

## Efecto del entrenamiento de fuerza en la potencia absoluta y la masa corporal de ciclistas ruteos

Effect of strength training on absolute power and body mass of road cyclists

**Jenaro Leguizamo Herrera**

Licenciado en educación física, Especialista en entrenamiento deportivo, Candidato a Magíster en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Entrenador Nacional de Ruta. Investigador.  
Correo: [leguiman7@yahoo.es](mailto:leguiman7@yahoo.es)

**Carlos Alberto Agudelo Velásquez**

Licenciado en educación física, Especialista en entrenamiento deportivo, Magíster en entrenamiento deportivo. Docente de la Universidad de Antioquia y la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.  
Correo: [agudelojudoka@gmail.com](mailto:agudelojudoka@gmail.com)

### Resumen

Frente a la inquietud de los posibles efectos del entrenamiento concurrente en el estado de preparación de ciclistas, se realizó una investigación de tipo experimental que consistió en una intervención adicional en fuerza, con un grupo experimental de 9 ciclistas y otro grupo de control de 8 integrantes, seleccionados a conveniencia por el entrenador-investigador de los 17 atletas.

Para definir de una manera muy general el entrenamiento concurrente, se establece que es el entrenamiento simultáneo de resistencia y fuerza; como en el ciclismo de ruta la resistencia resulta obvia, se procuró establecer una intervención de fuerza en el subgrupo experimental para verificar que efectivamente tal proceso no produce efectos verificables en la potencia absoluta ni en la cadencia de los ruteos.

Se espera en otro momento del proceso investigativo poder demostrar los posibles efectos en el Umbral Funcional de Potencia, para determinar si de forma definitiva o no los efectos del entrenamiento concurrente determinan la posibilidad de realizar una mejor preparación en ruteos.

**Palabras clave:** cadencia, potencia absoluta, entrenamiento concurrente, efectos de entrenamiento.

## Summary

Face to the question about the possible effects of a cyclist's fitness training, an experimental study was developed. It consisted in made an additional strength intervention with an experimental group conformed by 9 cyclists and other control group formed by 8 cyclists, they were selected by the trainer/investigator. We established that parallel resistance and strength training as in road cycling training is evident, one of the groups was given a strength training in order to verify that indeed, the strength training does not produce noticeable effects in the overall power and cadence of the riders. During the study, it is expected to demonstrate the possible effects of concurrent training on functional threshold power, in order to determine if the effects of concurrent training determined the type of preparation needed by the riders.

**Key words:** cadence, absolute power, concurrent training, training effects

## 1. Introducción

En 1991 Paavolainen y colaboradores realizaron el primer estudio en el que se observaron efectos positivos del trabajo de fuerza sobre el de resistencia, tomando un grupo experimental de esquiadores de fondo en el que se empleó entre un 34 y un 42% del entrenamiento en el desarrollo de la fuerza explosiva, logrando el mantenimiento de la capacidad aeróbica y mejoras en la fuerza explosiva, aunque no en la fuerza máxima, comparado con el grupo control que realizó un volumen menor con desarrollo de la fuerza resistencia y sin cambios en los parámetros evaluados.

Este tipo de trabajos empezó a crear un ambiente propicio para la aparición de teorías que se basaran en el efecto positivo sobre una de las dos capacidades, manteniendo cargas de importante valor tanto en resistencia como en fuerza; para el caso, sobre una modalidad donde la resistencia es el objetivo básico, no interesa qué tanto se mejora en fuerza sino cómo la “concurrentia” de trabajos de fuerza y resistencia puede afectar positiva o negativamente el resultado en resistencia; tal es el caso del trabajo propuesto por Tanaka en 2009, donde se encontró mejoras en el ritmo de carrera de ciclistas al implementar trabajo de fuerza de forma concurrente con la preparación en resistencia.

Obviamente el resultado deportivo en el ciclismo de ruta depende de la mayor eficiencia en el tiempo, es decir, en una excelente preparación de la resistencia; desde la teoría del entrenamiento concurrente esta puede ser mejorada si se integran con cargas adecuadas

los trabajos de fuerza y resistencia, por lo que surge la necesidad de visualizar si se puede mejorar la potencia absoluta, que depende del desarrollo de la resistencia específica en el ciclismo, con la incorporación de un trabajo de tipo desarrollo de la fuerza.

