



DOCUMENTO 1

INTRODUCCIÓN E IMPORTANCIA

Introducción e importancia del entrenamiento de la fuerza

El este primer documento, resumiremos por qué el ciclista (de cualquier nivel) debería entrenar la fuerza, qué factores relacionados con el rendimiento pueden mejorarse con ella y comenzaremos a definir qué entendemos por fuerza en nuestro contexto.

1. INTRODUCCIÓN

El entrenamiento de la fuerza dentro de los deportes de resistencia ha sido objeto de debate durante mucho tiempo. Atletas, entrenadores y científicos del deporte no parecían coincidir en la relevancia de este tipo de entrenamiento para la mejora del rendimiento deportivo en modalidades de larga duración, entre las que se encuentran, sin duda, el ciclismo de ruta y ciclismo de montaña.

Sin embargo, esta situación ha cambiado considerablemente en los últimos años. La mayor cantidad de evidencia científica (específica en algunos casos para el ciclismo) que apoya el uso del entrenamiento de fuerza, la mayor experiencia de los entrenadores en la utilización de este tipo de entrenamiento dentro del ciclismo, la observación empírica de que realmente es útil y la ruptura de prejuicios en general por parte de los deportistas han hecho que la fuerza sea, actualmente, uno de los pilares básicos de la preparación física ciclista durante toda la temporada.

Por ello, en el presente texto, intentaremos hacer una revisión completa de las bases del entrenamiento de fuerza en el contexto específico del ciclismo, con el objetivo claro de mejorar el rendimiento deportivo.

2. IMPORTANCIA DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA EN EL CICLISMO MODERNO Y CONCEPTOS BÁSICOS

Los efectos del entrenamiento concurrente de fuerza y resistencia llevan estudiándose desde hace varias décadas (*e.g.* Hickson, Rosenkoetter, & Brown, 1980) tanto en

deportistas poco entrenados como en deportistas mediana y altamente entrenados y, aunque actualmente se ha aceptado la efectividad del entrenamiento de fuerza (en casi todas sus variantes) para la mejora del rendimiento en deportes de resistencia, hubieron algunos estudios iniciales que no estuvieron tan de acuerdo (*e.g.* Tanaka, Costill, Thomas, Fink, & Widrick, 1993).

Por suerte, la ciencia del deporte no se detuvo ahí y múltiples investigadores (*e.g.* Badillo y Martínez, 2012; Ferrauti, Bergermann, y Fernandez-Fernandez, 2010; Fyfe, Bishop, y Stepto, 2014; Häkkinen et al., 2003; Hansen et al., 2012; Jones, Howatson, Russell, y French, 2013; ønnestad, Hansen, y Raastad, 2012; Sedano, Marín, Cuadrado, y Redondo, 2013; Taipale et al., 2010) continuaron analizando la influencia del trabajo de fuerza en los factores determinantes del rendimiento de resistencia.

Pero, ¿por qué es útil el entrenamiento de fuerza en un deporte de resistencia como el ciclismo? La respuesta se encuentra en los resultados de diversas investigaciones que observaron beneficios de la fuerza en factores relacionados con el rendimiento ciclista, y que describiremos en el presente texto.

Si hiciéramos un ejercicio de síntesis sobre la evidencia científica disponible hasta la fecha sobre nuestro tema de estudio, podríamos resumir en unos puntos los beneficios que el entrenamiento de la fuerza tiene en un ciclista:

- **VO₂max:** Aunque de forma casi trivial, existen ciertas evidencias de que el trabajo de fuerza puede mejorar el **VO₂max** en ciclistas, corredores, esquiadores de fondo o triatletas. Rønnestad y Mujika (2013) señalan que la falta de resultados significativos podría deberse al reducido tiempo de entrenamiento utilizado en los estudios realizados (8-12 semanas) y que hay que tener cautela antes de descartar este efecto.
- **Economía de movimiento:** existen resultados contradictorios debido a la variedad de métodos utilizados por los investigadores para evaluar la economía y por el tiempo del programa de intervención. Sin embargo, hay evidencia (ver Rønnestad & Mujika, 2013) de la mejora de la economía de movimiento en ciclistas (tras 8 semanas) cuando se añaden sesiones con altas cargas de fuerza, debido al aumento de la RFD o de la fuerza máxima y al efecto que estas tienen en el pedaleo.

