

FACULTAD DE EDUCACIÓN Y DEPORTE
Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Curso: 2019-2020

**DISTRIBUCIÓN DE LAS INTENSIDADES DE ENTRENAMIENTO EN
DEPORTES DE RESISTENCIA. APLICACIÓN PRÁCTICA EN EL CICLISMO
PROFESIONAL.**

AUTOR: Oier Moreno Arteta

DIRECTOR: Javier Orbañanos Palacios

28 de mayo de 2020

Índice

1	Introducción.....	3
2	Marco teórico	3
	Caracterización del entrenamiento en deportes de resistencia.....	3
	Distribución de las zonas de intensidad.....	3
	Modelos de distribución de las intensidades	4
3	Análisis de datos	9
	Objetivos	9
	Participantes.....	9
	Material y métodos.....	9
	Resultados.....	10
	Discusión.....	14
	Bibliografía.....	17

1 Introducción

La planificación de la carga de entrenamiento utiliza la combinación de las variables de frecuencia, duración e intensidad de los estímulos del entrenamiento para el desarrollo de la preparación de los deportistas. Es por esto por lo que resulta un trabajo complejo al haber más de una variable modificable y que debemos adaptar en base al sujeto y su objetivo. En la búsqueda de una perfecta manipulación de las variables se suelen cruzar los caminos de la ciencia y la investigación con los de la práctica y experiencia. En el caso de los deportistas de resistencia, los entrenamientos que realizan se caracterizan por la larga duración tanto de las sesiones diarias como de la duración de los ciclos de entrenamiento necesarios para provocar adaptaciones positivas en los mismos. A partir de las variables del entrenamiento mencionadas anteriormente surge una nueva estrategia que modifica la periodización de una de ellas, la distribución de las intensidades de entrenamiento. En este sentido existen diferentes aproximaciones respecto a la distribución porcentual del entrenamiento desarrollado en diferentes zonas de intensidad. Por tanto, no solo tenemos que decidir la duración, la frecuencia y la intensidad de las cargas si no también planificar la distribución que hacemos de estas a lo largo de la periodización.

2 Marco teórico

Caracterización del entrenamiento en deportes de resistencia

El entrenamiento en deportes de resistencia se ha caracterizado por grandes volúmenes de trabajo con gran parte de esos volúmenes realizados a bajas intensidades. Dependiendo del impacto muscular que genera la propia acción del deporte las horas anuales de entrenamiento de los atletas de alto nivel pueden ir desde las 500 horas para los corredores hasta las 1.000 horas anuales para los deportes de menor impacto muscular como el ciclismo, el remo o la natación, distribuidas entre 400 y 800 sesiones anuales (Tonnessen, et al., 2014). Esquiadores de fondo llegaron a realizar 770 horas de trabajo divididas en 470 sesiones durante el año previo a una participación en Juegos Olímpicos. El 94% de estas sesiones fueron de trabajo de resistencia, el 5% de trabajo de velocidad y el 1% de trabajo de fuerza. En cuanto a intensidades se refiere, el 91% lo realizaron a baja intensidad (LIT) mientras que el 9% restante lo realizaron a alta intensidad (HIT) (Tonnessen, et al., 2014).

Esta caracterización del entrenamiento de resistencia a través de altos volúmenes de entrenamiento no sólo se ha mantenido estable sino que, incluso, ha aumentado en las últimas décadas. En un estudio realizado con remeros olímpicos noruegos durante las décadas de los 70, 80 y 90 se constató un aumento del volumen total en cada década (924, 966 y 1128 horas respectivamente) (Fikerstrand & Seiler, 2004). Este incremento de volumen total provenía de un aumento significativo del volumen en el periodo preparativo (Octubre-Marzo). En cambio, en el periodo competitivo (Abril-Septiembre) se mantuvo el volumen de entrenamiento durante las planificaciones de las tres décadas en torno a las 22-23 horas semanales.

Distribución de las zonas de intensidad

Dada la gran cantidad de trabajo de resistencia realizada a la que se ha hecho referencia se hace necesario definir, de manera más precisa, una distribución de las zonas de entrenamiento o intensidad. Esta distribución se realiza habitualmente tras la realización de pruebas de esfuerzo a los deportistas, siendo la distribución más común el modelo de 3 zonas divididas por 2 umbrales. En caso de que la prueba de esfuerzo esté realizada con analizador de gases el primer umbral ventilatorio (VT1) se determina cuando el equivalente del oxígeno alcanza el punto más bajo mientras que el segundo umbral (VT2) se fija en el punto más bajo del equivalente del carbono dióxido (Reinhard, Müller, & Schmülling, 1979). En los casos en los que se utilice un analizador de lactato los umbrales coincidirían con los umbrales lácticos LT1 y LT2 o MLSS respectivamente (Gaskill, et al., 2001).

Este marco de referencia es ampliamente utilizado en la literatura científica (Seiler & Kjerland, 2006) (Kenneally, Casado Alda, & Santos-Concejero, The Effect of Periodisation and Training Intensity Distribution on Middle and Long Distance Running Performance: A Systematic Review, 2017) (Stoggl & Sperlich, 2015) (Guellich, Seiler, & Emrich, 2009) (Muñoz, Cejuela, Seiler, Larumbe, & Esteve-Lanao, 2014), sin embargo, para el manejo práctico de la programación del entrenamiento los entrenadores pueden llegar a utilizar una distribución en 5 o 6 zonas (Seiler, 2010) (Coggan & Hunter). Para la determinación del tiempo empleado en cada una de las zonas se han utilizado diferentes parámetros de control, desde la frecuencia cardíaca a la potencia desarrollada o la percepción subjetiva del esfuerzo por parte de los deportistas.

Con esquiadores de fondo de categoría junior se compararon los resultados de tres métodos diferentes para cuantificar las intensidades: frecuencia cardíaca, mediciones de lactato y percepción del esfuerzo o RPE (Seiler & Kjerland, 2006) y se concluyó que el método RPE podría ser un método útil y sencillo para cuantificar las intensidades del entrenamiento. Utilizando el método RPE con una escala de 0 a 10, se podría decir que el primer umbral estaría situado en las intensidades por debajo del 4 en dicha escala, la zona entre umbrales corresponderían a valores de 5 y 6 y por encima de 7 corresponderían a intensidades por encima del segundo umbral ventilatorio. En las 318 sesiones en las que se comparó la intensidad medida con frecuencia cardíaca y con el método RPE el acuerdo fue del 92%. No se encontraron diferencias significativas entre las dos formas de cuantificación en cuanto al objetivo de la sesión se refería.

