:	Periodización por bloques
Grupo 2:	P. bloques modificada por el Day to Day (VFC)

Finalmente, después de las 8 semanas de trabajo se realizarán de nuevo los test de rendimiento (T2) como se muestra de modo grafico en la tabla 3.

Tabla 3: Secuenciación temporal del estudio.

PREVIAS AL ESTUDIO		ESTUDIO DAY TO DAY // REGISTRO		
1 SEMANA	2-3 SEMANA	4 SEMANA	5 – 12 SEM.	13 SEMANA
(T0) PRE-EVALUACION	FAMILIARIZACION	(T1) EVALUACION	VFC	(T2) EVALUACION
Familiarización con las pruebas.	-Registro VFC Basal -Familiarización APP	GXT 40TT	Carga Entrenamiento	GXT 40TT

\*GXT: Test incremental escalonado.

\*40TT: Test competición simulado (rodillo)

### Test incremental (GXT):

Este test de rendimiento tiene como objetivo la detección de umbrales ventilatorios aeróbico (VT1) y anaeróbico (VT2) además del volumen de oxígeno máximo (VO2max) mediante un test incremental escalonado llevado a cabo en el laboratorio y con la utilización de gases espiratorios.

El protocolo del test consistía en un calentamiento de 10 minutos a 50W de intensidad, los sujetos eran libres de llevar la cadencia que con la que más cómodos se sintieran, ya que el rodillo se autorregulaba para mantener los W necesarios, aunque si les indicábamos que la mantuvieran estable para no generar picos en las gráficas. El Wahoo Kickr Power Trainer se auto calibraba en el minuto 9 del calentamiento, siguiendo las recomendaciones del fabricante y seguidamente daba comienzo el test incremental escalonado que consistía en incrementos de 25W cada minuto hasta que el deportista no pudiera mantener la cadencia estable (su cadencia decayera alrededor de 10 ppm). Una vez finalizado el test incremental recuperaban durante 5 minutos a la misma intensidad que el calentamiento (50W) y realizaban un escalón de verificación con el fin de validar si la prueba había sido máxima. Este consistía en colocar el escalón previo a la extenuación y motivar al sujeto a realizar durante un breve tiempo el escalón a la intensidad máxima que el sujeto pudiera aplicar durante todo el tiempo posible.

Tabla 4: Protocolo de modo esquemático y secuencial

#### PROTOCOLO DEL TEST

PREPARACION	Colocación electrodos, banda pulso, mascara de gases y acomodar bicicleta
CALENTAMIENTO	10 minutos con 50W de intensidad
CALIBRACIÓN	9' del calentamiento / Calibración automática 1'
TEST INCREMENTAL	Incrementos de 25W/min hasta la extenuación
VUELTA A LA CALMA	5' suaves a 50W como en el calentamiento
ESCALON VERIFICACION	Una serie máxima con los W del escalón previo a finalizar

\*W: Vatios

Los participantes realizaron la prueba con su propia bicicleta colocada sobre el rodillo Wahoo Kickr Power Trainer (Silva, Lott, Wickrama, Mota & Welk, 2011) y durante el test, se animaba al sujeto mediante estímulos verbales para asegurarnos que consiguiera llegar a su rendimiento máximo.

En referencia al análisis de los gases respiratorios, se utilizó el analizador de gases MasterScreen CPX (Jaeger Leibniztrasse, Hoecheberg, Germany) Previo al uso, se realizaron las calibraciones pertinentes siguiendo las instrucciones del fabricante. Mediante este dispositivo analizamos el  $\dot{V}O_2$  Max, últimos 30 segundos de la prueba,  $VT_1$  y  $VT_2$ , siguiendo los equivalentes ventilatorios promediados cada 15 segundos (Robert W. Pettit, Ida E. Clark, Stancy M. Ebner, Daniel T. Sedgeman, 2012) y de forma visual mediante una gráfica formada por  $\dot{V}E/\dot{V}O_2$  y  $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$  donde observamos un punto de inflexión en  $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ , mientras  $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$  se mantiene en una meseta, de esta forma se determina de forma temporal  $VT_1$ . En cuando a  $VT_2$  se puede observar un repentino ascenso de ambos equivalentes ventilatorios (Jaeger Leibniztrasse 7, 97204 Hoechberg, Alemania).