- **Umbral anaeróbico:** Por otra parte, en los estudios revisados por Rønnestad y Mujika (2013) sobre la influencia del entrenamiento de fuerza en el **umbral anaeróbico**, existe una gran disparidad de resultados, habiendo estudios bastante recientes que encontraron mejoras evidentes en la velocidad del umbral de lactato, otros que tan solo encontraron mejoras muy pequeñas y otros que no encontraron ninguna mejora. A pesar de ello, es destacable que ninguno de estos estudios (con ciclistas y corredores) mostró efectos negativos del entrenamiento concurrente de fuerza y resistencia sobre la potencia/velocidad en el umbral anaeróbico, es decir, no habrían motivos para no realizar un programa de entrenamiento de fuerza individualizado para nuestro deportista y evaluar si responde positivamente a él.
- **Pico de potencia:** El entrenamiento concurrente de fuerza y resistencia también ha demostrado mejorar los valores absolutos de **Wmax**, así como el tiempo hasta el agotamiento a dicha intensidad. Recordemos que la Wmax (Vatios asociados al VO2max) es predictor del rendimiento ciclista (*e.g.* Lucía, Pardo, Duránte, Hoyos, & Chicharro, 1998). De forma similar, existen evidencias claras del aumento de la **potencia anaeróbica** en corredores tras el entrenamiento de fuerza explosiva (ver Rønnestad y Mujika, 2013) o la **potencia pico** desarrollada en un test de Wingate (Rønnestad et al., 2014) en ciclistas (ver Tabla 1).
- **Pruebas cronometradas:** Por último, si nos fijamos en las pruebas de rendimiento cronometradas con duraciones entre 30-60', el entrenamiento de fuerza (ejercicios de centrados en la musculatura de las piernas y con altas cargas) ha demostrado ser efectivo en la mayor parte de los estudios realizados (ver Ilustración1).

Tabla 1

Datos de potencia pico en test de Wingate, antes y después de dos entrenamientos (concurrente y normal).

	Fuerza + Resistencia		Resistencia	
	Pre	Post	Pre	Post
Potencia pico (W/kg)	23.6±2.9	24.2±3.4**	22.9±2.4	22.6±1.7

Nota. ** = diferencias significativas. Se observa como con el entrenamiento concurrente de fuerza y resistencia se produce un aumento significativo de la potencia pico desarrollada, algo que no se da con el entrenamiento de resistencia normal (modificado de Rønnestad et al., 2014).

Se plantea ahora la cuestión del porqué. **¿Por qué la fuerza influye de esta forma en el rendimiento de resistencia?** ¿Cuáles son los mecanismos que han propuesto los diferentes autores para explicar los resultados encontrados?

Sin ánimo de extendernos demasiado (para más información consultar la revisión de Rønnestad y Mujika, 2013), los mecanismos que se proponen para la mejora del rendimiento de resistencia a través del entrenamiento de fuerza son:

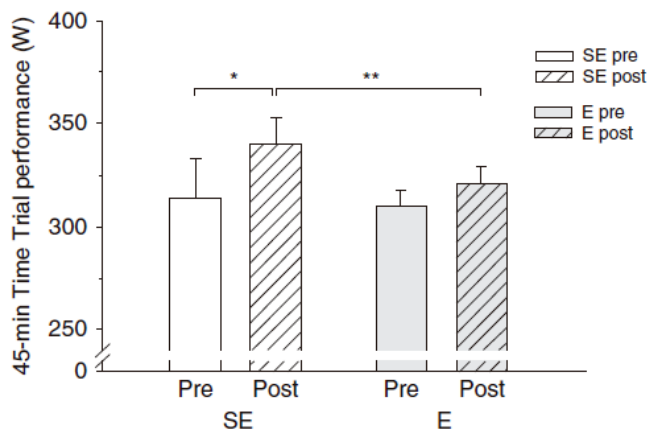
- **Aumento de fuerza selectiva en fibras tipo I**, lo que retrasa la aparición de fatiga y la implicación de otros tipos de fibras. Podríamos relacionar esto con la economía de movimiento.
- **Aumento del pico de fuerza** y, por tanto, reducción del porcentaje de fuerza necesario para la realización de un determinado movimiento.
- **Aumento del número de fibras tipo IIA respecto a las fibras de tipo IIX**. Esta redistribución de fibras musculares son más resistentes a la fatiga, aunque mantienen una alta capacidad para la producción de movimiento.
- **Aumento de la RFD**, relacionada con la economía y con la optimización del movimiento (aplicación de más fuerza en menos tiempo).

