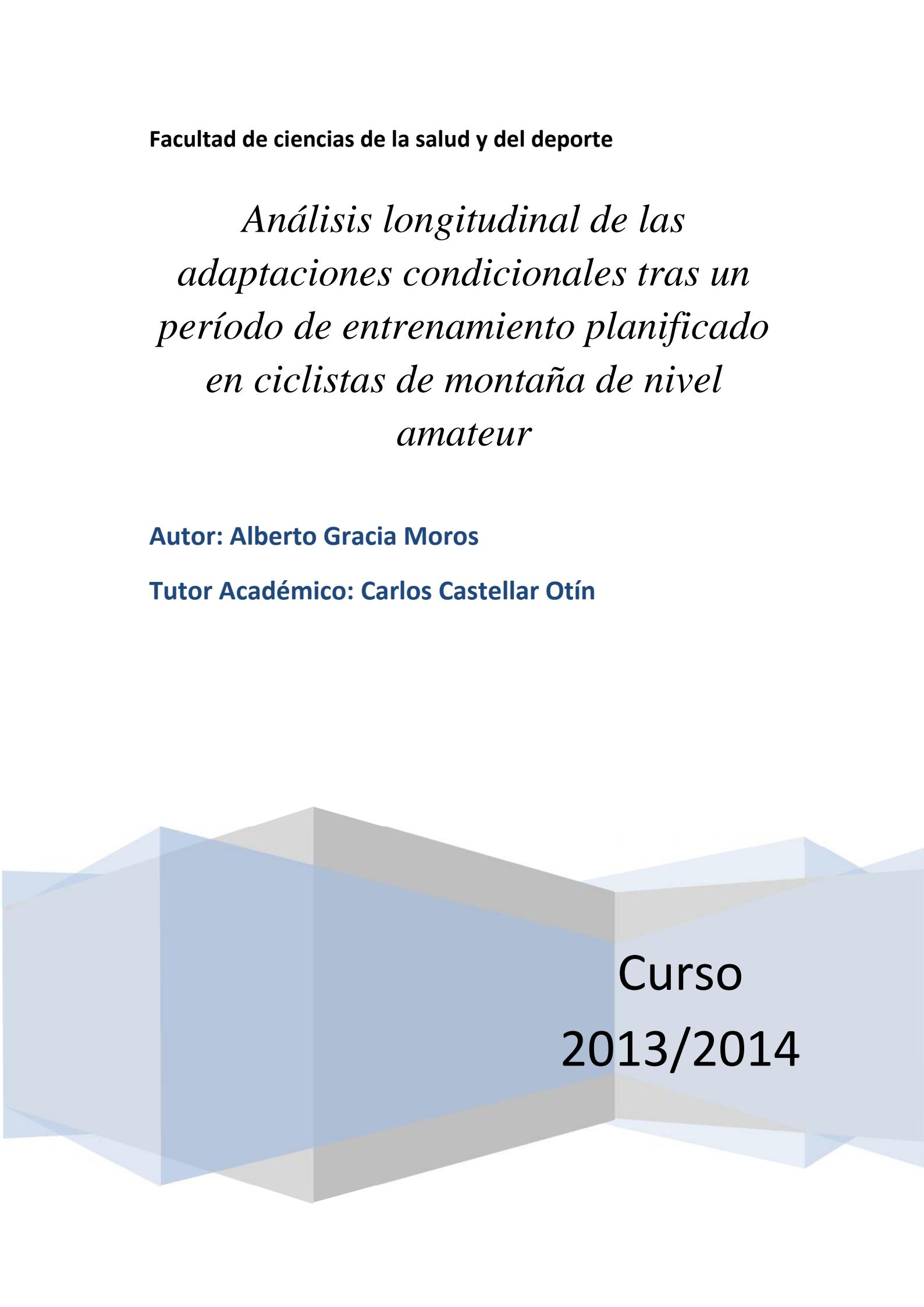


**Facultad de ciencias de la salud y del deporte**

*Análisis longitudinal de las  
adaptaciones condicionales tras un  
período de entrenamiento planificado  
en ciclistas de montaña de nivel  
amateur*

**Autor: Alberto Gracia Moros**

**Tutor Académico: Carlos Castellar Otín**



Curso  
2013/2014



## Índice

TÍTULO .....	2
RESUMEN .....	2
INTRODUCCIÓN.....	2
MARCO TEÓRICO.....	3
OBJETIVOS .....	5
MATERIAL Y MÉTODOS .....	5
Participantes .....	5
Diseño y Procedimientos.....	7
Materiales.....	9
RESULTADOS .....	9
DISCUSIÓN.....	14
CONCLUSIONES .....	16
PERSPECTIVAS DE FUTURO .....	17
LIMITACIONES .....	17
AGRADECIMIENTOS.....	17
BIBLIOGRAFÍA.....	18
ANEXOS .....	18
(Anexo 1) .....	19
(Anexo 2) .....	21



## TÍTULO

Análisis longitudinal de las adaptaciones condicionales tras un período de entrenamiento planificado en ciclistas de montaña de nivel amateur.

## RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivos valorar la mejora que se produce en variables de condición física tras un periodo 6 semanas en el que los sujetos realizaron un programa de entrenamiento planificado. Todos los participantes realizan 3 test (Cooper, Salto horizontal pies juntos y flexión profunda del cuerpo) para tener resultados de componente aeróbico y potencia anaeróbica. Los resultados del estudio indican que los sujetos del grupo investigación obtuvieron una mayor mejora que el grupo control, además que en el Cooper grupo investigación se produjera una diferencia significativa entre el pretest y el posttest. No obstante en las demás variables no se produjo una diferencia significativa. Este tipo de protocolo puede ser válido para valorar los componentes del metabolismo aeróbico y anaeróbico en ciclistas de montaña de nivel amateur.

*(This study aimed to assess the improvement that occurs in varying fitness after a six weeks period in which subjects performed a planned workout. All participants performed 3 tests (Cooper, horizontal jump feet together and deep flexion of the body) for results of aerobic and anaerobic power component. Study results indicate that the subjects of the research group had a greater improvement than the control group, in addition to the Cooper group research is a significant difference between pretest and posttest occurred. However in the other variables there was no significant difference. This type of protocol may be valid to assess the components of aerobic and anaerobic metabolism in amateur mountain bikers level)*

## Palabras clave

Grupo control/investigación

Ciclismo de montaña

Planificación

Test de Cooper/Salto/Flexión

## INTRODUCCIÓN

La mayoría de competiciones de ciclismo de montaña (BTT) los participantes salen por tandas, no se sale de manera masiva, salvo en algunos descensos o pruebas como los duatlones, pero en las modalidades propias de esta disciplina deportiva como son (descenso, enduro, XC, Trail, All mountain y Freeride) las salidas son individuales (tandas). La exigencia metabólica de este tipo de pruebas se abastece a través de la vía anaeróbica y en pruebas de mayor distancia por la aeróbica-anaeróbica.



