



# ENTRENAR POR POTENCIA

## (1ª parte)

Pablo Cabeza Sánchez

Los que aún no han descubierto este mundo piensan, tal vez, que los medidores de potencia son aparatos sofisticados, difíciles de entender y manejar, y que entrenar con watos es algo complicado, enrevesado y difícil. Nada más lejos de la realidad. Entrenar por potencia es sencillo, muy útil, divertido y nos ofrece una perspectiva real de lo que hacemos. Como irás descubriendo en esta serie de artículos, nada que ver con lo que posiblemente creías.

En física, Potencia es la cantidad de trabajo aplicada por unidad de tiempo. Hoy en día, la unidad internacional de medida de la potencia es el watio (W). 745, 7 watos equivalen a un caballo de potencia.

### Algunas referencias

A lo largo de la historia de la teoría del entrenamiento, las referencias con que contábamos acerca de la potencia como control de la intensidad del ejercicio eran las obtenidas en laboratorio, sobre cicloergómetros. Obteniéndose valores máximos en torno a 1.700 watos en cinco segundos. En la década de los 80, Eddy Merck, prodigio del ciclismo, obtuvo una potencia media de 455 watos para su record de la hora en 49,432 kms. Si bien, posteriormente este récord fue mejorado, llegándose a determinar que esta mejora viene de la mano preponderantemente de la optimización de la aerodinámica y los materiales. De hecho, el entrenador Peter Keen determinó que en el récord de la hora de Boardman la producción de potencia fue inferior a la del récord de Merck, siendo en este último caso de 442 watos.

No fue hasta la década de los 90 cuando se comenzó a utilizar un equipo de medición de la potencia en la bicicleta de entrenamiento ó competición. Pero antes de esto, en la década de los 80, Andrew Coogan, gran fisiólogo del ejercicio, fue el primero en trabajar de forma sistemática en entrenamientos con determinación de la carga en watos en su laboratorio.

**Entrenar por potencia se ha convertido en los últimos tiempos en el arma secreta de muchos atletas que tienen sobre las dos ruedas su principal arma deportiva: ciclistas y triatletas. En este primer artículo sobre entrenamiento con medidores de potencia trataremos de acercarnos a un mundo que nos abre grandes posibilidades de forma sencilla, amena y divertida**

¿Qué hacíamos, ó mejor dicho, qué hacían hasta ese momento los entrenadores? Tradicionalmente, se empleaban distintos métodos para el control de la carga de trabajo al aire libre: velocidad puntual, velocidad media, cadencia, utilización de desarrollos... Pero el problema estaba siempre ahí, como un interrogante perenne y nunca solucionado, como una verdad a medias... ¿cómo controlar el trabajo en ruta así?

Un trabajo tipo en periodo cercano a la competición podría ser: calentar 1 hora + 6 x 6' con un desarrollo 53x14, recuperando 6' con 39x14 + 30' soltar con 39x17... Pero, ¿cómo controlar la intensidad de esto, o incluso la cadencia en función de las modificaciones orográficas de la ruta? Los parámetros de velocidad, cadencia ó desarrollos a utilizar son sesgados e insuficientes, pues la resistencia al avance fluctúa de forma clara dependiendo de la altitud, tipo de asfalto, orografía del terreno, clima, y por supuesto por los efectos de ir a rueda. De esto podrían hablar mucho los ciclistas de los años "pre-pulsómetro". En aquella etapa las sensaciones, a menudo subjetivas, eran compañeras de viaje de los "esforzados de la ruta".

De ahí que el control cotidiano del entrenamiento en el ciclismo haya sido siempre un terreno oscuro, muy poco desarrollado y que el papel de los entrenadores nunca haya tenido una importancia determinante. Aún hoy, siendo esta realidad

cada vez menos acusada, incluso en el ciclismo de alto nivel seguimos asistiendo a la ya obsoleta etapa del "entrenamiento instintivo".