Modelos de distribución de las intensidades

Los esquemas generales sobre la distribución de las intensidades se pueden resumir en 3 diferentes modelos de periodización (Seiler, 2010) (Kenneally, Casado Alda, & Santos-Concejero, The Effect of Periodisation and Training Intensity Distribution on Middle and Long Distance Running Performance: A Systematic Review, 2017). En los dos trabajos anteriores queda bien claro cuáles son las características de cada uno de los 3 modelos y cuáles son las diferencias entre ellos. En primer lugar y el más utilizado (Stoggl & Sperlich, 2015) está el modelo piramidal: trata de aplicar una disminución progresiva del volumen realizado desde la Zona 1 hasta la Zona 3, quedando un 80% del volumen total en Zona 1 y el 20% restante en las Zonas 2 y 3 (2>3). Por otro lado, está el modelo polarizado, en el cual se distribuyen las intensidades en una proporción de 80%-20%. El 80% del trabajo se concentraría por debajo del primer umbral (Zona 1) y el 20% restante por encima del segundo umbral (Zona 3) siendo mínimo o ninguno el trabajo específico entre los dos umbrales (Zona 2). Por último está el modelo de umbral, en el cual se concentra mayor tiempo de trabajo en Zona 2 que en los anteriores modelos (>20%). Figura 1. 3 Modelos de distribución

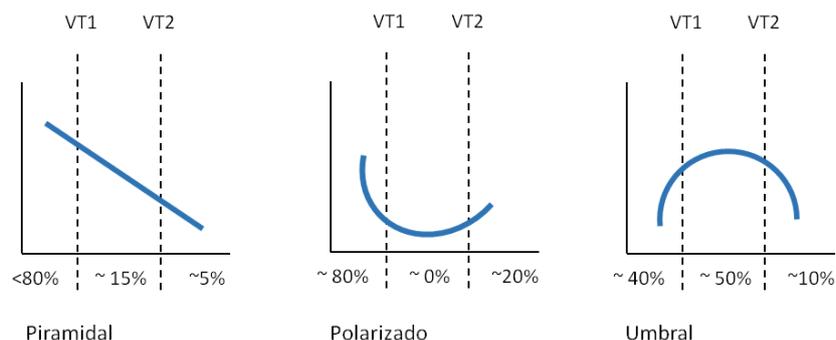


Figura 1. 3 Modelos de distribución

En cuanto a las aplicaciones prácticas de estos tres modelos de distribución se han visto varias maneras diferentes de llevarlo a cabo, incluso algunas en las que no ha quedado del todo definido qué modelo estaba siendo utilizado.

Dos grupos de corredores de nivel recreativo realizaron cada uno de ellos un modelo de distribución de intensidades diferente (Festa, Tarperi, Skroce, La Torre, & Schena, 2020). Por un lado, el primer grupo realizó una distribución polarizada la cual consistía en una distribución de 77%/3%/20% respecto al tiempo total. Consistía en un plan de 4 sesiones por semana con 2 sesiones con trabajo de alta intensidad, otra sesión con trabajo en zona de umbrales y una cuarta sesión de baja intensidad. Por otro lado, el segundo el grupo realizó una planificación ‘enfocada’, llamada de esta manera por los autores. Esta distribución consistía en 40%/50%/10% en cada zona de entrenamiento respecto al tiempo total, por lo que la podemos denominar una distribución de umbral. En cuanto a las sesiones, realizaban 3 sesiones por semana, todas de ellas con trabajo específico de intervalos medios-largos. En cuanto a los resultados obtenidos no se vieron diferencias significativas en los valores medidos antes de la intervención y después de esta (ambos grupos obtuvieron mejoras), en cambio, si se vio un 17% menos de tiempo total de entrenamiento en el grupo de distribución ‘enfocada’.

En otro estudio realizado con el fin de comparar una distribución polarizada con una distribución centrada en intensidad entre umbrales se dividieron a corredores de alto nivel en dos grupos (Esteve-Lanao, Foster, Seiler, & Lucia, 2007). Un grupo realizó una planificación denominada polarizada (80%/10%/10% en tiempo) mientras que el otro realizó una distribución más enfatizada en intensidad entre umbrales (65%/25%/10% en tiempo), ambos durante 5 meses. El test realizado antes y después de la intervención para medir la mejora en cada grupo fue una simulación de una carrera de campo a través de 10.4 kilómetros en la cual los autores destacan que la mayoría del tiempo (>85%) se transcurre por encima del segundo umbral (Zona 3). Resultó que el grupo de la distribución polarizada tuvo un mejor tiempo respecto al otro grupo en la carrera de 10.4 kilómetros.

En un estudio realizado con deportistas de resistencia de diferentes deportes (esquiadores de fondo, ciclistas, triatletas y corredores de fondo y medio-fondo) concluyeron que una distribución polarizada de las cargas tenía mayor impacto respecto a los demás modelos en las variables clave de los deportistas de resistencia (Stoggl & Sperlich, 2015). Se compararon 4 modelos diferentes de distribución; uno caracterizado por sesiones con alto volumen de entrenamiento (HVT), uno con gran trabajo entre umbrales (THT), uno con sesiones de alta intensidad (HIIT) y por último un modelo polarizado con sesiones de alta intensidad y sesiones de alto volumen y baja intensidad (POL). Todos los planes tuvieron una duración de 3 semanas las cuales todas menos la distribución HIIT consistían en 2 semanas de carga y una de recuperación, por el contrario, la distribución HIIT conllevó una semana de adaptación y luego 16 días seguidos con una dinámica de 3 días de carga y uno de

recuperación. La cuantificación de la distribución se llevó a cabo con porcentajes sobre el objetivo de las sesiones en sí y no con el tiempo empleado en cada zona como en los estudios vistos anteriormente. Tabla 1. *Comparación de 4 modelos de distribución*

Tabla 1. Comparación de 4 modelos de distribución

	POL	HIIT	THR	HVT
Tiempo Total (h)	104h	66h	84h	102h
Nº de sesiones totales	54	47	49	58
% de sesiones de baja intensidad	68%	43%	46%	83%
% de sesiones a intensidad de umbral	6%	0%	54%	16%
% de sesiones de alta intensidad	26%	57%	0%	1%

En cuanto a las conclusiones, se determinó que la modelización polarizada (POL) tuvo mayor impacto que las demás mientras que el modelo de gran volumen y el modelo de umbrales no llevaron a cabo ninguna mejora en los valores medidos pre y post intervención.

Con el propósito de cuantificar el impacto que tenía dos modelos de distribución en atletas de nivel recreativo en el rendimiento en una distancia de 10.000 metros corriendo Muñoz et al. en 2014 asignaron a 15 atletas a un programa de entrenamiento con una distribución polarizada de las intensidades y a otros 15 atletas a una distribución entre umbrales. La distribución polarizada cumplía unos porcentajes de 75-5-20 en tiempo de frecuencia cardíaca en las diferentes zonas de entrenamiento mientras que otro modelo a comparar trataba de una distribución con un mayor tiempo de trabajo objetivo entre umbrales y que cumplía los la distribución porcentual de 45/35/20 (también respecto al tiempo de zonas en frecuencia cardíaca). Los resultados dictaron que el grupo que entrenó con una distribución polarizada obtuvo mejor rendimiento que el grupo que entreno con un modelo entre umbrales.

