

A VUELTAS CON LA CADENCIA

El tema de la cadencia es seguramente uno de esos temas que siempre está y estará en las tertulias ciclistas. Es un tema que siempre genera algo de debate, y sobre todo, mucha confusión, ya que no se tiene muy claro cuál es la cadencia óptima para cada ciclista. A lo largo de este artículo, haremos un repaso sobre las investigaciones científicas realizadas al respecto.

Yago Alcalde Gordillo > Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Máster en Alto Rendimiento Deportivo. Entrenador Nacional de Ciclismo – www.ciclismoyrendimiento.com

Si observamos la forma de pedalear de un pelotón de ciclistas en un puerto o durante una contrarreloj, es fácil observar que no todos llevan la misma cadencia. Hay algunos que van más con más cadencia que otros. Todos tenemos en mente lo diferente que pedaleaban Lance Armstrong y Jan Ulrich cuando se disputaban el Tour de Francia en los puertos de Los Alpes. Mientras que Lance era capaz de subir los puertos a 85-90rpm, Ulrich raramente pasaba de las 75rpm. En nuestro grupo de ciclistas de entrenamiento seguro que también hay algunos a los que les guste más el «molinillo» y a otros a quién les guste más «ir atrancados». Estas simples observaciones nos sirven para plantearnos los siguientes interrogantes: ¿quién está aprovechando mejor sus fuerzas? ¿Qué cadencia es mejor? ¿Quién se cansará menos? ¿El «molinillo» se puede entrenar? ¿Sirve para algo?

A la hora de determinar cuál es la mejor cadencia, es necesario definir qué entendemos como la cadencia óptima. En un deporte de resistencia como el ciclismo, uno de los factores que determinan el rendimiento es la economía del pedaleo. Un ciclista con una buena economía de pedaleo estará gastando menos energía, y por lo tanto, tardará más en fatigarse. Por este motivo, la cadencia óptima sería la más económica, es decir, la que conlleve un menor consumo de oxígeno. Lo que han observado diversos investigadores es que se

dan muchas circunstancias de pedaleo en las que la cadencia libremente elegida por los ciclistas no coincide con la cadencia más económica. Se ha venido observando que a intensidades submáximas la cadencia libre siempre está por encima de la cadencia más económica. Los motivos todavía no están muy claros, pero hay una teoría que parece que puede explicar, al menos en parte, los motivos por los que los ciclistas no pedalean a la cadencia que es más económica: patrones motrices innatos de origen nervioso.

Es fácil observar que no todos los ciclistas llevan la misma cadencia.

El factor nervioso

En un intento por descubrir porqué hay tanta diferencia en la cadencia de pedaleo entre unos ciclistas y otros, algunos autores han investigado la relación del generador del patrón central nervioso con la cadencia libremente elegida. Aunque son necesarias más investigaciones al respecto, parece ser que la cadencia con la que pedalea cada ciclista está influenciada por un ritmo motor volun-

tario e innato individual de cada ciclista. Sakamoto et al investigaron cómo afectaba la cadencia de pedaleo con los brazos sobre la cadencia de pedaleo con las piernas cuando se pedaleaba con los cuatro miembros a la vez. Vieron que la cadencia de las piernas no se vio alterada por los cambios en la cadencia de los brazos, mientras que cambiando la cadencia de las piernas sí tenía un efecto sobre la cadencia de los brazos. A día de hoy, ésta parece la explicación más consistente a la hora de explicar la variabilidad que existe entre unos ciclistas y otros, así como la razón por la que no se pedalea con la cadencia que es más económica a intensidades medias. Para explicarlo con otras palabras, es como si cada uno tuviera un ritmo interno que determina la cadencia con la que pedalea.

Factores que afectan a la cadencia

Además de este supuesto patrón motor rítmico, lo cierto es que hay una serie de factores que inciden sobre la cadencia de pedaleo. Estos factores son muy variados: edad, duración de la prueba, potencia aeróbica máxima, potencia desarrollada, inclinación de la carretera, ir a rueda o no ir a rueda, composición de las fibras musculares (predominancia de tipo I ó tipo II), nivel de experiencia y fuerzas inerciales en la biela.