Esto queda justificado con el trabajo de (Stapelfeldt, 2004) en el que se evaluaron a 11 ciclistas de montaña del equipo nacional alemán, en que se comprobó la potencia que desarrollan en un test de laboratorio. Luego esos datos se extrapolaron a las vías metabólicas predominante en relación con la potencia y afirmaron que existe una gran variabilidad metabólica: 58% zona aeróbica, 40% zona aeróbica-anaeróbica y 24% zona anaeróbica, para esfuerzos de una duración superior a 2 horas y 3 minutos.

En el caso del BTT se trata de un esfuerzo máximo continuo ejecutados a intensidad variable (Legaz, 2012) en esta modalidad la intensidad está determinada en menor medida por la regulación táctica y es más dependiente de la orografía. Probablemente en BTT el porcentaje de tiempo en el que el deportista se encuentra en la zona metabólica de eficiencia aeróbica es menor al porcentaje de tiempo que se encuentra en la zona de eficiencia aeróbica-anaeróbica y zona eficiencia anaeróbica, debido a la duración del esfuerzo y a la velocidad que desarrolla el sujeto durante la prueba. Por lo tanto el entrenamiento para deportistas que compiten en la modalidad de BTT deberá incidir en las vías metabólicas mencionadas mediante la utilización de métodos fraccionados de corta y media duración y la utilización de sobrecargas.

Una de las herramientas para aumentar el rendimiento de las vías mencionadas anteriormente, es la utilización de la planificación deportiva. De modo que la planificación es un proceso de entrenamiento el cual persigue optimizar el rendimiento del deportista de acuerdo con el desarrollo de todos los factores asociados al rendimiento de una modalidad deportiva (López-López, 2002). En consecuencia, es importante realizar un análisis de los factores de rendimiento básicos y específicos de la modalidad deportiva concreta. Los distintos sistemas de planificación únicamente determinan la secuencia y distribución en el tiempo en que se debe incidir en el desarrollo de los distintos factores de rendimiento específicos y básicos para alcanzar la mayor optimización del rendimiento en competición. (Legaz, 2012).

## MARCO TEÓRICO

Debido a que la muestra que disponemos es muy variada, los autores del artículo nos indican unos resultados que ayudaran a mejorar en conceptos antropométricos, de técnica y de carga interna. Estos autores afirman que los valores óptimos para los competidores de BTT son 63 kg de peso de manera aproximada, que tengan una potencia de pedaleo de 6,3 W/kg peso corporal, además que su consumo máximo de oxígeno ( $\text{VO}_2 \text{ max}$ ) se encuentre en  $73 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$  (Lee, Martin, Anson, Grundy & Hahn, 2002). En la muestra analizada, los datos serán complicados de alcanzar debido a valores de edad y de reserva actual de dichos deportistas, pero probablemente serán de gran ayuda en un futuro, si se continúa con el plan de entrenamiento.



Otro de los aspectos que es de gran relevancia y que además es complementario a lo anterior es que en pruebas de Ultramaratón en las que el volumen de la prueba es aproximadamente de 120 kilómetros (km), el factor antropométrico condicionará en gran medida el rendimiento del ciclista (Knechtle, Knechtle, Roseman & Senn, 2011). Por ese motivo un buen desarrollo del factor motriz encima de bicicleta favorecerá una mejora de la economía del esfuerzo y por ese motivo podrán mantener ese rendimiento durante la mayor parte de la prueba, de modo que esa mejora del factor motriz y antropométrico otorgará al ciclista una mejor aerodinámica sobre la bicicleta.

Debido a que la disciplina de BTT transcurre por lugares en los cuales la técnica en situaciones de descenso es importante, un desarrollo de una buena técnica en este tipo de situaciones favorecerá una mejor economía del esfuerzo y por lo tanto contribuirá directamente al rendimiento (Abbiss, Ross, Garvican, Pottgiesser & Martin, 2013).

Otro parámetro a tener en cuenta en la investigación es la edad de la muestra, que como se explica en este trabajo, el rendimiento sobre la bicicleta disminuye a medida que se avanza en edad y además en esta modalidad esta disminución es mucho más temprana que en otras (Haupt, Knechtle, Rosemann & Lepers, 2013) Asimismo surge otra variable como es el mantenimiento de la bicicleta, habrá que conocer el tipo de superficie para saber qué tipo de cubierta y la presión de la misma se ajusta mejor al sujeto con el fin de mejorar la aerodinámica y con ella el factor motriz y la economía del esfuerzo (Bertucci & Rogier, 2013).

El desarrollo de la movilidad articular ayudará al ciclista a mejorar el rango articular y con ello contribuir a una mejor biomecánica sobre la bicicleta, a su vez los estiramientos antes y después del entrenamiento disminuirán la rigidez muscular y mejoraran la eliminación de lactato (Legaz, 2012)

Dentro de este apartado debemos dar a conocer los factores de rendimiento propios de la esta modalidad al igual que las diferentes zonas metabólicas en las que se desarrollaran estas pruebas deportivas, en estas modalidades tenemos una serie de factores que se darán en las diferentes zonas metabólicas, pero los que verdaderamente condicionarán el rendimiento del sujeto serán los factores básicos y los específicos (fuerza explosiva específica, fuerza resistencia específica, motricidad específica, movilidad dinámica específica e informacional específica), además de los niveles de entrenamiento facilitado, específico y dificultado. Como se ha comentado anteriormente las zonas metabólicas tendrán factores propios que son los siguientes (Legaz, 2012).



**Zona aeróbica y Zona de aeróbica-anaeróbica:** Tolerancia al lactato, movilización de grasas, capacidad glucolítica, termorregulación, economía del esfuerzo y la fuerza resistencia.

**Zona anaeróbica:** Consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2\max}$ ), cinética del  $VO_2$ , tolerancia al lactato, economía del esfuerzo y fuerza resistencia.

Dicho proyecto de investigación se centra en el análisis de las adaptaciones condicionales de una muestra de sujetos de nivel amateur que practican la modalidad de BTT. Para conseguir que se produzcan esas adaptaciones se llevará a cabo una planificación de sus entrenamientos con el objetivo de mejorar los parámetros iniciales.