En resumen, aunque los primeros estudios sobre fuerza y resistencia parecían aportar datos dispares, actualmente se sabe que, incluso con ciclistas de alto nivel, el entrenamiento de fuerza produce cambios positivos en la distribución de fibras musculares, la aplicación de fuerza por unidad de tiempo, la economía de movimiento, la capacidad aeróbica máxima, la velocidad máxima, la potencia asociada a la capacidad

aeróbica máxima y el rendimiento ciclista en general (Aagaard et al., 2011; Norwegian School of Sport Sciences, 2012).

Ilustración 1

Potencia media desarrollada en un test contrarreloj de 45' con ciclistas de ruta tras dos condiciones de entrenamiento



Nota. Solo en la condición de entrenamiento que incluía el entrenamiento de fuerza se observó una mejora del 8% en la potencia media, algo que no ocurrió en el entrenamiento de resistencia solo (extraído de Aagaard & Andersen, 2010). SE = Entrenamiento concurrente fuerza y resistencia; E = entrenamiento de resistencia.

2.1 DEFINIENDO LA FUERZA

La fuerza es una capacidad condicional básica que ha sido definida por múltiples autores. Una de las definiciones más entendibles de la fuerza es la que realiza Platonov (2002): “Capacidad del ser humano para vencer o contrarrestar una resistencia mediante la actividad muscular”.

Como no sería práctico exponer todas las definiciones de fuerza, me gustaría ofrecerles la que considero más completa. Esta definición de la fuerza es la que hicieron Badillo y Martínez (2012) durante el Máster de Alto Rendimiento Deportivo. Badillo y Martínez (2012) definen la fuerza desde varios puntos de vista: desde el punto de vista de la mecánica, desde la fisiología y digamos que desde la práctica también.

- **Desde el punto de vista mecánico,** la fuerza sería aquella causa por la que se modifica el estado de reposo o movimiento de un cuerpo, e incluso la causa por la que se deforma ese cuerpo. Por todos es bien conocida la fórmula de “ $F=m \cdot a$ ” y, debemos saber también que la unidad internacional de medida de esta fuerza es el Newton (N). En esta

línea, entendemos entonces que la fuerza muscular de un ciclista será justamente la capacidad de sus músculos para deformar o modificar el estado de reposo de un cuerpo u objeto, como por ejemplo una bicicleta de la cual deseamos cambiar su velocidad de movimiento.

- **Desde un punto de vista fisiológico**, Badillo y Martínez (2012) definen la fuerza como la capacidad del músculo para producir tensión, estando esta definida por factores como el nº de puentes cruzados de miosina, la longitud de la fibra muscular, el tipo de fibra muscular, factores neuro-musculares, etc¹.
- **Desde un punto de vista práctico**, la tensión y la fuerza muscular producidas desembocan en un nuevo concepto de fuerza que se denomina Fuerza Aplicada. La fuerza aplicada es el resultado que la acción muscular tiene sobre cualquier resistencia externa. Recordemos que en ciclismo las resistencias externas son la bicicleta, nuestro propio peso, el drag aerodinámico, el rozamiento y la gravedad.

Tras esta conceptualización básica y fundamental, es sencillo imaginar cómo afecta la fuerza al desempeño deportivo de cualquier ciclista, ya sea de ruta o de montaña. Sin fuerza no hay movimiento, sin tensión muscular no se moverían los pedales y sin fuerza aplicada correctamente no haríamos avanzar la bicicleta hacia delante. Podríamos decir así, que la fuerza es la cualidad física más importante, que determina las demás: pues, por ejemplo, la resistencia sería la capacidad de generar fuerza durante largos periodos de esfuerzo.

¹Para más detalle ver Apartado 3.