#### Test de contrarreloj simulada en el laboratorio (40TT)

Este test de rendimiento tiene como objetivo la simulación competición para contrastar las mejoras analizadas en el GXT.

El protocolo de este test consiste en un calentamiento de 10 minutos por debajo de  $VT_1$ , para posteriormente realizar el test de 40 minutos a la máxima intensidad que el sujeto pueda desarrollar durante el tiempo estipulado con cadencia libre de pedaleo. Una vez finalizado el test se realiza una vuelta a la calma hasta de 5 minutos. Toda la prueba se realiza con vatios libres, queriendo decir que los W serán los que el sujeto sea capaz de desarrollar.

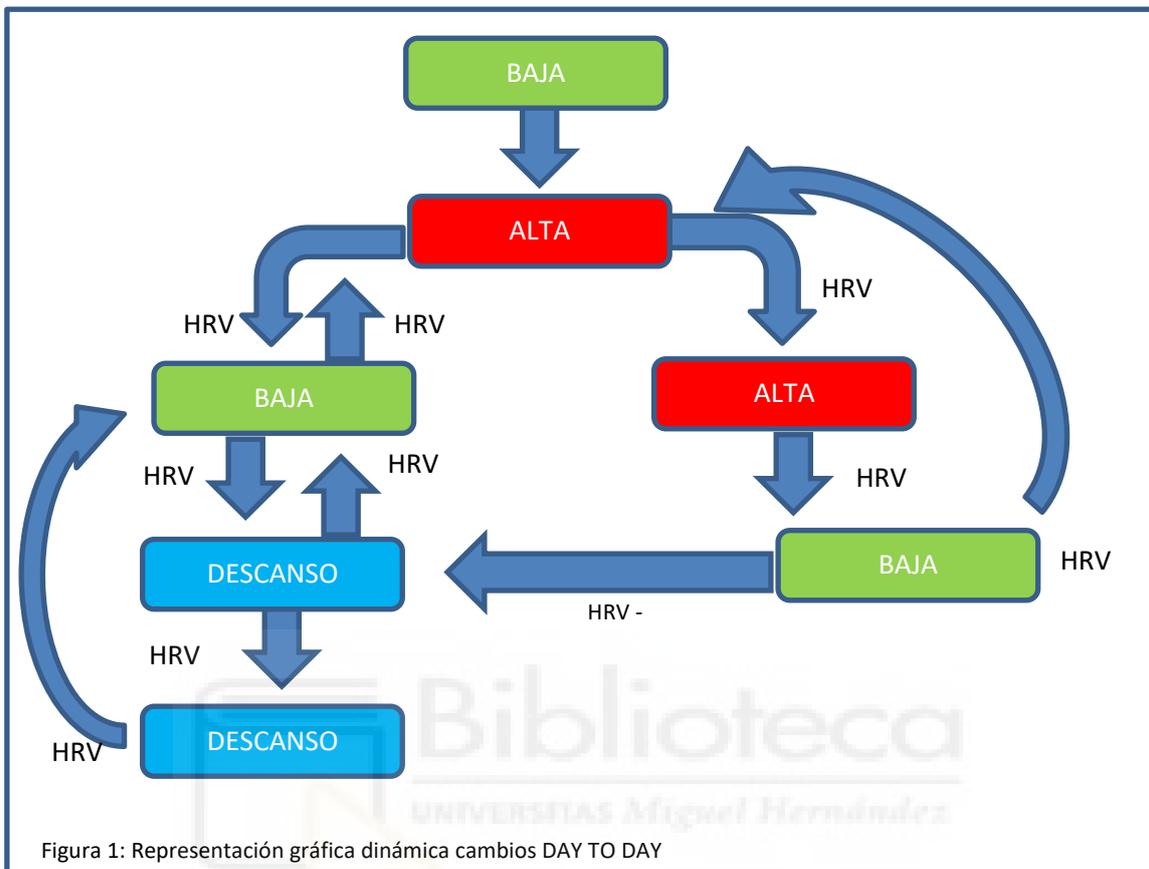
Los participantes realizaron la prueba con su propia bicicleta colocada sobre el rodillo Wahoo Kickr Power Trainer (Silva, Lott, Wickrama, Mota & Welk, 2011) y durante el test, se animaba al sujeto mediante estímulos verbales para asegurarnos que consiguiera llegar a su rendimiento máximo y no perdiera la concentración.