Se analizaron los datos de entrenamiento de 8 corredores de orientación de élite de manera retrospectiva para ver cuál era la distribución de la intensidad en las distintas fases de un año completo (Tonnesen, et al., 2015). El año se dividió en 4 periodos basados en modelos de periodización básicos en la literatura; periodo de transición de dos meses entre temporadas (TP), periodo preparatorio general de 4 meses (GPP), periodo preparatorio específico de 3 meses (SPC) y por último un periodo competitivo de 2 meses (CP). Las 3 zonas de intensidad utilizadas para categorizar el entrenamiento fueron planificadas en base a la frecuencia cardíaca máxima y concentraciones de lactato sanguíneo. La intensidad se cuantificó con el tiempo empleado en cada una de las tres zonas de entrenamiento de frecuencia cardíaca. Los porcentajes de distribución en cada periodo fueron los siguientes: 81-9-10 en el periodo de transición, 84-8-8 en el periodo preparatorio general, 77-8-15 en el periodo específico y 77-7-16 en el periodo competitivo, concluyendo una distribución de 80-8-12 sobre 629 de horas de entrenamiento totales durante el año completo. En cuanto a conclusiones, los autores pueden afirmar que existe una drástica reducción del volumen de entrenamiento del periodo preparatorio general al periodo preparatorio específico y competitivo el cual se consiguió con la reducción de los trabajos no específicos mientras que el volumen del trabajo específico de carrera se mantuvo. En lo que a la distribución de la intensidad respecta, los atletas trabajaron más tiempo en la zona 3 durante el periodo preparatorio específico y el periodo competitivo que en el periodo preparatorio general y transitorio. Por otro lado, los autores comentan el

hecho de que el entrenamiento a alta intensidad (zonas 2 y 3) no varía en exceso durante los 4 periodos, 19% (TP), 16% (GPP), 23% (SPC) y 23% (CP). Destacan que durante el periodo de transición entre temporadas se mantuviera algo del trabajo de alta intensidad ya que esto permitiría a los atletas desarrollar la resistencia y la técnica durante el ciclo anual.

En el caso del ciclismo también hay estudios realizados comparando varios modelos de distribución, tanto en periodos de planificación cortos (6 semanas) como en periodos más largos (15 semanas). Una distribución polarizada del entrenamiento tuvo mejores resultados en indicadores de adaptación tanto fisiológicos como de rendimiento en ciclistas entrenados (Neal, et al., 2012). Dos grupos de ciclistas entrenados completaron dos planificaciones de 6 semanas; el primer grupo completo 6 semanas con una distribución de 80/0/20 mientras que la del segundo fue de 57/43/0 en las distintas zonas de entrenamiento. Para obtener los indicadores fisiológicos se les obtuvo a los ciclistas una muestra de orina y se les realizó una biopsia muscular de 20mg en el vasto lateral. En cuanto a datos de rendimiento, se les realizó un test incremental para determinar valores máximos y umbrales y además, al día siguiente, realizaron un esfuerzo máximo de 40 kilómetros. La distribución porcentual de las intensidades se hizo en base al tiempo empleado en cada zona de potencia determinada por la prueba de esfuerzo incremental. Los valores de LT, potencia máxima al final del test incremental mejoraron en el grupo de la distribución polarizada, por el contrario, no hubo diferencias significativas en la mejora de la potencia obtenida en el esfuerzo máximo de 40 kilómetros aunque en proporción la mejora que obtuvo el grupo polarizado fue mayor. La conclusión obtenida después del análisis de los resultados llega a determinar que el estudio demuestra que adoptar una distribución polarizada (80/0/20) de la intensidad conlleva mayores adaptaciones en 6 semanas respecto a la distribución contrastada (57/43/0). Queriendo señalar que este hecho se da pese a que en el grupo de la distribución focalizada entre umbrales haya un menor volumen total de entrenamiento y que los hechos se están dando en ciclistas bien entrenados. El mayor cambio en los indicadores de rendimiento proporciona una clara evidencia de que la distribución polarizada resulta más indicada para que se produzcan adaptaciones a corto plazo.

En un trabajo realizado con 51 ciclistas alemanes de pista, profundizaron en primer lugar sobre observaciones descriptivas previas de la distribución de intensidades para después comparar los diferentes modelos de distribución entre los ciclistas que obtuvieron mejoras en su rendimiento y entre los que pese a ser del mismo nivel no obtuvieron o mejora o incluso llegaron a empeorar el indicador de rendimiento (Guellich & Seiler, 2010). El indicador para valorar si habían sido respondedores o no fue el valor de potencia relativa sobre el peso a $4\text{mmol}\cdot\text{L}$ de lactato realizado en una prueba de esfuerzo incremental en cicloergómetro al comienzo y al final de las 15 semanas que duró el estudio. Los percentiles 33. y 66. en la mejora de potencia producida a dicha concentración de lactato en sangre en la prueba realizada en la 15. semana determinaban si habían sido respondedores o no. Antes de comenzar el periodo de 15 semanas los atletas fueron informados sobre la composición del entrenamiento deseada por su entrenador. La distribución de las intensidades realizada en los entrenamientos fue comparada de manera retrospectiva entre los respondedores y no respondedores utilizando el tiempo empleado en cada zona de frecuencia cardíaca obtenida sobre la prueba de esfuerzo realizada antes del periodo de 15 semanas en el cicloergómetro. Después de las 15 semanas la mejora media de los 51 ciclistas en la potencia producida a $4\text{mmol}\cdot\text{L}$ de lactato fue de un 3% la cual no es muy destacable (Guellich & Seiler, 2010), sin embargo, la variabilidad fue bastante amplia; un tercio de los 51 ciclistas rindieron un 7% menos después de las 15 semanas mientras que el tercio opuesto rindió un 11% más a $4\text{mmol}\cdot\text{L}$ de lactato, 19% más a $2\text{mmol}\cdot\text{L}$ de lactato y 7% más en el último escalón de la prueba de esfuerzo incremental. En cuanto a la cantidad y volumen de entrenamiento no encontraron diferencias significativas entre el grupo de respondedores y no respondedores, sin embargo, sí que vieron diferencias en la distribución de la intensidad entre los dos grupos. Los respondedores emplearon más tiempo a intensidades bajas y menos a intensidades medias (entre $3\text{mmol}\cdot\text{L}$ y $6\text{mmol}\cdot\text{L}$) y además un ratio mayor de

volumen a baja intensidad que a alta intensidad. Los autores afirman que se ha producido un claro desplazamiento de la curva de lactato hacia la derecha cuando los ciclistas han realizado mayor volumen a menor intensidad y que desafortunadamente al no tener mediciones de consumo máximo de oxígeno no pueden saber si esos cambios en umbrales van de la mano de cambios en el consumo máximo de oxígeno (Guellich & Seiler, 2010).