## Objetivos

En la presente investigación se intentó dar respuesta a los interrogantes:

1. ¿Mejora la potencia absoluta de los ciclistas con la incorporación del entrenamiento de fuerza, además del tradicional entrenamiento de resistencia que se aplica en ciclismo de ruta?
2. ¿Se afecta la masa muscular de los atletas?

## 2. Metodología

### Revisión de Literatura

El presente trabajo es el resultado de rastrear el tema en más de 430 artículos o libros y permitieron establecer un estado del arte en la forma y metodología para incluir trabajo de fuerza durante toda la preparación de ruteiros, lo que permitió elaborar una propuesta metodológica que pudiera aplicarse a ciclistas del medio colombiano, para ratificar o rectificar los conceptos planteados en la literatura consultada. En este artículo se presenta una síntesis de la intervención realizada y los resultados obtenidos.

La dosificación utilizada, el número de semanas seleccionado, los días de intervención y demás variables tenidas en cuenta se establecen a partir de lo que plantea la literatura, con las correspondientes adaptaciones que se deben hacer al entorno en que se desarrolló la propuesta.

Se realizó una investigación con 17 atletas, ruteiros del Departamento de Boyacá, entrenados por Jenaro Leguízamo, que se dividen en dos grupos, uno Experimental y otro de control.

El grupo experimental lo conformaron 9 ciclistas y el grupo control, 8 ciclistas; los 17 ciclistas realizaron el mismo trabajo general de resistencia, durante 8 semanas con 2 sesiones por semana. Sesiones adicionales de media hora de trabajo de fuerza se realizaron exclusivamente por el grupo experimental. Estas sesiones se representan en la siguiente tabla:

### Variable independiente

Trabajo de Fuerza de 8 semanas, realizando dos ejercicios de fuerza de pierna: subidas al banco y extensión de cadera con polea. La selección de los ejercicios se realizó siguiendo principios de semejanza del gesto del ejercicio de fuerza con relación a la especificidad del movimiento y los segmentos corporales directamente implicados en la acción determinante del gesto. (Agudelo, 2012).

Semana	NºSeries	NºRep	Pausa (min)	Frecuencia (días/ semana)
1	3	7	1	2
2	3	7	1	2
3	3	7	1	2
4	3	7	2	2
5	4	6	1	2
6	4	6	1	2
7	4	6	1	2
8	3	6	2	2

Tabla 1. Dosisificación de la intervención de fuerza

Este trabajo estuvo en el medio de un pre-test y un post-test, donde se evaluó como variable dependiente el valor en la prueba de 20 minutos de potencia absoluta y se realizó una medición antropométrica que determinó el grado de porcentaje de tejido magro de los atletas, observando si el trabajo cambió significativamente la generación de potencia y la constitución muscular de los ciclistas ruteiros.

### Hipótesis

**Hipótesis nula Ho:** el trabajo de 8 semanas no representa cambios significativos en la potencia absoluta y la constitución muscular de los ciclistas ruteiros.

**Hipótesis alterna Ha:** el trabajo de fuerza produce efectos significativos de la potencia absoluta y la constitución muscular de los ciclistas ruteiros.

### 3. Resultados

Los siguientes son los resultados obtenidos por los 17 atletas sometidos a este proceso investigativo, comparando los datos del pre-test aplicado el 29 de febrero de 2012 y el pos-test aplicado el 23 de abril de 2012.

De estos resultados se seleccionan las siguientes siglas para la intervención estadística:

%Magro= corresponde a la Composición Corporal, que se abrevia con CCr.