## OBJETIVOS

El objetivo principal de este estudio será el análisis de la evolución de las variables fisiológicas (frecuencia cardíaca y consumo máximo de oxígeno), además de otras variables de la condición física relacionadas con la capacidad aeróbica, aeróbica-anaeróbica y anaeróbica. Todas estas variables se estudiaran en dos grupos, uno de investigación y otro control.

Con respecto a los objetivos secundarios, se busca establecer las relaciones existentes entre los resultados que se producen en los test, con patrones establecidos en la literatura científica. Igualmente la secuenciación del modelo de entrenamiento con el fin de que las variables fisiológicas y de condición física tengan una modificación, así como la comparación de las mismas entre el grupo control y el grupo investigación.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### *Participantes*

Para este estudio fueron seleccionados 15 ciclistas de bicicleta de montaña no federados, de un nivel amateur, de los cuales el 66% han realizado una prueba o competición de BTT. La edad media de los sujetos es de  $42 \pm 2$  años, el promedio de salida del grupo de ciclistas que participan en el estudio es de  $4 \pm 2$  días. Por otro lado con respecto a los valores antropométricos, los sujetos poseen una media de talla de  $1,71 \pm 0,06$  centímetros y un peso corporal de  $72 \pm 9,64$  kilogramos. Asimismo, respecto al índice de masa corporal (IMC), el promedio que obtuvieron estos sujetos fue de  $24,58 \pm 2,57$  porciento que según los baremos (OMS, 1995) se ajusta a un peso normal. Para el estudio se realizaron dos grupos, un grupo investigación y un grupo control; dichos grupos se establecieron a través de unos criterios de inclusión y exclusión, los principales son los siguientes: para el estudio los sujetos que participaran de forma continuada en el proceso planificado de entrenamiento pertenecerían al grupo investigación, y los que no lo participaran de forma continua al grupo control.

- **Criterios de inclusión**

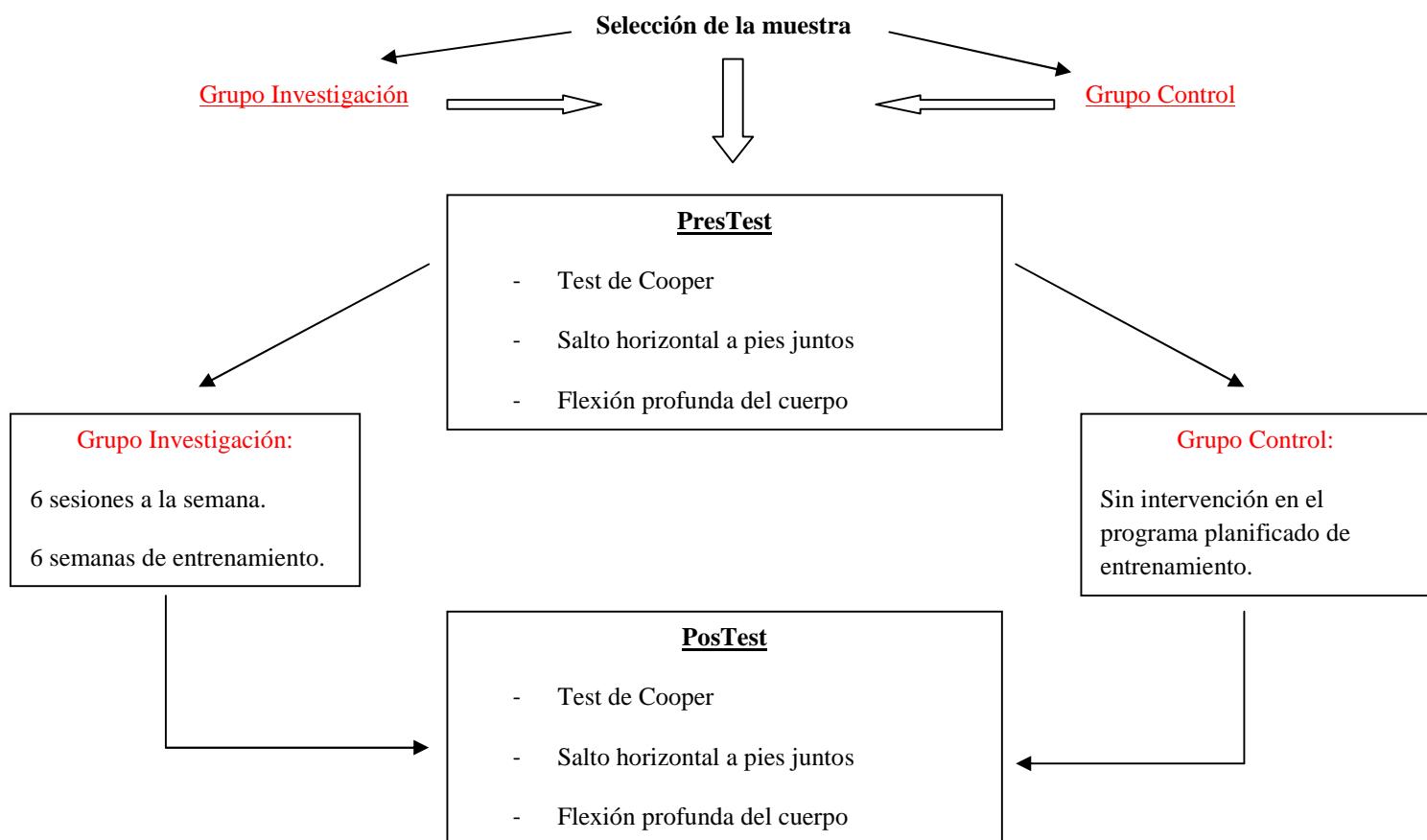
- Sujetos que vayan a seguir el programa de entrenamiento planificado
- Que entrenen en bicicleta de montaña más de la media establecida en 4 días
- Que hayan participado en alguna prueba de la modalidad de BTT en los últimos años

- **Criterios de exclusión**

- Que padezcan o hayan padecido alguna enfermedad que pueda ser un riesgo para la salud del sujeto
- Que no vaya acudir a la realización de test para el posterior análisis
- No disponer de la licencia federativa

Con respecto al diseño de la investigación se llevó a cabo un modelo experimental, en el cual el investigador a través de pruebas de actitud física recabará la información de las variables que se han estado entrenando a lo largo del periodo de 6 semanas, para el posterior análisis de esos resultados, con el objetivo de comprobar si había habido adaptación.