### HRV en reposo (rMMSD):

El registro de la variabilidad de la frecuencia cardiaca (HRV) se llevó a cabo todos los días durante las 13 semanas del periodo completo del estudio. El registro se llevó a cabo por las mañanas nada más levantarse, el sujeto debía seguir el mismo protocolo cada día, levantarse, ir al baño en caso de necesitarlo y posteriormente acomodarse en decúbito supino, en reposo y sin alterar la respiración durante el periodo de 1 minuto (G. Rosales-Soto, R. Corsini-Pino, M. Monsálves-Álvarez y R. Yáñez-Sepúlveda, 2016)

Como herramienta de registro se utilizaba la APP HRV4Training (Altini, M; Amft, O 2016) vinculada a la banda de pulso del sujeto. Cada uno de los registros se importaba para analizarlo en un Excel preparado donde determinábamos los rangos de trabajo en función de los registros de los últimos 15 días para poder determinar el estado del sujeto.

Se analizaron solo los 30 últimos segundos de cada registro (Plew et al., 2016) para recoger un registro estable de cada sujeto. De estos se analizó el rMSSD (raíz cuadrada del valor medio de las sumas de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos R-R consecutivos), normalizándola con el logaritmo natural. Posteriormente se calculó una línea base (SWC, Smallest Worthwhile Change) utilizando el promedio del LnrMSSD durante cuatro semanas. Este valor se utilizaba de referencia para indicar el estado del deportista (grupo 2) y ajustar el entrenamiento si era necesario. Cada día se comparaba el registro del día con el SWC y se ajustaba el entrenamiento en base al diagrama de la figura 1 (Kiviniemi et al., 2007).



### TRAINING PEAKS:

Todos los entrenamientos fueron registrados mediante la plataforma de TRAININGPEAKS la cual se sincronizaba con los dispositivos de los sujetos (Polar, Garmin, VDO...) proporcionándonos datos detallados de los entrenamientos de los mismo tanto de las zonas de trabajo como algunos datos de rendimiento y fatiga que nos servían para comparar con el análisis de la VFC.

### DISEÑO DE LA PERIODIZACION POR BLOQUES:

A continuación, se expone la tabla ilustrativa (tabla 5) del tipo de trabajo planificado siguiendo una planificación por bloques centrada en el trabajo por arriba de VT2. Esta tabla la hemos distribuido por semanas, marcando las 2 semanas previas al

estudio donde se busca la familiarización con las herramientas y la tipología de trabajo, las semanas de evaluación (T0, T1, T2) y las 8 semana de las que se compone el estudio.

En esta tabla se han diferenciado la cantidad de sesiones de trabajo de alta intensidad y duración (HIGH) y trabajos de alta intensidad de corta duración (HIT 1, duración media entre 1 y 5 min) (HIT 2, corta duración <1min).

Tabla 5: Distribución entrenamiento periodización por bloques.