Los primeros prototipos sobre las bicicletas de entrenamiento fueron utilizados por grandes campeones como el americano Greg Lemond, varias veces vencedor del Tour, y posteriormente fueron popularizados, en mayor medida en ciertos sectores, por ciclistas de la talla de Bjarne Riis, que comenzaron a mostrarlos en algunas etapas del Tour de Francia a mediados de los 90.

### La era del pulsómetro

Muchas de las lagunas acerca del control y análisis del entrenamiento encontraron respuesta en los años 80 con la irrupción del pulsómetro y la medición de la frecuencia cardiaca como índice de la intensidad del ejercicio. El pulsómetro es un magnífico elemento que nos da muchísimas pistas para el control de la carga en el entrenamiento de resistencia pura. La frecuencia cardiaca nos proporciona en condiciones estandarizadas de trabajo una estrecha relación entre la intensidad del ejercicio y las zonas de rendimiento. Pero exactamente es eso: en condiciones ideales.

Pero la realidad, después de años de experiencia, nos dice que el control de la carga del entrenamiento por medio de la frecuencia cardiaca tiene abundantes limi-



**Medir de forma regular la potencia nos facilita datos muy claros sobre la eficacia del entrenamiento a todos los niveles.**

taciones prácticas. Sobre todo, la realidad más clara es que, aunque la frecuencia cardiaca está altamente relacionada con la intensidad del ejercicio en un escenario aséptico, esta realidad no se da de forma tan estrecha cuando se pedalea al aire libre. La temperatura, altitud, deshidratación, enfermedad latente, falta de sueño, el terreno y las condiciones del entrenamiento (rodar en grupo, terreno con toboganes...), tienden a modificar de forma muy significativa la frecuencia cardiaca a una intensidad dada.

Además, la frecuencia cardiaca no nos sirve en ningún caso para regular la intensidad del ejercicio tendente a mejorar la capacidad anaeróbica o para incrementar la condición neuromuscular (por ejemplo, trabajo de sprints, fracciones anaeróbicas de entre 1' a 2'...). No podemos prescribir a un deportista la realización de un trabajo neuromuscular o anaeróbico bajo estos criterios, sino podemos cuantificar de ninguna manera la carga de trabajo, ya que la respuesta de la frecuencia cardiaca a este tipo de estímulos es totalmente arbitraria y por supuesto muy lenta como para ser un indicativo real. Podríamos prescribir desarrollo y cadencias, pero nunca sabremos si la carretera es levemente cuesta abajo ó cuesta arriba, cómo sopla el viento (si de costado, frontal o de cola), y por tanto un desarrollo determinado puede no corresponder con una intensidad dada en condiciones indoor.

La frecuencia cardiaca, en todo caso, es indicativo del estrés fisiológico que soportamos cuando realizamos un trabajo de resistencia, pero nunca nos proporciona información acerca de la intensidad del ejercicio realizado. El ejemplo más claro lo tenemos en el día a día del entrenamiento de campo, ya que un ciclista puede realizar un entrenamiento de 100 kms a una velocidad media de 30 kms/hora y un pulso medio de 125 latidos, pero no sabemos de esta manera cuánto trabajo ha realizado. En la velocidad media puede influir el clima y cómo sopla el viento, además de, por supuesto, la orografía. En el pulso, muchas variables (horas de sueño/descanso previas, alimentación, recuperación de entrenamientos previos...). Sabemos que si el deportista soporta una situación de carga de trabajo latente, no recuperada de forma adecuada, su pulsación será más elevada durante el ejercicio,

pero no tenemos información de a qué intensidad ha trabajado.

Con un medidor de potencia, sabremos que ese mismo recorrido elegido de 100 kms puede realizarse a menor velocidad media y un pulso más bajo y sin embargo ser un ejercicio de mayor calidad, o viceversa. Podemos trabajar a más velocidad y pulso y no ser un ejercicio a la intensidad requerida o buscada. El dato más recurrido para cerciorarnos de la calidad de un trabajo será en todo caso la potencia media desarrollada durante la salida o los tramos a intensidad buscada que marquemos como objetivos en el recorrido.