- **Edad:** Dos estudios han comprobado que con la edad va disminuyendo la cadencia libremente elegida, a una media de 3rpm

por cada década. Curiosamente, esto también sucede con la frecuencia cardíaca.

- **Potencia aeróbica máxima:** Se ha observado que los ciclistas con un mayor consumo de oxígeno tienden a pedalear con una mayor cadencia. Nesi et al hallaron una correlación estadísticamente significativa entre la cadencia libremente elegida, el pico de potencia en un test incremental y el tiempo en fatigarse en un test a intensidad constante por encima del umbral anaeróbico, es decir, que los ciclistas que estaban más en forma escogieron una cadencia de pedaleo más elevada.
- **Potencia desarrollada:** A medida que aumenta la producción de potencia, también lo hace la cadencia elegida. Esto se ha verificado en varios estudios. Uno de ellos se realizó analizando los registros de potencia de un equipo ciclista durante los puertos de montaña en el Tour de Francia. Se pudo comprobar que la cadencia media tenía una elevada corre-

lación con la potencia a la que se subieron los puertos. En los puertos donde se disputaban las etapas, los ciclistas los subieron a una mayor cadencia. Si nos fijamos en una etapa del Tour de Francia, ¿van a la misma cadencia Contador y Andy Schleck que los ciclistas que llegan en el «autobús» 30 minutos más tarde? A mayor potencia neta y a mayor intensidad relativa mayor cadencia.

- **Pendiente de la carretera:** Para una misma potencia desarrollada en llano o en subida, la cadencia es menor cuanto más pendiente hay. Lucía et al registraron los datos de cadencia de siete ciclistas profesionales durante el Giro, el Tour y la Vuelta a España. En las etapas llanas y las contrarrelojes la cadencia media de los ciclistas fue de 89 y 92rpm respectivamente. En las etapas de montaña, la cadencia media descendió hasta las 71rpm. Por lo tanto, podemos decir que hay una cadencia para llanear y una cadencia para escalar.

- **Fuerzas inerciales sobre las bielas:** La cadencia aumenta a medida que aumenta la fuerza inercial creada sobre el pedalier. Esta inercia depende sobre todo del desarrollo que lleve la bici, es decir, del tamaño del plato y de los piñones. A medida que el desarrollo es más largo (platos más grandes y piñones más pequeños), también aumenta la inercia del eje del pedalier, y por lo tanto, favorece el pedaleo a una cadencia más elevada.
- **Ir a rueda:** No se sabe muy bien por qué, pero el hecho de ir a rueda de otros ciclistas o ir solo contra el viento también afecta a la cadencia de pedaleo. Se ha medido que cuando se va a rueda de otros ciclistas la cadencia media aumenta en unas 9 rpm. Una posible explicación de este fenómeno es que pedaleando a mayor cadencia es más sencillo acelerar. Como es bien sabido, los beneficios de ir a rueda se consiguen siempre y cuando se circule muy cerca de los ciclistas



Foto: Unipublic



centaje de fibras rápidas con una mayor cadencia. Y otros, lo contrario.

La importancia de la cadencia para un rendimiento óptimo

Cuando se analizan los factores que determinan el rendimiento en el ciclismo, el gasto energético es uno de los que determinan el nivel de fatiga. Sobre todo cuando hablamos de pruebas de más de una hora de duración, ya que uno de los factores que limita el rendimiento es la disponibilidad de glucógeno muscular como combustible para poder mantener una elevada intensidad de pedaleo. En otras palabras, desde un punto de vista teórico, pedalear con la cadencia más económica supondría un ahorro de glucógeno muscular, y por lo tanto, un retraso en la aparición de la fatiga en pruebas de larga duración. Por este motivo, pedalear con

bre o el 115% de la cadencia libre. Como era de esperar, los ciclistas obtuvieron mucho mejor rendimiento a la cadencia libre.