En otro estudio sobre la distribución de las intensidades de entrenamiento en atletas jóvenes de esquí de fondo y corredores de pista se analizó de manera retrospectiva su entrenamiento en una temporada anterior (Tjelta & Enoksen, 2010). La temporada se dividió en 3 fases: base, pista y *cross-country*. Las intensidades del entrenamiento estaban delimitadas por 5 zonas sobre la frecuencia cardíaca máxima y concentraciones de lactato en sangre establecidas en test. Los resultados dieron la siguiente distribución de las intensidades: el 78%, 81% y 78% del volumen total de entrenamiento fue empleado en la zona de baja intensidad respectivamente en cada una de las 3 fases de la temporada. En la zona 2, la cual correspondía entre el 82% y 92% de la frecuencia cardíaca máxima emplearon 19%, 11% y 18% en cada fase por lo que podemos concluir que la distribución en las 3 fases fue piramidal. Cabe destacar que en la fase más cercana a las competiciones (fase de pista) se incrementó el volumen en las zonas de velocidad de carrera (zonas 3 y 4).

Dependiendo del tipo de clasificación de intensidad del que estemos utilizando vamos a ver notables variaciones a la hora de definir si estamos hablando de un modelo de distribución u otro (Kenneally, Casado, Gomez-Ezeiza, & Santos-Concejero, 2020). En el artículo mencionado, compararon dos maneras de clasificar la intensidad en corredores clase mundial de media y larga distancia y vieron como dependiendo del análisis que habían utilizado el modelo de distribución variaba. Por un lado analizaron la intensidad en base al ritmo de competición estableciendo 3 zonas (Z1: <80% del ritmo de competición, Z2: 80-95% del ritmo de competición y Z3: >95% del ritmo de competición). Por otro lado, las zonas para la clasificación en base a zonas fisiológicas fueron obtenidas mediante concentraciones de lactato en una prueba de esfuerzo maximal (Z1: <LT1, Z2: LT1-LT2, Z3: >LT2). Los resultados reflejaron que en el análisis basado en el ritmo de competición en los atletas de media y larga distancia había reflejado una modelo piramidal de la distribución de la intensidad. Por el contrario, con el análisis fisiológico se reflejó una distribución polarizada y piramidal (dependiendo de la fase de la temporada) en los atletas de media distancia y piramidal en los atletas de larga distancia. Por lo tanto, los autores concluyen que el análisis de la intensidad demuestra una distribución diferente dependiendo del método que se utilice y que un análisis que tenga en cuenta factores fisiológicos y de rendimiento podría ser más consistente.

Varios autores concluyen que la distribución de la intensidad depende en parte del método de cuantificación de esta. Por lo tanto cuando se utiliza el método de tiempo en zonas de frecuencia cardíaca una gran parte del volumen (90%) es clasificada de baja intensidad. En cambio, cuando se utiliza un método por objetivo de sesión (nominal) entre un 80% y 85% de las sesiones suelen caracterizarse por ser de baja intensidad y de larga duración. (Seiler & Kjerland, 2006) (Guellich, Seiler, & Emrich, 2009) (Guellich & Seiler, 2010).

3 Análisis de datos

Objetivos

El ciclismo en ruta, dentro de los deportes de resistencia, por el poco impacto que genera la propia acción de pedalear es un deporte en el cual se trabajan grandes volúmenes de entrenamiento. Esto conlleva que se acumule mucho volumen de trabajo a bajas intensidades, lo que puede influir a la hora de cuantificar el tiempo relativo en las diferentes zonas de entrenamiento a lo largo de una planificación. El objetivo de esta comparación es observar las diferencias que se producen a la hora de cuantificar la intensidad en el ciclismo en ruta en dos métodos diferentes: por un lado la cuantificación absoluta de tiempo empleado en cada zona de entrenamiento a lo largo de un periodo, y por otro, el objetivo de entrenamiento de cada una de las sesiones realizadas a lo largo de un periodo.

Participantes

Los datos son los obtenidos por 5 corredores profesionales de ciclismo en ruta integrantes de un mismo equipo de la categoría UCI ProTeam. Los corredores tienen una edad media de 23.6 ± 0.54 años y un peso medio de 61.86 ± 6.5 kilogramos.

El volumen medio semanal de entrenamiento en bicicleta durante el periodo observado ha sido de 18 horas y 534 kilómetros. Para caracterizar el nivel de rendimiento de dichos deportistas en la Tabla 2 se observan sus datos de potencia (absoluta y relativa) en 20 minutos, 5 minutos y 1 minuto, representativas de la capacidad aeróbica, potencia aeróbica y potencia láctica respectivamente.

Tabla 2. Datos de los corredores

	Potencia Absoluta (w)	Potencia Relativa (w/kg)
PPO 20'	352.6 ± 28.4	5.71 ± 0.2
PPO 5'	419.8 ± 39.35	6.8 ± 0.2
PPO 1'	555.2 ± 106.3	8.93 ± 1

Material y métodos

El periodo analizado ha tenido una duración de 20 semanas, comenzando con los primeros entrenamientos después de un periodo transitorio entre temporadas y finalizando con las primeras competiciones.

Los datos de potencia han sido obtenidos de los medidores de potencia *Power2Max* (Saxonar GmbH, Waldhufen, Germany) instalados en sus propias bicicletas, tanto de competición como de entrenamiento, durante el periodo de obtención de datos. Los datos de potencia han sido descargados en la plataforma para el diseño y análisis de datos *Training Peaks* (Peaksware LLC, Lafayette, CO, USA) para una agrupación por periodos establecidos

previamente. El periodo analizado ha tenido una duración de 20 semanas en las cuales se han desarrollado un periodo preparatorio general, específico y competitivo con el fin de obtener una muestra amplia y de esta manera también tener la posibilidad de ver la evolución de la intensidad y del volumen de los entrenamientos a lo largo de varios periodos en un ciclo completo de preparación, incluyendo datos de la competición.

Una vez cargados los datos en la plataforma *Training Peaks* se han realizado dos clasificaciones diferentes de la distribución de las intensidades de entrenamiento y competición. Por un lado, una cuantificación realizada en valores absolutos y relativos del **tiempo** empleado en cada zona de entrenamiento de cada uno de los corredores y por otro lado, una cuantificación basada en el **objetivo de cada sesión** de entrenamiento, es decir, una clasificación en base a las zonas en las que se ha querido trabajar principalmente durante la sesión.