Watts= corresponde al resultado de Potencia absoluta en la prueba de 20 minutos de ruta, la sigla a utilizar en el programa SPSS, es: PMx

GC= Grupo Control y GE= Grupo experimental

pos= Pos-test y pre= Pretest

PRE-TEST				POS-TEST			
Gr.	Nº	%Magro	Watts	Gr.	Nº	%Magro	Watts
Experimental	1	51,43	269	Experimental	1	51,28	278
	2	50,76	230		2	51,75	276
	3	51,7	261		3	52,2	286
	4	51,5	266		4	52,0	350
	5	51,3	277		5	51,1	287
	6	52,5	263		6	52,5	308
	7	50,6	248		7	51,4	266
	8	49,2	257		8	49,1	326
	9	52,6	269		9	52,8	282
II		51,3	260,0	II		51,6	295,4
Control	1	51,3	282	Control	1	51,4	272
	2	45,86	267		2	45,85	258,4
	3	52,62	234		3	52,57	234,7
	4	49,1	242		4	49,2	242,3
	5	52,4	260		5	52,5	252,7
	6	52,7	241		6	52,8	237,5
	7	55,3	264		7	52,3	266,0
	8	54,7	234		8	51,6	238
	II	51,7	253,0		II	51,0	250,1

Tabla 2: Resultados del pre-Test y pos- Test de los 17 atletas analizados

Los resultados de las medias o promedios obtenidos por cada una de las variables tanto en el pre-test como en el pos-test se resalta en color azul.

Condiciones de aplicación del test: se realizaron a la misma hora del día en dos días de condiciones climáticas semejantes; se intervino sobre variables como la dieta, la motivación y el estado general de recuperación y horas de sueño de los atletas de forma directa, con el fin de descartar que los resultados obtenidos puedan ser fruto de variables que pueden alterar los resultados.

## 4. Análisis de resultados

### 4.1 Normalidad de los datos

El presente análisis de resultados se realiza con el programa SPSS versión 15, donde las siglas de las variables utilizadas son:

CCrGEPre= Composición Corporal Grupo Experimental Pre-test  
 PMxGEPre= Potencia Máxima Grupo Experimental Pre-test  
 CCrGCPre= Composición Corporal Grupo Control Pre-test  
 PMxGCPre= Potencia Máxima Grupo Control Pre-test  
 CCrGEPos= Composición Corporal Grupo Experimental Pos-test  
 PMxGEPos= Potencia Máxima Grupo Experimental Pos-test  
 CCrGCPos= Composición Corporal Grupo Control Pos-test  
 PMxGCPos= Potencia Máxima Grupo Control Pos-test.

	Resumen del procesamiento de los casos					
	Casos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
CCrGEPre	8	88,9%	1	11,1%	9	100,0%
PMxGEPre	8	88,9%	1	11,1%	9	100,0%
CCrGCPre	8	88,9%	1	11,1%	9	100,0%
PMxGCPre	8	88,9%	1	11,1%	9	100,0%
CCrGEPos	8	88,9%	1	11,1%	9	100,0%
PMxGEPos	8	88,9%	1	11,1%	9	100,0%
CCrGCPos	8	88,9%	1	11,1%	9	100,0%
PMxGCPos	8	88,9%	1	11,1%	9	100,0%

	Pruebas de normalidad			Shapiro-Wilk		
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CCrGEPre	,197	8	,200*	,933	8	,544
PMxGEPre	,198	8	,200*	,927	8	,487
CCrGCPre	,210	8	,200*	,918	8	,410
PMxGCPre	,233	8	,200*	,904	8	,311
CCrGEPos	,257	8	,129	,842	8	,080
PMxGEPos	,263	8	,110	,900	8	,286
CCrGCPos	,312	8	,021	,759	8	,010
PMxGCPos	,211	8	,200*	,905	8	,322

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Tabla 3. Resultados de Normalidad de los datos tomados a los dos grupos en las dos variables, tanto en el pre-test como en el pos-test

Se observa que todos los test tienen normalidad en sus resultados, es decir, la distribución de los datos de cada test tiene una  $p>0.05$ ; con excepción de la distribución de datos del Pos-test de la Composición corporal del grupo control, que tiene un valor de significancia de  $p=0.01$ , lo que lo hace una distribución paramétrica, y por lo tanto la significancia de la variación en la intervención de esta variable se debe hacer a través de un Wilcoxon y no de una T para muestras relacionadas.