Por tanto, la conclusión más clara es que el trabajo por watos va a hacernos olvidar las limitaciones indicadas, ahora que los medidores de potencia son una herramienta para nosotros ya disponible. Si lo comparamos con medir velocidad o pulso, o ambas cosas a la vez, medir potencia nos da la ventaja de que podemos disponer de toda la información, ya que los aparatos que tenemos a nuestro alcance nos mostrarán todo este abanico de opciones.

La potencia individual determina no sólo lo rápido que podamos pedalear, sino que nos da respuestas acerca de nuestro funcionamiento cardiovascular, metabó-

lico y hasta nos ofrece la posibilidad de materializar las sensaciones. Medir de forma regular la potencia, no sólo en nuestros entrenamientos de intensidad, sino incluso y de forma más importante también en nuestros "rodajes", nos facilita datos muy claros sobre la eficacia del entrenamiento a todos los niveles, controlar las adaptaciones y hasta poder cuantificarlas, y de este modo nos permite ajustar nuestro plan de entrenamiento para conseguir los máximos resultados.

Finalmente, una aplicación que pronto se extenderá entre los entrenadores y los propios deportistas, es la utilización del medidor de potencia para el análisis de las características aerodinámicas de un individuo sobre la bicicleta, es decir, su coeficiente de penetración. Si los datos de velocidad, tiempo empleado en una distancia y potencia son recogidos en un



Eneko Llanos,

ambiente bien controlado (por ejemplo, un velódromo o pista de ciclismo totalmente plana, en condiciones de viento suave o ausencia preferentemente del mismo), la modificación controlada de la posición, la elección del material adecuado que pueda irse sustituyendo hasta lograr valores óptimos, permitirá al deportista obtener unos datos y referencias muy útiles para mejorar su rendimiento en triatlones sin drafting o en pruebas ciclistas contrarreloj sin necesidad de sofisticados ni difíciles desplazamientos a un túnel del viento.

#### Cómo funciona un medidor de potencia


Para medir directamente el trabajo realizado por un ciclista es necesario conocer

la fuerza o torsión que ejerce sobre los pedales o buje y la velocidad angular de los pedales o buje. Por tanto, la forma de hacer más potencia es hacer más fuerza (supone mayor desarrollo) o pedalear con más cadencia. Tradicionalmente, la creencia más extendida es que a mayor desarrollo mayor potencia desarrollada.

Esta es una creencia muy extendida entre los usuarios de a pie e incluso entre algunos entrenadores, y precisamente la utilización del medidor de potencia nos da la información clara de que podemos trabajar a una intensidad determinada de una forma más económica. A menudo nos empeñábamos en épocas pretéritas, en vencer un determinado recorrido con un desgaste muscular excesivo, con un abuso de desarrollo, lo que

acarrea una más rápida aparición de la fatiga. La constatación de que con un desarrollo más corto a una cadencia adecuada el trabajo desarrollado es idéntico, pero mucho más económico, nos pone sobre la pista de cómo optimizar nuestro entrenamiento y competición de forma sencilla.

Por tanto, la posibilidad de alcanzar y controlar los rangos de potencia deseada en nuestra preparación y competición, es una de las grandes ventanas abiertas al campo del entrenamiento y que no debemos dejar que se nos cierre. En realidad, los sistemas de entrenamiento (de los cuales hablaremos en próximos capítulos), ya estaban desarrollados, y el empleo de esta herramienta es una verdadera evolución (que no revolución) en este ámbito.