- **Cronograma (Figura 1)**



### Diseño y Procedimientos

Antes de comenzar la fase experimental, todos los participantes fueron informados de los procedimientos del estudio (Anexo 1) y sus posibles consecuencias en cada uno de los sujetos. El estudio se realizó de acuerdo con el consentimiento informado por escrito de todos los participantes antes de comenzar la fase experimental.

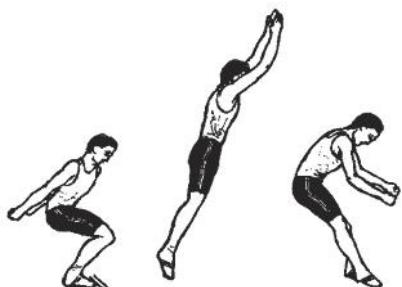
El *test de Cooper* (variante para ciclismo) es un test estandarizado y utilizado en diferentes baterías como la batería Eurofit, para valorar la condición física de los sujetos. Este test tiene como principal objetivo valorar capacidad aeróbica de media duración, se trata de registrar el número de metros en un tiempo determinado (12 minutos), es una prueba en la que se estima el nivel de consumo máximo de oxígeno del sujeto a través de un test de campo. Para que el test tenga validez el sujeto deberá estar en movimiento en los 12 minutos que durará la prueba. Este tipo de test para diversos autores (García-Manso, 1996) tiene un validez a la hora de determinar el VO<sub>2</sub>max de un sujeto, a través de la utilización de diferentes ecuaciones, en nuestro caso se utilizó la propuesta por (Howald, 1995)

$$\text{VO}_2 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1} = \text{metros recorridos} \times 0,02 - 54$$



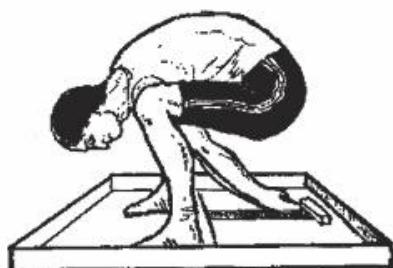
(Figura 2. Obtenida del libro: *Pruebas de aptitud física*)

El *test de salto horizontal a pies juntos* se trata también de un test estandarizado y que se ve reflejado en la literatura científica (Martínez López, 2002). Se trata de un test en el que se valora la fuerza explosiva del tren inferior de un sujeto. Para ello el sujeto se colocará tras una línea marcada en el suelo, en la cual realizará un salto a pies juntos con ayuda o sin ella de los brazos, la caída en este tipo de test deberá ser controlada. Se anotaran los centímetros avanzados desde la línea inicial hasta la posición final. Para (Nupponen, 1981) afirma que la validez y fiabilidad del test se encuentra por encima del 0,9, teniendo en cuenta siempre el grado de dispersión de la muestra.



(Figura 3. Obtenida del libro: *Pruebas de aptitud física*)

La *Flexión profunda del cuerpo* es uno de los test utilizado en diferentes centros (Facultades en ciencias de la actividad física y del deporte) para la valoración de aspectos de condición física en la prueba de admisión. Su objetivo es valorar la flexibilidad de tronco y de los miembros inferiores y superiores. Para ello el sujeto se deberá introducir en la zona delimitada con unas medidas estandarizadas (80 cm longitud-76 cm ancho- 2 cm alto), justo debajo del medidor. Los talones deberán estar perpendiculares a la tabla. A la señal del controlador el sujeto realizará una flexión de piernas e introducirá sus brazos por entre ellas desplazando el listón lo más hacia detrás posible.



(Figura 4. Obtenida del libro: *Pruebas de aptitud física*)

El modelo de planificación que fue utilizado teniendo en cuenta las reservas de adaptación de los sujetos, fue el sugerido por (Matveyev, 1981) se trata de una planificación tradicional que se subdivide en periodos más pequeños como son el preparatorio y el competitivo. En nuestro caso los sujetos utilizaron este modelo durante un periodo de 6 semanas.

Tras el periodo preparatorio general, vendría el periodo competitivo en el cual la secuenciación de ejercicios será por días de la siguiente manera. (**Tabla 1**).

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Fraccionados y Continuos que simulen la competición (40-60 km)	Fuerza  <b>Sentadilla</b>  <b>Isquiotibiales</b>  <b>Sentadilla</b>  <b>Balístico</b>  2 series, 12 repeticiones  70-85% RM	Flexibilidad  <b>Tronco</b>  <b>Piernas</b>  2 series de 15 seg	Fuerza  <b>Sentadilla</b>  <b>Isquiotibiales</b>  <b>Sentadilla</b>  <b>Balístico</b>  2 series, 12 repeticiones  70-85% RM	Flexibilidad  <b>Tronco</b>  <b>Piernas</b>  2 series de 15 seg		Fraccionados y Continuos que simulen la competición (60-100 km)



*Análisis estadístico:* Para el análisis de los resultados se llevó a cabo mediante el paquete estadístico SPSS v19. Para cada variable se hallaron los valores descriptivos de tendencia central y de dispersión más habituales (media y desviación estándar).

Se aplicó igualmente la prueba de Kolmogorov-Smirnov para así definir el tipo de distribución de cada una de las variables consideradas, cumpliendo todas ellas el criterio de normalidad. Atendiendo a los resultados de esta prueba, se realizó la Prueba T de Student para muestras independientes para la comparativa entre grupos y la Prueba T para muestras relacionadas para la comparativa intragrupo en los test realizados al inicio y al final del proceso.

Se consideró como límite de la significación el valor de la probabilidad p < 0.05.

### **Materiales**

Los *materiales* que se utilizaron para la valoración de los test fueron los siguientes:

*Test de Cooper:* Cronómetro, Bicicleta de montaña, Velódromo y un odómetro (para bicicletas).

*Test de salto horizontal a pies juntos:* Superficie lisa/antideslizante y cinta métrica.

*Test flexión profunda del cuerpo:* Zona delimitada con el listón y cinta métrica.

Todos los test, los materiales y las instalaciones estuvieron bajo la vigilancia del controlador para que todo fuera realizado dentro de lo establecido.

Con respecto a la *meteorología*. (**Tabla 2**).

	<b>Temperatura (Grados centígrados)</b>	<b>Viento (Km/h)</b>
<b>Pretest</b>	<b>18</b>	<b>8</b>
<b>Posttest</b>	<b>21</b>	<b>15</b>

(*Información acerca de la temperatura y el viento en los días de test*)

## **RESULTADOS**

En este apartado, se van a mostrar los resultados obtenidos del análisis de las variables del estudio que se recogieron a través de pruebas de campo, el tratamiento de dichas variables se ha conseguido gracias al programa de datos estadísticos SPSS (versión 19.0), en el cual nos ha proporcionado las comparativas y significación del intragrupo y el intergrupo de nuestro estudio.