En cuanto a la distribución por zonas, el preparador ha utilizado una distribución en 10 zonas de intensidad para planificar los entrenamientos, por lo tanto, para el trabajo se han simplificado esas zonas en el modelo de 3 zonas utilizado en la literatura científica y mencionado con anterioridad en este trabajo. Para establecer las 10 zonas de entrenamiento se toma como referencia el dato de FTP (Functional Threshold Power) obtenido a través de un test de campo, y a partir de ahí se establecen los porcentajes de potencia para cada zona tal y como se detallan en la Tabla 3. *Simplificación de zonas*

Tabla 3. Simplificación de zonas

% FTP	Modelo 10 zonas	Modelo 3 zonas
<56%	Aeróbico Recuperación	Zona 1
56%-70%	Aeróbico Ligero 1	
70%-85%	Aeróbico Ligero 2	
85%-95%	Aeróbico Ligero 3	Zona 2
95%-105%	Aeróbico Medio	
105%-115%	Aeróbico Intenso 1	Zona 3
115%-120%	Aeróbico Intenso 2	
120%-165%	Tolerancia Láctica	
165%-240%	Máxima Producción Láctica	
240%<	Velocidad	

Teniendo en cuenta la distribución de las zonas de la tabla anterior se establece el porcentaje del tiempo de entrenamiento y competición empleado en cada zona durante las 20 semanas analizadas y para el conjunto de los 5 corredores.

En cuanto a la cuantificación realizada por objetivo de sesión, las sesiones se han clasificado en base a la zona de entrenamiento (modelo de 3 zonas) que se ha pretendido trabajar. En el caso de que hubiera alguna sesión con el objetivo algo difuso entre varias zonas, mayormente zonas 2 y 3, esta ha sido clasificada en la zona predominante en cuanto a datos obtenidos durante el entrenamiento.

Resultados

A continuación se exponen los datos obtenidos del periodo analizado. Los datos están divididos en dos partes, por un lado se encuentra la cuantificación realizada por el tiempo empleado en cada zona de entrenamiento (tanto del modelo de 10 zonas como el modelo de 3

zonas) y por otro lado la cuantificación realizada en relación al objetivo a trabajar en cada sesión.

Del total de las 1.752 horas analizadas el tiempo empleado en cada zona para el conjunto de los 5 corredores es de 46% \pm 2% para la zona 1, 23% \pm 4% para la zona 2, 15% \pm 5% para la zona 3, 8% \pm 1% para la zona 4, 4% \pm 1% para la zona 5, 2% \pm 0% para la zona 6, 1% \pm 0% para la zona 7, 1% \pm 0% para la zona 8, 0% \pm 0% para la zona 9 y 0% \pm 0% para la zona 10. Tal y como se observa en la Ilustración 1.

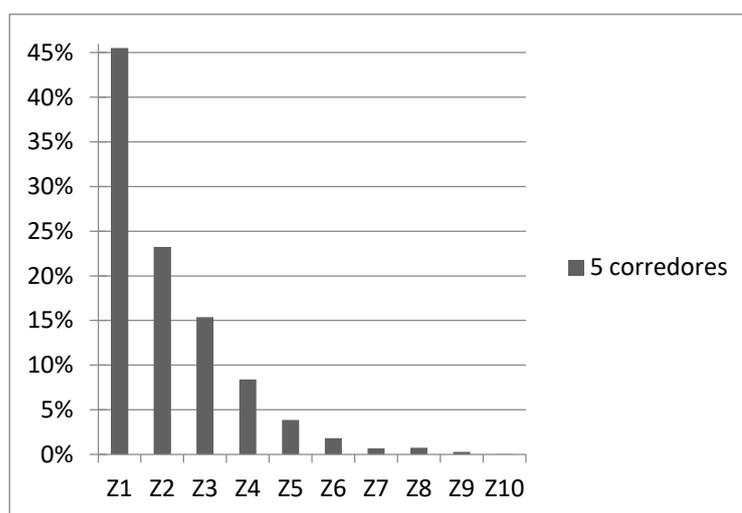


Ilustración 1. Modelo 10 zonas

En Ilustración 2 se muestran el tiempo en cada zona del modelo de 3 zonas en valores relativos al tiempo total analizado. A la zona 1 le corresponde el 92% \pm 1%, a la zona 2 el 4% \pm 0% y a la zona 3 el 4% \pm 0%.

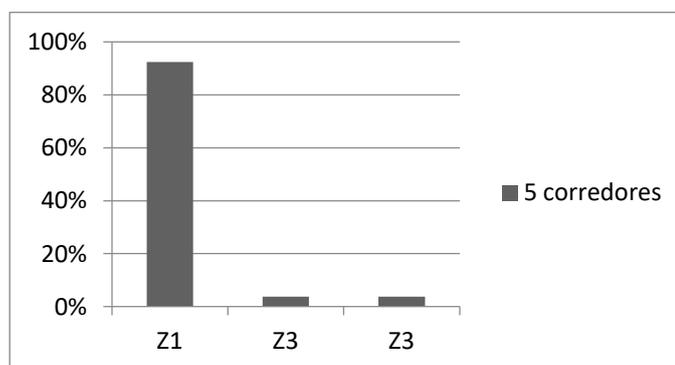


Ilustración 2. Modelo de 3 zonas

A continuación observamos la clasificación realizada en base al modelo de 10 zonas y separada por columnas en corredores, algunas de las zonas más altas no se visualizan debido al bajo porcentaje que reflejan del tiempo total de entrenamiento. Ilustración 3.

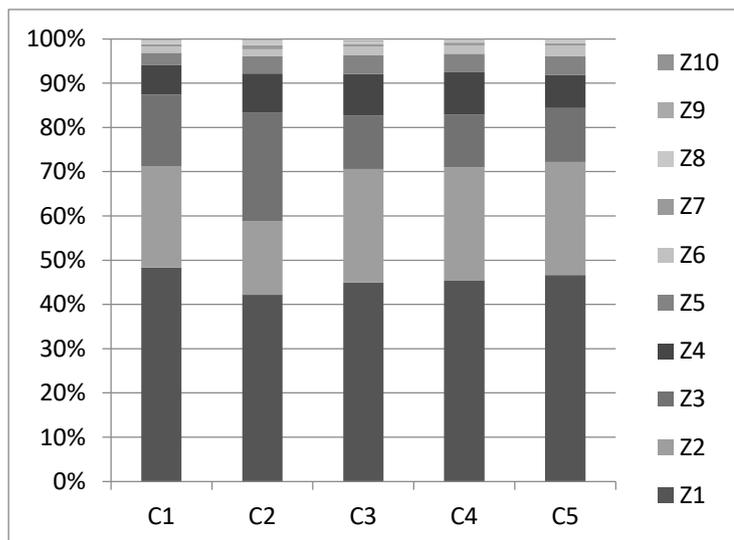


Ilustración 3. Modelo de 10 zonas por corredores

En el caso de la Ilustración 4, podemos ver reflejado al igual que en la ilustración anterior una clasificación por corredores, pero en este caso el tiempo total está clasificado en el modelo de 3 zonas. El corredor 1 (C1) tiene una distribución de 94% en la zona 1, 3% en la zona 2 y 3% en la zona 3 mientras que los demás corredores comparten la misma distribución porcentual entre ellos; 92% en zona 1, 4% en zona 2 y 4% en zona 3.