OBJETIVO	HIGHT	HIT 1	HIT 2	LOW INT.
T0	Solo se realizaron sesiones LIT // GTX + 40TT			
PREP	2x15min/5min VT2	2x4min/3min>VT2	1x(10x30s)/ min	LIT (VT1) (x2)
PREP	2x15min/5min VT2	3x4min/3min>VT2	2x(10x30s/15's)/3min	LIT (VT1) (x2)
T1	Solo se realizaron sesiones LIT // GTX + 40TT			
SEMANA 1	2x15min/5min VT2	3x4min/3min>VT2(x2)	2x(10x30s/30s)/3min	LIT (VT1) (x2)
SEMANA 2	2x15min/5min VT2(x2)	4x4min/3min>VT2	2x(10x30s/15s)/3min	LIT (VT1) (x2)
SEMANA 3	30min VT2	4x4min/3min>VT2(x2)	3x(10x30s/15s)/3min	LIT (VT1) (x2)
SEMANA 4	//	//	2x(10x30s/15s)/3min	LIT (VT1) (x5)
SEMANA 5	2x15min/5min VT2	3x4min/3min>VT2(x2)	2x(10x30s/15s)/3min	LIT (VT1) (x3)
SEMANA 6	2x15min/5min VT2(x2)	3x4min/3min >VT2	2x(10x30s/15s)/3min	LIT (VT1) (x2)
SEMANA 7	30min VT2	4x4min/3min>VT2(x2)	3x(10x30s/15s)/3min	LIT (VT1) (x2)
SEMANA 8	//	//	3x(10x30s/15s)/3min	LIT (VT1) (x5)
T3	Solo se realizaron sesiones LIT // GTX + 40TT			

### 3. BIBLIOGRAFIA

Antini, M; Amft, Oliver. (2016). HRV4Training: Large-scale longitudinal training load analysis in unconstrained free-living settings using a smartphone application. 38<sup>th</sup> Annual International Conference of the IEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). IEEE.

García-Verdugo, M. (2007). *RESISTENCIA Y ENTRENAMIENTO*. PAIDOTRIBO

- González-Boto, R., Márquez, S., Salguero, A., & Tuero, C. (2009). Validez concurrente de la versión española del cuestionario de recuperación-estrés para deportistas (Restq-Sport). Paper presented at the Revista de psicología del deporte
- 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.
- Issurin, V. (2010). New horizons for the methodology and physiology of training periodization. *Sports Med*, 189–206.
- López Chicharro, J., Vicente Campos, D., & Cancino López, J. (2013). Transición aeróbica-anaeróbica. *Fisiología Del Entrenamiento Aeróbico*, 117.
- Mankowski, R. T., Michael, S., Rozenberg, R., Stokla, S., Stam, H. J., & Praet, S. F. E. (2016). HEART-RATE VARIABILITY THRESHOLD AS AN ALTERNATIVE FOR SPIROERGOMETRY TESTING: A VALIDATION STUDY. *National Strength and Conditioning Association*, 31, 474–479.
- Pallarés, J. G., & Morán-Navarro, R. (2012). Propuesta metodológica para el entrenamiento de la resistencia cardiorespiratoria. *Journal of Sport and Health Research*, 4(2), 119–136.
- 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.
- Silva, P., Lott, R., Wickrama, K. a S., Mota, J., & Welk, G. (2011). Note : This article will be published in a forthcoming issue of the Journal of Physical Activity & Health . This article appears here in its accepted , peer-reviewed form ; it has not been copy edited , proofed , or formatted by the publisher . Psychosoci. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 32, 1–44. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0012>

Van Schuylenbergh, R., Vanden Eynde, B., & Hespel, P. (2004). Correlations between lactate and ventilatory thresholds and the maximal lactate steady state in elite cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 25(6), 403–408. <https://doi.org/10.1055/s-2004-819942>

Wallace, L. K., Slattery, K. M., & Coutts, A. J. (2014). A comparison of methods for quantifying training load: Relationships between modelled and actual training responses. *European Journal of Applied Physiology*, 114(1), 11–20. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2745-1>