En las siguientes tablas se muestran los resultados de la media y la desviación típica de la variables test de Cooper, Salto horizontal a pies juntos y Flexión profunda del cuerpo las cuales se ha basado el estudio, dichos resultados se muestran en valores absolutos.



Test	Media	Desviación Típica
Cooper Pre Investigación (metros)	5596	279,43
Cooper Post Investigación (metros)	6068	282,30

**Tabla 3.** Muestra la media y desviación del Cooper grupo investigación

Test	Media	Desviación Típica
Cooper Pre Control (metros)	5528	492,32
Cooper Post Control (metros)	5657	642,54

**Tabla 4.** Muestra la media y desviación del Cooper grupo control

Test	Media	Desviación Típica
Salto Pre Investigación (centímetros)	1,85	0,29
Salto Post Investigación (centímetros)	1,87	0,26

**Tabla 5.** Muestra la media y la desviación del Salto grupo investigación

Test	Media	Desviación Típica
Salto Pre Control (centímetros)	1,75	0,25
Salto Post Control (centímetros)	1,77	0,23

**Tabla 6.** Muestra la media y la desviación del Salto grupo control



Test	Media	Desviación Típica
Flexión Pre Investigación (centímetros)	20,63	4,95
Flexión Post Investigación (centímetros)	22,00	5,29

**Tabla 7.** Muestra la media y desviación de la Flexión grupo investigación

Test	Media	Desviación Típica
Flexión Pre Control (centímetros)	20,14	3,48
Flexión Post Control (centímetros)	19,43	3,64

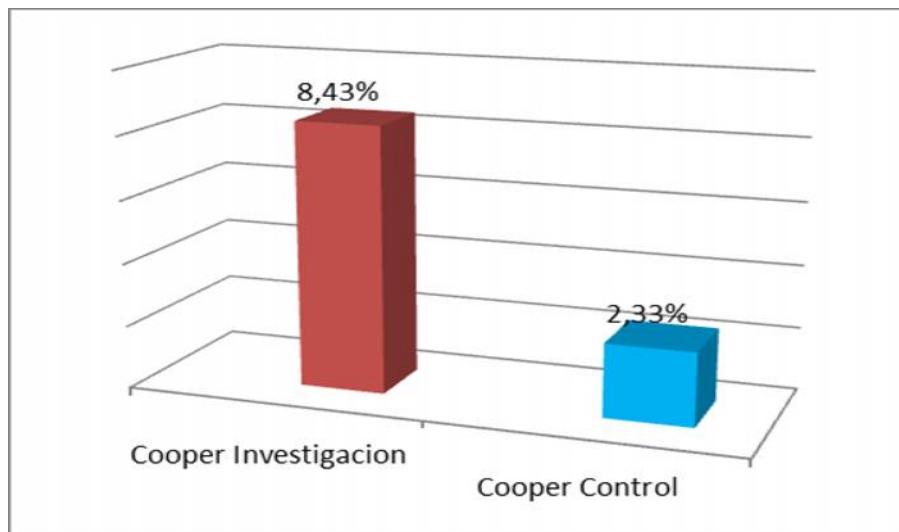
**Tabla 8.** Muestra la media y desviación de la Flexión grupo control

Respecto a las diferencias significativas en la comparativa intragrupo, en consideración de las variables del estudio, son: que en el Par 1 (Cooper grupo investigación) la significación ha sido inferior a ( $p<0,05$ ), siendo **0,012** el resultado de la misma. Las demás variables no presentan diferencias significativas.

Acerca de la comparativa intergrupo, en el estudio no se han obtenido diferencias significativas en ninguna de las variables del Test de Cooper, Salto horizontal a pies juntos y Flexión profunda del cuerpo.

A través de las siguientes figuras se va mostrar el aumento o la reducción que se haya producido en cada una de las variables, para los diferentes grupos del estudio. El resultado será expresado en porcentajes y se tomarán como referencia para la obtención, la media de las variables.

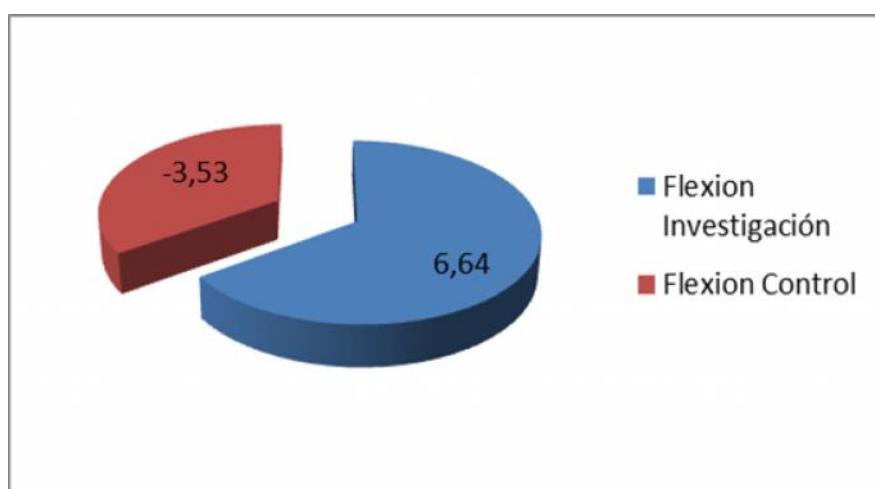
Las siguientes figuras muestran la comparativa intergrupo:



**Figura 5.** Representa la variable Test de Cooper de ambos grupos, en la cual el grupo investigación ha aumentado un 6,1% con respecto al grupo control.