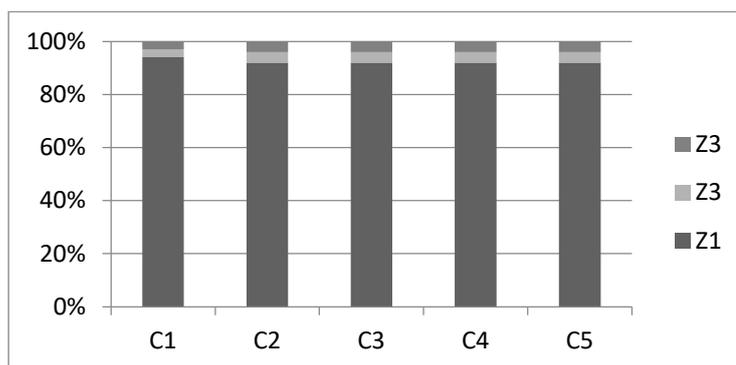


Ilustración 4. Modelo 3 zonas por corredores

En cuanto a la clasificación realizada por objetivo de sesión, se han excluido las sesiones en las que no había datos de potencia, ya fuera por avería o por utilización de otra bicicleta sin medidor de potencia y se ha llegado a analizar un total de 582 sesiones entre los 5 corredores. Respecto al trabajo de alta intensidad (zonas 6 a 10) no se han observado sesiones específicas en las que pudieran relacionarse con una única zona objetivo al tratarse de sesiones con un carácter más mixto. Por lo tanto, para esta clasificación por objetivos se ha optado por hacer un análisis en 3 zonas de entrenamiento. En la Ilustración 5 se observa una columna por cada corredor dividida en partes, una por cada zona de entrenamiento (modelo de 3 zonas).

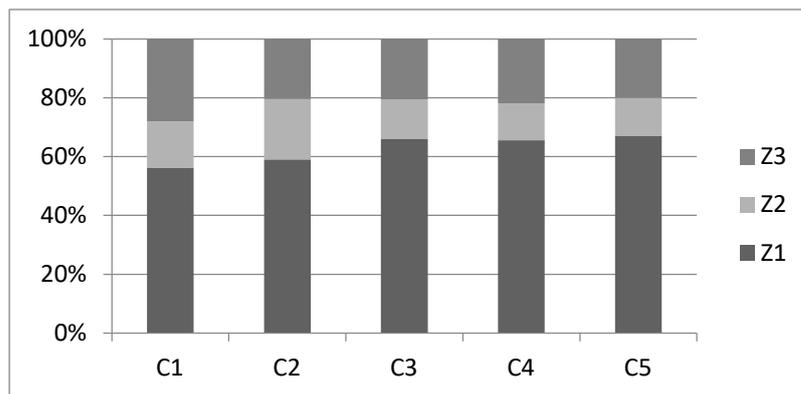


Ilustración 5. Clasificación por objetivo

La Ilustración 6 muestra la comparativa entre los dos métodos de clasificación tanto de forma gráfica como de forma numérica. Por un lado, los valores para la clasificación realizada en base al tiempo, tal y como anteriormente se ha mencionado, son los siguientes: 92% \pm 1%, a la zona 2 el 4% \pm 0% y a la zona 3 el 4% \pm 0%. Por otro lado, los resultados de la clasificación realizada en base al objetivo de cada sesión han sido los siguientes: en la zona 1 63% \pm 5 de sesiones, en la zona 2 15% \pm 3 de sesiones y en la zona 3 22% \pm 3 de sesiones.

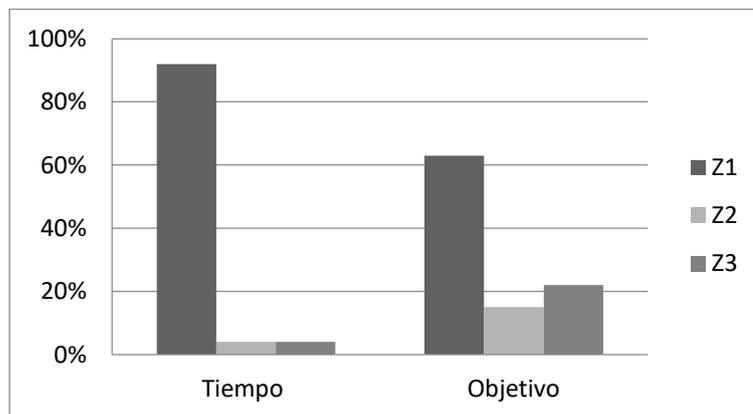


Ilustración 6. Comparativa entre clasificaciones

La Ilustración 7 refleja la evolución del tiempo empleado en cada zona de entrenamiento de los 5 corredores en el modelo de 3 zonas distribuido por semanas. Por el contrario, en la Ilustración 8 se observa la distribución por objetivos de cada una de las 20 semanas que duró el periodo analizado. Se aporta esta información para observar la evolución de la utilización de las intensidades/objetivos a lo largo de los distintos periodos de la preparación.

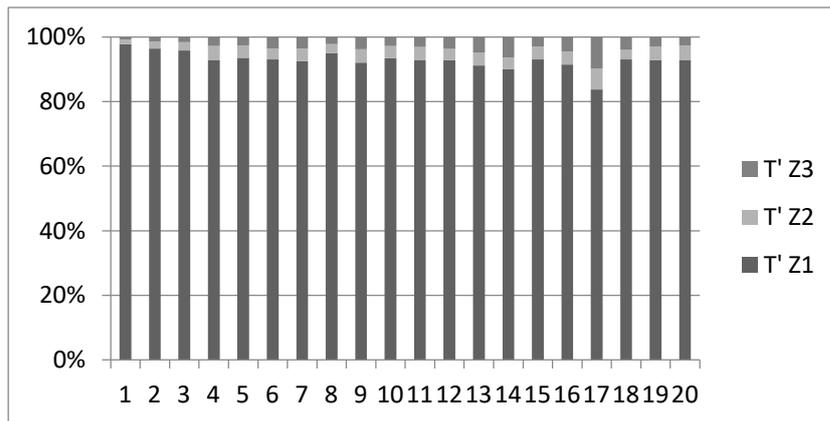


Ilustración 7. Evolución de la intensidad (T')