**El control de la carga del entrenamiento por medio de la frecuencia cardiaca tiene abundantes limitaciones prácticas.**

### Sistemas de medición de la potencia

Actualmente, los dos sistemas disponibles comercialmente para la medición de la potencia en campo son SRM y PowerTap. Describimos de forma breve las características de cada uno de ellos:

#### SRM

Podemos decir que este sistema fue el pionero, y hasta la fecha el de mayor implantación en el pelotón ciclista profesional, aunque no así el de mayor difusión global, principalmente porque fue el primer sistema fiable, y por supuesto debido a su exactitud. La medición se realiza mediante celdas de carga situadas en la estrella de transmisión de la fuerza de las palancas a los platos y la cadena; esta informa-

ción es transmitida por cable, y recientemente de manera inalámbrica, al ciclocomputador situado en el manillar. SRM tiene una exactitud de  $\pm 2\%$ , ampliamente disponible en comercio especializado, siendo su única desventaja su elevado precio.



En el IM Hawai 2006 fue utilizado, entre otros, por el ganador Faris Al Sultan y el récordman del circuito de ciclismo en 2005 Tobjorn Sindballe. Un gran número de ciclistas profesionales lo utilizan en sus entrenamientos, entre ellos el reciente vencedor de la Vuelta a España Alberto Contador.

#### PowerTap

Este sistema es tal vez el más popular y claramente el de mayor difusión en el mundo del ciclismo y triatlón, debido a que combina una excelente exactitud (similar a SRM) con un precio sustancialmente menor. En este caso la medición se realiza en una maza trasera especial que contiene las celdas de carga con transmisor inalámbrico, la información es recibida en el ciclocomputador que puede situarse en el manillar.

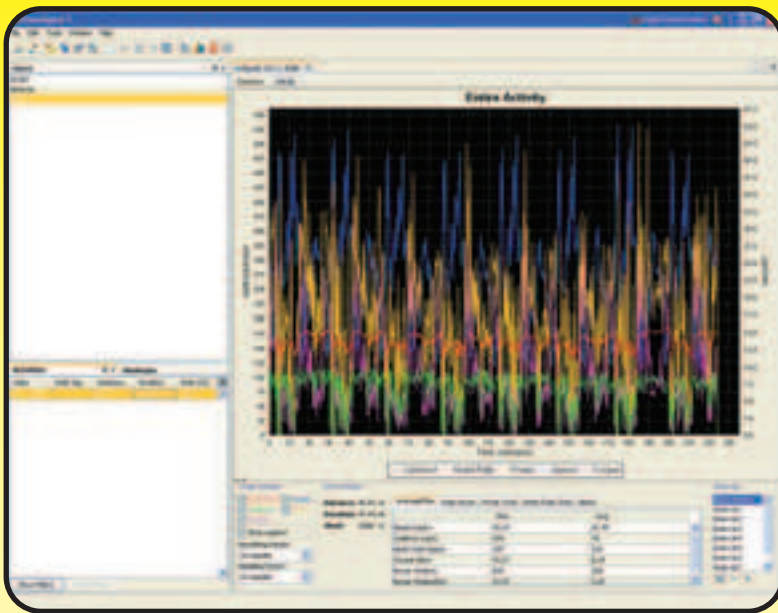


Eneko Llanos, subcampeón Ironman Hawai 2008, utiliza siempre PowerTap.



**Para medir directamente el trabajo realizado por un ciclista es necesario conocer la fuerza o torsión que ejerce sobre los pedales o buje así como la velocidad angular de los mismos.**

Este sistema es una excelente opción, ya que permite un rápido trasvase del sistema a distintas bicicletas, bajísimo mantenimiento, alta fiabilidad, servicio técnico en España rápido y eficaz. En el IM Hawaii 2007 fue utilizado entre otros por el autor del 2º mejor tiempo en ciclismo, el americano Chris Lieto. Eneko Llanos, Marcel Zamora, Hektor Llanos e Iván Raña lo utilizan en la actualidad, así como otros muchos triatletas y ciclistas, tanto aficionados como profesionales. En el pelotón ciclista profesional son muchos los afamados ciclistas que lo utilizan en sus entrenamientos, como por ejemplo David Arroyo y otros compañeros de equipo, además de a nivel global Euskatel Euskadi; en este equipo todos los ciclistas lo utilizan con supervisión de sus preparadores en los entrenamientos.



### Estimadores de potencia

No miden la potencia de forma directa, pero sí la estiman indirectamente.