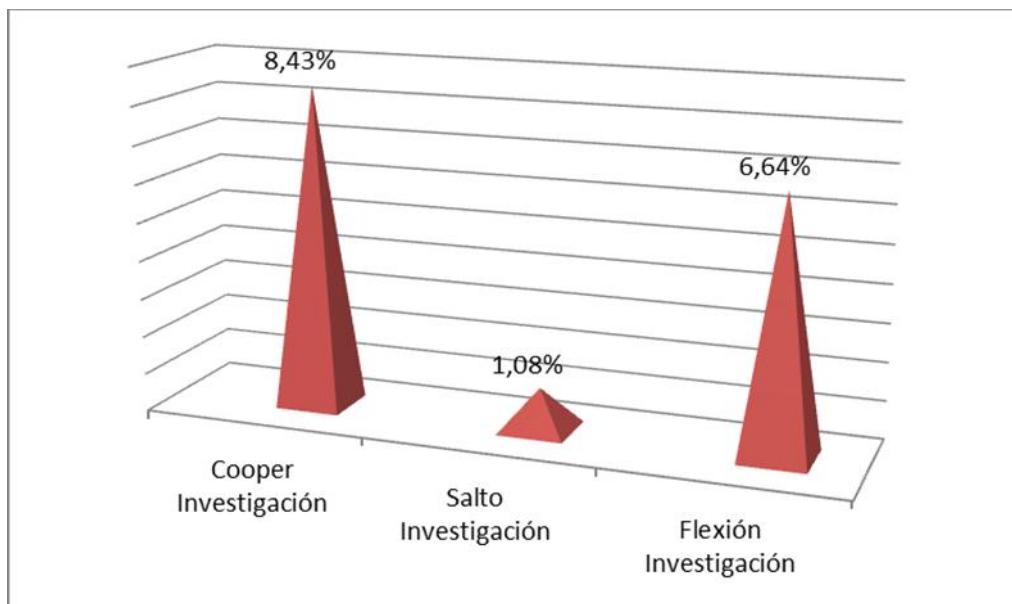
Para las variables de **salto horizontal** el aumento que se ha producido en cada una es el siguiente, (1,08% grupo investigación y 1,14% grupo control).

Por ultimo para la variable de flexión profunda del cuerpo los resultados de la comparativa intergrupo fueron:

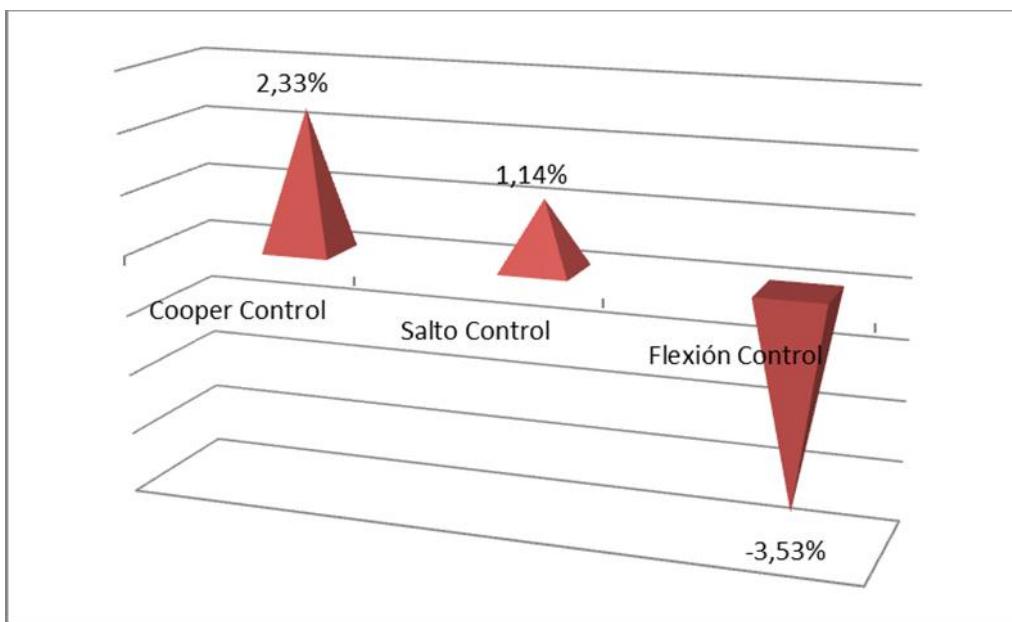


**Figura 6.** Representa la variable Flexión profunda del cuerpo, en la cual el grupo investigación a aumentado frente a la disminucion del grupo control.

Asimismo para la comparativa intragrupo se muestran las siguientes figuras como aclarativo al aumento que se produjo entre el pretest y el pos test.



**Figura 7.** Muestra el aumento que se ha producido en la variables Test de Cooper, Salto y Flexión del grupo investigación.



**Figura 8.** Muestra el aumento de las variables Cooper y Salto ,ademas de la disminución de la Flexión todas ellas del grupo control.



## DISCUSIÓN

Los objetivos de este estudio fueron, en primer lugar determinar la relación que existe entre variables de la condición física y su evaluación a través de pruebas de aptitud física. Además de observar cómo se han comportado dichas variables tras un periodo planificado en ciclistas de montaña de nivel amateur. Los principales test utilizados para estimar los resultados, son empleados en la literatura científica (Martínez López, 2002). En el caso del presente estudio fueron: El test de Cooper, Flexión Profunda del cuerpo y el Salto horizontal a pies juntos, los cuales permitirán evaluar la resistencia, la flexibilidad y la fuerza en tren inferior.

Los principales hallazgos que se produjeron en el estudio, fueron que tras el postest las variables de condición física habían mejorado con respecto a los valores iniciales, a destacar que tanto el grupo investigación como el grupo control habían mejorado, teniendo en cuenta que el grupo investigación había tenido una mejor evolución en las diferentes variables frente al grupo control. Es el caso de la mejora de los niveles resistencia del grupo investigación que se había producido una significación de los resultados entre en Precooper y el Postcooper. En el caso de este estudio los sujetos presentaron una mejora en su  $\text{VO}_{2\text{max}}$  (*grupo investigación:* 57,9  $\text{ml kg}^{-1} \text{min}^{-1}$  – 66,9  $\text{ml kg}^{-1} \text{min}^{-1}$ . *Grupo control:* 55,3  $\text{ml kg}^{-1} \text{min}^{-1}$  – 57,9  $\text{ml kg}^{-1} \text{min}^{-1}$ ) estos valores se contrastaron con un estudio en el cual se afirma que el valor medio estimado para ciclistas de montaña de alto nivel es de 73,3  $\text{ml kg}^{-1} \text{min}^{-1}$  (Lee, Martin y Anson, 2002), de este modo nuestros sujetos del grupo investigación, tras el periodo de entrenamiento planificado, se aproximaron al valor propuesto por los anteriores autores. Estos resultados son importantes, ya que un aumento de esos valores les otorgará a los sujetos una mayor velocidad aeróbica máxima (VAM).

En la línea de lo comentado, en los resultados que se obtuvieron en el salto horizontal a pies juntos, que valoraba la fuerza explosiva del tren inferior, se pudieron observar que la mejora entre los valores iniciales y los que se realizaron tras el periodo de entrenamiento era mínima. En referencia al trabajo de (Zarceczny, Podlesny, Polak, 2013), en el cual se investigaba si el aumento del consumo máximo de oxígeno provocaba una disminución en la potencia anaeróbica máxima y en la fuerza máxima, concluyeron que un aumento del consumo de oxígeno no provocaba cambios significativos en la potencia y en la fuerza de los sujetos. De este modo podemos sugerir que la mínima mejora que se produjo no pudo ser debida a la amplia mejora que se produjo en la variable de resistencia.