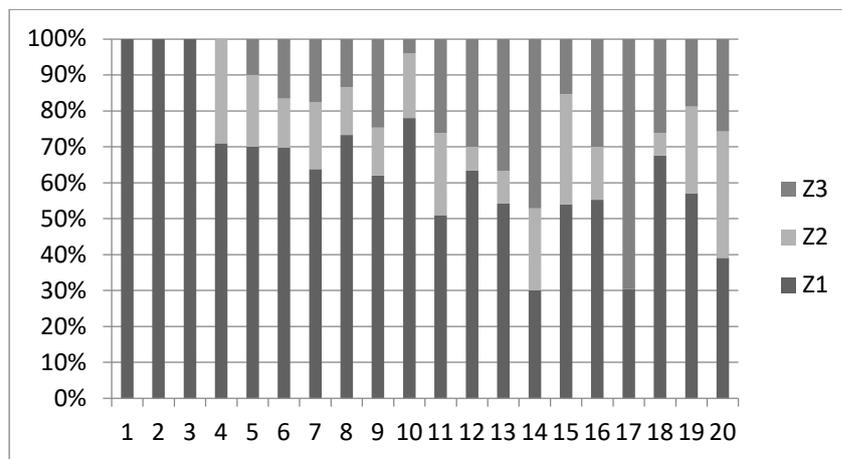


Ilustración 8. Evolución de la intensidad

Discusión

Los estudios revisados en la primera parte del trabajo demuestran que en todos los modelos de distribución que son contrastados, la mayor parte del entrenamiento se emplea por debajo del umbral, es decir en la zona 1 (Seiler, 2010); (Kenneally, Casado Alda, & Santos-Concejero, The Effect of Periodisation and Training Intensity Distribution on Middle and Long Distance Running Performance: A Systematic Review, 2017); (Stoggl & Sperlich, 2015), llegando a ser en la mayoría de los casos hasta del 80% del tiempo total de entrenamiento. El tiempo restante se reparte entre la zona entre umbrales (zona 2) y la zona de alta intensidad (zona 3), dependiendo del modelo de distribución de intensidades será mayor en uno o en otro.

Son varios los estudios que demuestran que una distribución polarizada de la intensidad produciría mayores mejoras en el rendimiento de los atletas (Esteve-Lanao, Foster, Seiler, & Lucia, 2007); (Stoggl & Sperlich, 2015); (Muñoz, et al., 2014); (Neal, et al., 2012). Además, aunque suene paradójico, un excesivo volumen de trabajo entre umbrales podría tener un efecto negativo en la mejora del umbral y por el contrario, altos volúmenes a baja intensidad con estímulos suficientes a alta intensidad parecen tener una gran importancia en relación al rendimiento en el umbral (Guellich & Seiler, 2010).

En cuanto a la distribución de las intensidades a lo largo de la planificación se ha visto que estas van variando a lo largo de los periodos de preparación (Tonnesen, et al., 2015) así que podríamos llegar a la conclusión de que tanto altos volúmenes a baja intensidad como el

propio trabajo a alta intensidad producen mejoras que debemos complementar e ir variando según en el periodo de planificación que nos encontremos. Tal y como el propio Seiler manifestó en las jornadas de entrenamiento realizadas en nuestra facultad nos encontramos con deportistas que han realizado previamente en sus años de formación importantes volúmenes de trabajo en la zona entre umbrales y para los que esta nueva distribución polarizada del entrenamiento puede resultar el estímulo novedoso necesario para alcanzar nuevas adaptaciones. En este mismo foro Seiler planteó que las futuras líneas de investigación, una vez demostrada la eficacia de la distribución polarizada de las intensidades, debería ir en la línea de analizar más pormenorizadamente lo que ocurre dentro de la zona 1 dada su masiva utilización. Si un alto porcentaje de trabajo por debajo del umbral parece tener un impacto decisivo en el rendimiento parece necesario tratar de determinar la contribución parcial que cada una de las zonas pertenecientes a zona 1 puedan tener en el cómputo global de dicha zona. Tratando de colaborar en esta discusión nuestra humilde aportación (con 5 deportistas, únicamente en una especialidad de resistencia y durante únicamente 20 semanas) refleja la siguiente distribución dentro la zona de baja intensidad: $46\% \pm 2\%$ para la zona 1, $23\% \pm 4\%$ para la zona 2, $15\% \pm 5\%$ para la zona 3 y $8\% \pm 1\%$ para la zona 4. Quizás esta u otras distribuciones parciales de la zona 1 puedan modificar la respuesta al entrenamiento con rendimientos diferentes, aun manteniendo un mismo porcentaje global de zona 1.

En los datos analizados en la parte práctica se confirma que se realizan grandes volúmenes de entrenamiento a intensidades bajas, el 92% del tiempo total lo emplean en la zona 1. En el modelo de 10 zonas vemos claramente como la mitad de este tiempo es a muy baja intensidad y que de la zona 2 a la zona 4 disminuye de manera lineal, incluso a la zona 5 también podríamos decir que llega de una manera progresiva. Por el contrario de la zona 5 en adelante la disminución es muy agresiva hasta llegar a porcentajes menores al 1% en las zonas más altas. En la distribución por objetivos también resulta la zona 1 la más frecuente aunque en este caso la diferencia respecto a las demás es menor. Estos resultados, por tanto, van en la línea de los estudios publicados en la literatura científica.

En cuanto a las dos formas de clasificar la intensidad se observan diferencias evidentes. En la clasificación por tiempo el porcentaje relativo al tiempo en la zona de baja intensidad ha sido muy elevado (92%), mientras que en la clasificación por objetivo de sesión para trabajar la misma zona se ha realizado el 63% de las sesiones. Las diferencias en las zonas 2 y 3 también son importantes. En la clasificación por tiempos, las dos zonas tienen el mismo porcentaje respecto al tiempo total de entrenamiento (2%). En cambio, en la clasificación por objetivos los resultados son muy diferentes, además de no ser porcentajes parecidos, las sesiones a alta intensidad resultan ser mayores respecto a las sesiones de intensidad de umbral; 15% de sesiones para la zona 2 y 22% de sesiones para la zona 3. Como vemos, la diferencia es muy grande entre las dos clasificaciones, lo cual nos puede llevar a decir que estamos tratando de dos modelos de distribución diferentes cuando en sí estamos hablando de los mismos datos.

La explicación a este hecho viene dada por la propia configuración de las sesiones de alta intensidad. Una sesión de alta intensidad se contabilizará como perteneciente a zona 3 en una clasificación por objetivos y, sin embargo, la acumulación de minutos en el calentamiento, descanso activo entre series, y vuelta a la calma, realizadas todas ellas a baja intensidad suponen, en una clasificación basada en el tiempo, un altísimo porcentaje en zona 1. Esto nos lleva a considerar el bajo impacto sobre la propia clasificación que tienen las sesiones de alta intensidad. Específicamente para el ciclismo nos encontramos ante una modalidad deportiva en la que se desarrollan grandes volúmenes totales de entrenamiento. Así mismo, los descansos entre repeticiones de media y alta intensidad se realizan de forma activa a baja intensidad por lo que la acumulación de minutos a baja intensidad aumenta de manera significativa respecto a otras modalidades de resistencia en las que son más habituales los descansos pasivos.