#### Valoración de la significancia de la variación de los resultados pre-test y pos-test

Estadísticos de muestras relacionadas

	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	CCrGEPRe	51,2878	9	1,03303
	CCrGEPos	51,5700	9	,34434
Par 2	PMxGEPRe	260,0000	9	1,08552
	PMxGEPos	295,4444	9	4,63980
Par 3	PMxGCPRe	253,0000	8	13,91941
	PMxGCPos	250,2000	8	27,29062
				9,09687
				6,25928
				5,01989

Correlaciones de muestras relacionadas

	N	Correlación	Sig.
Par 1 CCrGEPRe y CCrGEPos	9	,917	,001
Par 2 PMxGEPRe y PMxGEPos	9	,256	,506
Par 3 PMxGCPRe y PMxGCPos	8	,968	,000

Prueba de muestras relacionadas

	Diferencias relacionadas			95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Inferior	Superior			
Par 1 CCrGEPRe - CCrGEPos	-,28222	,43528	,14509	-,61681	,05236	-1,945	8	,088
Par 2 PMxGEPRe - PMxGEPos	-35,44444	27,27229	9,09076	-56,40778	-14,48111	-3,899	8	,005
Par 3 PMxGCPRe - PMxGCPos	2,80000	5,30983	1,87731	-1,63913	7,23913	1,491	7	,179

Tabla 4. Tabla de resultados de la significancia de la variación presentada entre los datos con distribución normal a través de una T pareada

## ► Pruebas no paramétricas

[Conjunto\_de\_datos0]

### Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Rangos		N	Rango promedio	Suma de rangos
CCrGCP0s - CCrGCP0re	Rangos negativos	4 <sup>a</sup>	4,50	18,00
	Rangos positivos	4 <sup>b</sup>	4,50	18,00
	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	8		

a. CCrGCP0s < CCrGCP0re

b. CCrGCP0s > CCrGCP0re

c. CCrGCP0s = CCrGCP0re

Estadísticos de contraste <sup>b</sup>	
	CCrGCP0s - CCrGCP0re
Z	,000 <sup>a</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	1,000

a. La suma de rangos negativos es igual a la suma de rangos positivos.

b. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Tabla 5. Resultados de la pareja de datos paramétricos con la prueba de Wilcoxon

## 5. Discusión

Se encuentra que las dos variables iniciales analizadas, la potencia absoluta y la composición corporal, tienen las siguientes características:

Todos los pre-test se comportan con distribución normal de los datos, lo que asegura que se pueden comparar las medias de los grupos entre sí luego de una intervención, lo que es de gran importancia, ya que si alguna de éstas distribuciones no es NORMAL, no se pueden atribuir las variaciones a la intervención, sino precisamente a esta característica de NO compatibilidad de los datos.

En el grupo experimental todos los pos-test también tienen distribución normal de datos, lo que representa que su variación se puede calcular por una prueba T para variables relacionadas, en este caso relacionadas por una intervención en un trabajo de fuerza de 8 semanas.

En el grupo experimental se confirma la hipótesis alterna en el caso de la potencia y la hipótesis nula en el caso de la composición corporal, lo que significa que para el grupo experimental se produjeron cambios significativos en la valoración de la potencia

absoluta, sin tener ningún tipo de cambio en la composición corporal a través del cálculo del porcentaje (%) de tejido magro.

Para el grupo control, el resultado del pos-test en la composición corporal es de distribución paramétrica, lo que significa que se debe analizar el cambio de potencia con una prueba T de variables relacionadas y la composición corporal con una prueba paramétrica, como es el Wilcoxon.

Haciendo la interpretación de los resultados de la valoración estadística de los cambios sucedidos en el grupo control, se confirma la hipótesis nula en ambos casos; es decir, estadísticamente se demuestra que el grupo que no recibió intervención de fuerza no tuvo cambios significativos en ninguna de las dos variables analizadas: composición corporal y potencia absoluta.

En el grupo experimental se confirmó la Hipótesis alterna para el caso de la potencia, mientras en el grupo control se confirmó la Hipótesis nula. Se concluye así que **la implementación de un plan de 8 semanas de fuerza se constituyó en un factor determinante de mejoramiento de la potencia absoluta.**

En caso de tener datos de la cadencia y la potencia relativa los resultados ratificarán o rectificarán lo que se obtiene con estos valores.

## Referencias

Aagaard P, Andersen JL, Bennekou M, Larsson B, Olesen JL, Cramer R, Kjaer M (2011). Effects of resistance training on endurance capacity and muscle fiber composition in young top-level cyclists. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21(6): 298-307.