- **Bessot et al.**, también midieron el tiempo hasta la fatiga a una elevada intensidad en un grupo de once ciclistas. Hicieron tres tests: a cadencia libre, al 80% de la cadencia libre y al 120% de la cadencia libre. Los resultados fueron muy parecidos a la cadencia libre y al 80% de la cadencia libre. Sin embargo, al 120% de la cadencia libre el resultado fue bastante peor.
- **Hansen et al.**, investigaron los efectos de la cadencia de pedaleo a intensidades moderadas en vez de intensidades elevadas como en los dos estudios comentados anteriormente. Nueve ciclistas entrenados pedalearon durante dos horas y media a una intensidad correspondiente al 55% del

A intensidades medias, los ciclistas tienden a gastar un poco más de la cuenta pedaleando a la cadencia libremente elegida.

que lideran el grupo. Y para conseguir ir siempre muy cerca del ciclista que va delante, es necesario tener una rápida capacidad para acelerar y de esta forma acercarnos a la rueda que nos precede. Esto se consigue pedaleando con desarrollos más bien cortos, es decir, con una buena capacidad de aceleración.

- La fatiga también es un factor que influye sobre la cadencia. En dos estudios se ha mostrado que la cadencia libremente elegida disminuye a medida que los músculos se van fatigando. El origen de esta reducción no está muy claro. Se especula con un origen a nivel de fatiga neuronal o con una reducción en la respuesta muscular debido a la acumulación de metabolitos de desecho.
- **Nivel de entrenamiento:** Aunque no todos los estudios lo certifican, en otros trabajos se ha encontrado una correlación positiva entre los años de entrenamiento y la cadencia libremente elegida.
- Por último, varios estudios han tratado de determinar la relación entre el porcentaje de los tipos de fibras musculares (lentas o tipo I y rápidas o tipo II) y la cadencia. Los resultados son contradictorios, ya que unos trabajos asocian un mayor por-

centaje de fibras rápidas con una mayor cadencia. Y otros, lo contrario. Sorprendentemente, se ha verificado que a intensidades submáximas los ciclistas pedalean a una cadencia libremente elegida bastante más elevada que la cadencia más económica. Aunque sin embargo, también se ha comprobado que a medida que la intensidad del pedaleo aumenta, la diferencia entre la cadencia libre y la cadencia más económica va disminuyendo hasta igualarse cuando la intensidad está próxima al consumo máximo de oxígeno.

Según estos hallazgos, podemos afirmar que la cadencia libre es la adecuada cuando se trata de esfuerzos a elevada intensidad, es decir, que el propio ciclista por sí mismo ya adopta la cadencia de pedaleo óptima para aprovechar al máximo su rendimiento. Sin embargo, a intensidades medias, se podría decir que los ciclistas tienden a gastar un poco más de la cuenta pedaleando a la cadencia libremente elegida. Al respecto, señalaremos los estudios más relevantes:

- **Nesi et al.**, midieron el tiempo hasta la fatiga y el rendimiento de un grupo de ciclistas a una elevada intensidad. La variable fue la cadencia empleada: o cadencia li-

bre o el 115% de la cadencia libre. Como era de esperar, los ciclistas obtuvieron mucho mejor rendimiento a la cadencia libre. Después de las dos horas y media, los ciclistas hicieron un test de 5 minutos a tope. En ambos tests, los resultados fueron similares independientemente de la cadencia con la que pedalearon durante las dos horas y media. Los autores reconocen que, para unos ciclistas muy entrenados, el gasto de energía extra durante las dos horas y media de pedaleo por debajo del 60% del $VO_{2,max}$ no suponen apenas diferencias en el rendimiento. Pero reseñan que la percepción del esfuerzo fue menor cuando pedalearon a la cadencia más económica. Así mismo, sugieren que el ahorro energético (en torno a un 5%) derivado de pedalear con la cadencia más económica podría ser importante cuando se trate de etapas de 4 ó 5 horas que se disputan durante varios días en el caso de las carreras por etapas.

Conclusiones finales

Como se ha podido comprobar, el tema de la cadencia es realmente complejo, puesto que existen una gran cantidad de variables que influyen y determinan la cadencia con la que un ciclista elige pedalear. Igualmente, hacen

falta muchos más estudios para conocer más acerca de este fenómeno. Por este motivo, resulta realmente complejo recomendar una cadencia de pedaleo más o menos estándar para cualquier ciclista. Como se ha comprobado, existe una correlación positiva entre la cadencia óptima y la potencia desarrollada, es decir, que cuanto más entrenado está el ciclista, su cadencia más económica será más elevada. E igualmente, a medida que la intensidad se acerca al VO_{2max} , la cadencia óptima cada vez será más alta.