Al analizar los datos por separado de los 5 corredores se observa una alta estabilidad en relación a la clasificación por tiempo (diferencias de 1% entre corredores), y sin embargo, se aprecian diferencias más sensibles en la clasificación por objetivos (56%-16%-28% en el corredor 1, 59%-20%-20% en el corredor 2, 66%-13%-21% en el corredor 3, 66%-13%-21% en el corredor 4 y 67%-13%-20% en el corredor 5).

Las diferencias entre clasificaciones también distan cuando las comparamos entre corredores. En el caso del corredor 1, mientras que en la clasificación por tiempo tiene un porcentaje algo mayor en la zona 1 que los demás corredores, en la clasificación por objetivos resulta ser el corredor que menos sesiones ha destinado a trabajar esta zona. En el caso de los demás corredores la clasificación porcentual de tiempo es igual en las zonas 2 y 3, en cambio, en la clasificación por objetivo los porcentajes de cada corredor varían.

En las ilustraciones de la evolución por semanas (Ilustraciones 7 y 8) de las dos clasificaciones también se pueden observar notables diferencias. En primer lugar, la evolución de las intensidades a lo largo del periodo analizado se ve de manera más clara en la clasificación por objetivos.

También se puede observar como en la clasificación por tiempo en todas las semanas, en mayor o menor porcentaje, se emplea tiempo en las tres zonas mientras que en la clasificación por objetivos hay semanas en las que todas las sesiones tienen como objetivo trabajar la misma zona. En cuanto a la competición, en la clasificación por tiempos difícilmente podemos distinguir una semana de competición respecto a las demás, por el contrario, en la clasificación por objetivos observamos con claridad la diferencia con las demás (semana 14). Las diferencias entre clasificaciones también resaltan en cuanto a resultados de una misma semana, ya que semanas en las que el tiempo en intensidades medias y altas es mayor no coincide con semanas cuyo objetivo en esas zonas sea mayor también (semana 11 y 20). Es muy importante señalar que una distribución global del conjunto de semanas que configuran un ciclo de preparación debe considerar la necesidad de aplicar estímulos de media y/o alta intensidad en momentos determinados de la preparación tal y como se ha reflejado en las ilustraciones 7 y 8 en las que se observan estas estrategias de entrenamiento.

Por último estamos de acuerdo con varios autores que afirman que en la mayoría de los casos la distribución de la intensidad en gran medida viene determinada por el método que utilizemos para cuantificarla (Seiler & Kjerland, 2006) (Guellich, Seiler, & Emrich, 2009) (Guellich & Seiler, 2010). En el caso que utilizemos un método que trate de cuantificar la intensidad en tiempos relativos al tiempo total de entrenamiento, ya sea en zonas de potencia o de frecuencia cardíaca, la mayor parte del volumen va a ser clasificado a baja intensidad. No obstante, cuando utilizemos un método basado en el objetivo a trabajar en cada sesión, el porcentaje de las sesiones a baja intensidad será menor y esto dejará más visibles las diferencias entre las zonas de umbral y alta intensidad. Por tanto nos encontramos ante dos métodos diferentes, aunque complementarios, para los que deberemos establecer porcentajes específicos cuando queramos referirnos a la distribución de las intensidades de entrenamiento.

Bibliografía

- Coggan, A. R., & Hunter, A. (n.d.). *Training and Racing using a powermeter*.
- Esteve-Lanao, J., Foster, C., Seiler, S., & Lucia, A. (2007). Impact of Training Intensity Distribution on Performance in Endurance Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 943-949.
- Festa, L., Tarperi, C., Skroce, K., La Torre, A., & Schena, F. (2020). Effects of Different Training Intensity Distribution in Recreational Runners. *Frontiers in Sports and Active Living*.
- Fikerstrand, A., & Seiler, S. (2004). Training and performance characteristics among Norwegian international rowers 1970-2001. *Scand J Med Sci Sports*, 303-310.
- Gaskill, S., Ruby, B., AJ, W., Sanchez, O., Serfass, R., & Leon, A. (2001). Validity and reliability of combining three methods to determine ventilatory threshold. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1841-1848.
- Guellich, A., & Seiler, S. (2010). Lactate profile changes in relation to training characteristics in junior elite cyclists. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 316-327.
- Guellich, A., Seiler, S., & Emrich, E. (2009). Training methods and intensity distribution of young world-class rowers. *International Journal of Sports and Physiology and Performance*.
- Kenneally, M., Casado Alda, A., & Santos-Concejero, J. (2017). The Effect of Periodisation and Training Intensity Distribution on Middle and Long Distance Running Performance: A Systematic Review. *International Journal of Sports Physiology and Performance*.
- Kenneally, M., Casado, A., Gomez-Ezeiza, J., & Santos-Concejero, J. (2020). Training Intensity Distribution analysis by Race Pace vs Physiological approach in World-Class middle- and long-distance runners. *European Journal of Sports Science*.
- Muñoz, I., Cejuela, R., Seiler, S., Larumbe, E., & Esteve-Lanao, J. (2014). Training-Intensity Distribution During an Ironman Season: Relationship With Competition Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 332-339.
- Muñoz, I., Seiler, S., Bautista, J., España, J., Larumbe, E., & Esteve-Lanao, J. (2014). Does polarized training improve performance in recreational runners? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 265-272.
- Neal, C., Hunter, A., Brennan, L., O'Sullivan, A., Hamilton, D., De Vito, G., & Galloway, S. (2012). Six weeks of a polarized training-intensity distribution leads to greater physiological and performance adaptations than a threshold model in trained cyclists. *Journal of applied physiology*.
- Reinhard, U., Müller, P., & Schmülling, R. (1979). Determination of anaerobic threshold by the ventilation equivalent in normal individuals. *Respiration*, 36-42.
- Seiler, S. (2010). What is Best Practice for Training Intensity and Duration Distribution in Endurance Athletes? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 276-291.

- Seiler, S., & Kjerland, G. O. (2006). Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an "optimal" distribution? *Scand J Med Sci Sports*, 49-56.
- Stoggl, T. L., & Sperlich, B. (2015). The training intensity distribution among well-trained and elite endurance athletes. *Frontiers in Physiology*.
- Tjelta, L. I., & Enoksen, E. (2010). Training Characteristics of Male Junior Cross Country and Track Runners on European Top Level . *International Journal of Sports Science & Coaching*, 193-203.
- Tonnesen, E., Svendsen, I. S., Ronnestad, B. R., Hisdal, J., Haugen, T. A., & Seiler, S. (2015). The annual training periodization of 8 world champions in orienteering. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 29-38.
- Tonnesen, E., Sylta, O., Haugen, T., Hem, E., Svendsen, I., & Seiler, S. (2014). The Road to Gold: Training and Peaking Characteristics in the Year Prior to a Gold Medal Endurance Performance. *PLoS ONE*.