Al hilo de lo anterior, la especificidad en la aplicación de los tests es determinante, por eso para diferentes autores (Muriel y Camara, 2012) la aplicación del Test de Wingate es el que mejor se transfiere a la modalidad deportiva del ciclismo, asimismo el principio de especificidad es fundamental para optimizar el rendimiento en cualquier modalidad deportiva, este principio ha sido estudiado extensamente en la literatura científica (García-Pallarés, Sánchez-Medina,



Carrasco, Díaz e Izquierdo, 2009), así como maximizar el tiempo de preparación que realiza el deportista con el propio gesto técnico. Son varios los autores que han valorado y han llegado a la conclusión de que no solo existe la necesidad de ejecutar el gesto de competición, sino realizarlo con los mismos patrones (González-Badillo & Rivas-Serna, 2002). Este hecho hace referencia a que las mejoras que se hayan podido producir, hayan sido por la utilización de un programa de entrenamiento que se ajustaba mejor a las necesidades de los sujetos.

Con respecto a la variable de flexibilidad, se produjo mejoría en los valores del grupo investigación con respecto al valor inicial. Y teniendo en cuenta que este factor de rendimiento no había sido una variable entrenada durante su vida deportiva, por lo tanto su reserva de adaptación era baja, motivo por el cual, cualquier estímulo les hubiera producido una adaptación. Además esta variable no constituye un factor de rendimiento condicional en esta disciplina deportiva.

Otro de los aspectos, es la edad que tienen los sujetos que participan en el trabajo de investigación las medias de edad son (38 años para el grupo investigación y 46 años para el grupo control). En el artículo publicado por (Haupt, Knechtle, Rüst, Rosemann & Lepers, 2013), llegaron a la conclusión que en la modalidad de ciclismo de montaña se produce un mayor deterioro del rendimiento a medida que se avanza en edad con respecto a otras modalidades deportivas. Observando este hecho y en relación a los resultados del trabajo investigación en ciclistas de montaña de nivel amateur los sujetos del grupo control tienen peores resultados de rendimiento en las variables de los pretest.

Uno de los factores para que haya habido esa mejora en el rendimiento de los sujetos del grupo investigación fue, que siguieron el programa de entrenamiento de manera rigurosa, se sabe que para inducir a un sujeto una mejora en su rendimiento basta con aplicar el mínimo estímulo que le produzca adaptación. Así pues los sujetos del grupo investigación tras el periodo de 6 semanas en las cuales se les indujo a una serie de estímulos en variables como resistencia, fuerza y flexibilidad obtuvieron mejores resultados en los posttest, mientras que los de grupo control no siguieron el programa y los resultados no variaron entre pretest y posttest. Por lo tanto y como resumen existe una relación entre el aumento del rendimiento con la planificación de los esfuerzos a los que se somete un sujeto.

Para concluir decir que aunque el presente estudio se trataba de un análisis longitudinal básico sobre las adaptaciones condicionales tras un periodo de entrenamiento planificado, en la cual las mejoras que se han producido hayan sido por el programa de entrenamiento, los sujetos del grupo investigación mejoraron en mayor medida. Esta afirmación puede ser debida a que al tratarse de sujetos amateur tengan una menor experiencia en el entrenamiento y por eso los que siguieron el programa obtuvieron unas mayores mejoras en las variables a estudiar.



## CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se llegan tras la aplicación de la siguiente investigación son:

- Se han encontrado diferencias significativas en el Par 1 del Cooper Investigación ( $p=0,012$ )
- No se han hallado diferencias significativas en los demás pares tanto en el grupo control como en el de investigación
- El incremento de porcentaje intragrupo para las variables Cooper, Salto y Flexión del grupo investigación han sido de 8,43%, 1,08%, 6,64% respectivamente.
- El incremento de porcentaje intragrupo para las variables Cooper, Salto y Flexión del grupo control han sido de 2,33%, 1,08%, -3,53% respectivamente.
- El porcentaje intergrupo para la variable Cooper ha sido que el grupo investigación ha aumentado 6,1% respecto al grupo control.
- El porcentaje intergrupo para la variable Salto horizontal ha sido que el grupo control ha aumentado 0,11% respecto al grupo investigación.
- El porcentaje intergrupo para la variable Flexión profunda del cuerpo ha sido que el grupo investigación ha aumentado 6,64%, mientras que el grupo control ha disminuido un 3,53%.

*The conclusions that come after the implementation of the following research are:*

- *There were significant differences in the Cooper Research Par 1 ( $p = 0.012$ )*
- *No significant differences were found in the other pairs in both the control group and the research.*
- *Increased percentage for intragroup Cooper, Jumping and group research Flex variables were 8.43%, 1.08%, 6.64% respectively.*
- *Increased percentage for intragroup Cooper, Flex Salto and control group variables were 2.33%, 1.08%, 3.53% respectively.*
- *The percentage for Cooper intergroup variable was the research group has increased 6.1% compared to the control group.*
- *The intergroup percentage for the horizontal jump variable was the control group increased 0.11% compared to the research group.*



- *The percentage intergroup for deep flexion body shape has been that the research group has increased 6.64%, while the control group decreased by 3.53%.*

## PERSPECTIVAS DE FUTURO

La línea principal para la continuación de este trabajo de investigación, sería aprovechar para continuar con el proceso de entrenamiento planificado con el grupo de ciclistas de montaña. Con la finalidad de seguir mejorando su rendimiento hasta alcanzar su reserva total de adaptación. Para ello tendríamos que evolucionar en las técnicas de recogida de datos, ya que las pruebas de campo otorgan información pero en algunos casos son poco válidos. Por ese motivo para posibles estudios posteriores se debería realizar pruebas de esfuerzo máximo para valorar la resistencia: variables fisiológicas como (VO<sub>2</sub>). Otros test que otorgarían a este tipo de estudios un mayor relevancia serían el test de CMJ, SJ, ABK con plataforma, con estos test tendríamos datos precisos acerca de la potencia anaeróbica y fuerza máxima de los sujetos.