Agudelo Velásquez, Carlos Alberto (2012). *Planificación del entrenamiento deportivo por Modelamiento*. Colombia: Kinesis.

Atkinson G, Peacock O, St Clair GA, Tucker R (2007). Distribution of power output during cycling: impact and mechanisms. *Sports Medicine*, 37(8):647-67.

Bastiaans JJ, Van Diemen AB, Veneberg T, Jeukendrup AE (2001). The effects of replacing a portion of endurance training by explosive strength training on performance in trained cyclists. *European Journal of Applied Physiology*, 86(1): 79-84.

Bishop D, Jenkins DG, Mackinnon LT, McEniery M, Carey MF (1999). The effects of strength training on endurance performance and muscle characteristics. *Medicine and Sciences in Sports and Exercise*, 31(6): 886-891.

Bompa T (1995). *Periodización de la fuerza, la nueva onda en el entrenamiento de la fuerza*. Argentina.

Campos GE, Luecke TJ, Wendeln HK, Toma K, Hagerman FC, Murray TF, Staron RS (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *European Journal of Applied Physiology*, 88(1-2): 50-60.

Chtara M, Chamari K, Chaouachi M, Chaouachi A, Koubaa D, Feki Y, Amri M (2005). Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity. *British Journal of Sports Medicine*, 39(8): 555-560.

Coggan, Andrew; Hunter, Allen (2010). *Training and Racing with a Power Meter*. Boulder, Colorado: Editorial Velo Press.

Del Rosso S (2010). *Sistema Muscular, adaptaciones funcionales y estructurales del entrenamiento de la fuerza*. Mendoza, Argentina: G-SE.

Fleck SJ (1999). Periodized strength training: A critical review. *Journal Strength and Conditioning Association*, 13(1): 82-89.

González Badillo, Juan José; Gorostiaga Ayestarán, Esteban (2001). *Fundamentos del entrenamiento de la Fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo*. Barcelona, España: INDE Publicaciones.

Hickson RC (1980). Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 45(2-3): 255-263.

Hunter G, Demment R, Miller D (1987). Development of strength and maximum oxygen uptake during simultaneous training for strength and endurance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 27(3): 269-275.

Issurin V (2008). Block periodization versus traditional training theory: a review. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(1): 65-75.

Jeukendrup AE, Hesselink MK, Snyder AC, Kuipers H, Keiser HA (1992). Physiological changes in male competitive cyclist after two weeks of intensified training. *International Journal of Sport Medicine*, 586: 35-44.

Karavirta L, Hakkinen A, Sillanpaa E, Garcia-Lopez D, Kauhanen A, Haapasaari A, Hakkinen K (2011). Effects of combined endurance and strength training on muscle strength, power and hypertrophy in 40-67-year-old men. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21(3): 402-411.

Larrañabal J (2010). *Efectos sobre el rendimiento físico de un programa de entrenamiento combinado de fuerza y resistencia en ciclistas*. Madrid, España: Universidad Autónoma de Madrid.

Leveritt M, Abernethy PJ, Barry BK, Logan PA (1999). Concurrent strength and endurance training. A review. *Sports Medicine*, 28(6): 413-427.

Norton K, Olds T (1991). *Antropométrica*. Rosario, Argentina: Byosistem Servicio Educativo.

Paavolainen, Leena; Häkkinen, Keijo; Rusko, Heikki (1991). Effects of explosive type strength training on physical performance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 62(4):251-55.

Ronnestad BR, Hansen EA, Raastad T (2010). In-season strength maintenance training increases well-trained cyclists' performance. *European Journal of Applied Physiology*, 110(6): 1269-1282.

Sale DG, MacDougall JD, Jacobs I, Garner S (1990). Interaction between concurrent strength and endurance training. *Journal of Applied Physiology*, 68(1): 260-270.

Sunde A, Storen O, Bjerkaas M, Larsen MH, Hoff J, Helgerud J (2010). Maximal strength training improves cycling economy in competitive cyclists. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(8): 2157-2165.

Tanaka H, Swensen T (1998). Impact of resistance training on endurance performance. A new form of cross training? *Sports Medicine*, 25 (3): 191-200.

Thomas, Jerry R.; Nelson, Jack K. (2006). *Métodos de Investigación en actividad física*. España: Paidotribo.