#### Ergomo

En este sistema la estimación se realiza mediante sensores ópticos que miden la torsión que sufre el eje de pedaliador. La información obtenida en la caja del pedaliador se transmite por cable a la computadora en el manillar, lo que anula cualquier tipo de interferencia. Puede utilizarse tanto en competiciones como entrenamiento. Pese a tener bastante exactitud tiene una desventaja propia del sistema que emplea: mide sólo la potencia generada por la pierna izquierda (la fuerza de la pierna derecha no provoca torsión del eje) y la duplica, de manera que la exactitud es cuestionable en caso de desequilibrio en la aplicación de la fuerza.

#### Polar Power Output

Este sistema consta de un Medidor de Frecuencia Cardíaca Polar de la línea 7xx ó 625 más un kit adicional de medición de potencia. Tiene la particularidad que, a diferencia de los anteriores, no requiere el reemplazo de ninguno de los componentes de la bicicleta y por lo tanto permite total libertad en la selección de los mismos. El método de medición consiste en obtener la frecuencia de vibración de la cadena mediante un sensor ubicado en la vaina. Dado que esta frecuencia depende de la tensión a que está siendo sometida

la cadena, datos de la misma (longitud, peso, etc.) y sumada a la medición de la velocidad, permite el cálculo estimado de la potencia transmitida a la rueda trasera. La complejidad del método y los parámetros que es necesario configurar contribuyen a que sea el sistema más inexacto con una tolerancia admitida de  $\pm 10\%$ , valor tan elevado que limita seriamente su utilización en algunas aplicaciones.

#### Potenciómetro Ibike

El Ibike Pro estima la potencia generada desde la perspectiva de la resistencia (basada en la tercera ley de Newton) que tiene el ciclista para mover la bicicleta hacia delante, incluyendo viento, pendiente, velocidad, peso del ciclista + bicicleta, rozamiento y fricción. Ibike determina la potencia, en parte utilizando el ángulo de la pendiente a la que está sometida la bicicleta; puede verse en la pantalla del ciclocomputador el grado de inclinación de la cuesta que se está subiendo o bajando.

En el próximo número desarrollaremos la segunda parte de este artículo, centrándonos en cómo se utiliza un medidor de potencia para el control de los entrenamientos. ●

Podéis contactar con Pablo Cabeza en:

[pablo.cabeza@dorsalcero.net](mailto:pablo.cabeza@dorsalcero.net)

## LÍDERES EN POTENCIA PARA TRIATLÓN

Optimiza al máximo tu entrenamiento con los productos CycleOps que incorporan tecnología PowerTap. Hay distintas opciones diseñadas específicamente para ayudarte a alcanzar tu máximo rendimiento.



PowerTap™ SL 2.4

El medidor de potencia de referencia en el mundo. Inalámbrico y disponible para distintas opciones de rueda.



CycleOps PowerBeam™ Pro

Primer rodillo electrónico disponible en el mercado que mide potencia de manera real. Inalámbrico. Programa y organiza entrenamientos a tu medida.



Pro 300PT™ Indoor Cycle

La única bicicleta de ciclismo indoor que mide potencia de manera real. Posibilidad infinita de ajuste. Reproduce las medidas exactas de tu bicicleta.

### BIBLIOGRAFÍA

- CARMICHAEL, C., BURKE, E. Bicicleta; Salud y ejercicio. Edit. Paidotribo. 1997  
 COOGAN, A., ALLEN, H. Training and Racing with a Power Meter. Edit. Velo Press. 2006.  
 GORROTXATEGI, A., ALGARRA, J. L. El rendimiento en el ciclismo. Edit. Gymnos. 1996.  
 VV. AA. Técnicas de entrenamiento para ciclistas. Edit. Tutor. 2001.

CycleOps  
POWER



Tamalpais, SL  
 Distribuidor de CycleOps en España y Portugal  
 Telf: 902 110 964 - email: info@tamalpais.es  
 www.tamalpais.es