Pensando en ciclistas o triatletas de nivel medio, parece claro que tratar de simular las elevadas cadencias a las que pedalean los ciclistas profesionales cuando están en un esfuerzo máximo (finales de etapa o contrarrelojes) no será nada beneficioso, ya que sus niveles de potencia no tienen nada que ver con el de los profesionales. Es muy frecuente observar a algunos ciclistas que creen que si consiguen pedaleo con una elevada cadencia de pedaleo su rendimiento va a mejorar. Al respecto, se deben tener en cuenta dos consideraciones: a elevadas intensidades, la cadencia libremente elegida es precisamente la más económica, y por lo tanto, la cadencia óptima. Por lo tanto, no parece necesario pres-

tarle especial interés a la cadencia con la que uno pedalea de forma natural. En cuanto a la cadencia a intensidades medias, de forma natural ya se pedalea a un ritmo que excede la cadencia más económica. Por este motivo, no se recomienda tratar de pedaleo a una mayor cadencia de la que libremente se elige. Si aca-

so y pensando en etapas de larga duración, se podría incluso probar a disminuir ligeramente la cadencia con el objetivo de ahorrar energía.

Como indicaciones generales, se recomienda pedaleo entre 70 y 80rpm en subida y entre 80 y 90rpm en el llano. ■ ■ ■ ■ ■

BIBLIOGRAFÍA

- BESSOT, N; NICOLAS, A; MOUSSAY, S; GAUTHIER, A; SESBOÛE, B; DAVENNE, D. The effect of pedal rate and time of day on the time to exhaustion from high-intensity exercise. *Chronobiol Int.* 2006;23:1009-1024.
- HANSEN, EA; SMITH, G. Factors affecting cadence choice during submaximal cycling and cadence influence on performance. *Int J Sports Physiol Perform.* 2009 Mar;4(1):3-17.
- HANSEN, EA; JENSEN, K; PEDERSEN, PK. Performance following prolonged sub-maximal cycling at optimal versus freely chosen pedal rate. *Eur J Appl Physiol.* 2006;98:227-233.
- KOHLER, G; BOUTELLIER, U. The generalized force-velocity relationship explains why the preferred pedaling rate of cyclists exceeds the most efficient one. *Eur J Appl Physiol.* 2005;94:188-195.
- LUCIA, A; HOYOS, J; CARVAJAL, A; CHICHARRO, JL. Heart rate response to professional road cycling: The Tour de France. *Int J Sports Med.* 1999;20:167-172.
- MARSH, AP; MARTIN, PE. Effect of cycling experience, aerobic power, and power output on preferred and most economical cycling cadences. *Med Sci Sports Exerc.* 1997;29:1225-1232.
- NESSI, X; BOSQUET, L; BERTHOIN, S; DEKERLE, J; PELAYO, P. Effect of a 15% increase in preferred pedal rate on time to exhaustion during heavy exercise. *Can J Appl Physiol.* 2004;29:146-156.
- SAKAMOTO, M; TAZOE, T; NAKAJIMA, T; ENDOH, T; SHIOZAWA, S; KOMIYAMA, T. Voluntary changes in leg cadence modulate arm cadence during simultaneous arm and leg cycling. *Exp Brain Res.* 2007;176:188-192.

Entrena con PowerTap y mejora tu rendimiento.

- Aro de aluminio CycleOps.
- Buje trasero PowerTap PRO.
- Buje delantero CycleOps.
- Peso juego de ruedas: 1950 gramos.
- Incluye cierres CycleOps.
- Perfectas para entrenar en todas las condiciones.
- No se incluye ciclocomputador.

PVP: 999,0€



Tamalpais, S.L.
Distribuidor CycleOps para España y Portugal
C/ Jacinto Benavente, 32 - Local 4
29601 Marbella, Málaga
Telf: 902 110 964
email: info@tamalpais.es
www.tamalpais.es

CycleOps
POWER