## LIMITACIONES

- Las limitaciones que nos hemos encontrado a lo largo del estudio, han sido que la muestra era muy reducida y por tanto los resultados no tienen una gran potencia estadística, además que la heterogeneidad de la misma, en la cual los sujetos variaban en edad y nivel deportivo.
- Otra de las limitaciones es la evaluación de las variables a través de pruebas de campo, las cuales tienen validez, son económicas, pero no proporcionan resultados con un elevado valor científico, habría sido más conveniente la realización complementaria de pruebas de laboratorio.
- Otros de los problemas que surgieron durante la realización del trabajo, fue que dentro de la literatura científica no se han encontrado estudios que compararan las variables como condición física a través de pruebas de campo. Por ese motivo a la hora de las discusiones de los resultados obtenidos han surgido más problemas por la comparación con estudios científicos.

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer al tutor académico, *Carlos Castellar Otín* por el seguimiento continuado que ha realizado, además de los recursos que me ha proporcionado para poder sacar adelante todos los apartados de este trabajo de investigación. Y en segundo lugar agradecer enormemente al grupo de ciclistas de montaña **MTB Bilbilis**, por el compromiso que han tenido desde el día que les expuse el trabajo, hasta la finalización del mismo. Sin todos ellos no habría sido posible llevarlo a cabo dentro de los plazos establecidos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abbiss, CR. Ross, ML. Garvican, LA. Ross, N. Pottgiesser, T. Martin, DT. (2013). *The distribution of pace adopted by cyclists during a crosscountry Mountain bike World Championships.* J Sports Sci. 31(7):787-94.
- Bertucci, WM. Rogier, A. (2013). *Evaluation of aerodynamic and rolling resistances in mountainbike Field conditions.* J Sports Sci. 31(14):1606-13.
- García-Pallarés, J. Sánchez-Medina, L. Carrasco, L. Diaz, A. Izquierdo, M. (2009). Endurance and neuromuscular changes in worldclass level kayakers during a periodized training cycle. European Journal of Applied Physiology. 106, 629-638.
- García Manso, J. M. Navarro Valdivieso, M. & Ruiz Caballero, J. A. (1996). Pruebas para la valoración de la capacidad motriz en el deporte. Evaluación de la condición física. Madrid: Gymnos.
- González-Badillo, J. Ribas-Serna, J. (2002). Bases de la programación del entrenamiento de la fuerza: Aplicación al alto rendimiento deportivo. Barcelona: INDE.
- Haupt, S. Knechtle, B. Knechtle, P. Rosemann, T. Lepers, R. (2013). *The age- related performance decline in ultraendurance mountain biking.* Res Sports Med. 21(2):146-58.
- Knechtle, B. Knechtle, P. Rosemann, T. Senn, O. (2011). *Personal best time and training volume, not anthropometry, is related to race performance in the 'Swiss BikeMasters' mountain bike ultramarathon.* J Strength Cond Res. May 25(5).
- Lee, H. Martin, DT. Anson, JM. Grundy, G. Hahn, AG. (2002). Physiological characteristics of successful mountain bikers and professional road cyclists. J Sports Sci. 20(12):1001-8.
- Legaz, A. (2012). Manual de entrenamiento deportivo. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- López-López, J. (2002). 160 fichas de entrenamiento para juveniles. Sevilla: Wanceulen.
- Martínez, EJ. (2002). Prueba de aptitud física. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Muriel, X. Camara, J. (2012). *Validez del test de salto para la valoración del rendimiento anaeróbico y la asimetría en el ciclismo de alto nivel.* SportTK. 1(1), 39 – 46.
- Zarzeczny, R. Podlesny, M. Polak, A. (2013). *Anaerobic capacity of amateur mountain bikers during the first half of the competition season.* Biol Sport. 30(3): 189–194.

## ANEXOS



(Anexo 1)

**CONSENTIMIENTO INFORMADO  
POR ESCRITO PARA EL INVESTIGADOR**

**Yo.....**

He leído la hoja de información que se me ha entregado. Se me ha comunicado que me la puedo llevar a mi casa para meditarla con tiempo suficiente y consultar mi participación con mi entrenador, familia o médico habitual. He podido hacer preguntas sobre el estudio y he recibido suficiente información sobre el mismo. He hablado con Alberto Gracia Moros y comprendo que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme del estudio:

- 1) cuando quiera
- 2) sin tener que dar explicaciones
- 3) sin que esto repercuta en mis cuidados médicos

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio y:

- Deseo ser informado sobre los resultados del estudio: sí  no  (marque lo que proceda)

Doy mi conformidad para que mis datos clínicos sean revisados por personal ajeno al centro, para los fines del estudio, y soy consciente de que este consentimiento es revocable.

He recibido una copia firmada de este Consentimiento Informado.

Firma del participante:

Fecha:

.....

.....

He explicado la naturaleza y el propósito del estudio al paciente mencionado.

Firma del Investigador:

.....

.....

Fecha:



**CONSENTIMIENTO INFORMADO  
POR ESCRITO PARA EL DEPORTISTA**

**Yo.....**

He leído la hoja de información que se me ha entregado. Se me ha comunicado que me la puedo llevar a mi casa para meditarla con tiempo suficiente y consultar mi participación con mi entrenador, familia o médico habitual. He podido hacer preguntas sobre el estudio y he recibido suficiente información sobre el mismo. He hablado con Alberto Gracia Moros y comprendo que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme del estudio:

- 1) cuando quiera
- 2) sin tener que dar explicaciones
- 3) sin que esto repercuta en mis cuidados médicos.

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio y:

- Deseo ser informado sobre los resultados del estudio: sí  no  (marque lo que proceda)

Doy mi conformidad para que mis datos clínicos sean revisados por personal ajeno al centro, para los fines del estudio, y soy consciente de que este consentimiento es revocable.

He recibido una copia firmada de este Consentimiento Informado.

Firma del participante:

Fecha:

.....

.....

He explicado la naturaleza y el propósito del estudio al paciente mencionado.

Firma del Investigador:

.....

.....

Fecha:



(Anexo 2)

Encuesta

La información que se recoja será totalmente anónima, por lo que sus datos solo serán utilizados para el contenido de la investigación.

Fecha de Nacimiento:

Peso:

Talla:

1. ¿Cuantos días a la semana entrenas? ¿Y horas al día?
  
2. ¿Padeces algún tipo de contraindicación para la práctica de actividad física?

SI

NO

3. ¿En caso de SI a la pregunta anterior, indica cuál es?
  
4. ¿Te has realizado alguna vez una prueba de esfuerzo máximo?

SI

NO

5. ¿Cuánto tiempo llevas practicando esta modalidad deportivo MTB?
  
6. ¿Sigues o has seguido algún plan de entrenamiento?
  
7. ¿Participas de manera activa o has participado en competiciones de MTB?

