



Efecto de diferentes programas de entrenamiento en la mejora del FTP en ciclistas aficionados

Effect of different training programs on improving FTP in amateur cyclists

Rodrigo Nieto Zavala*

rodrigo.nieto@pg.uleam.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0007-3305-2068>

Victor Moreira Vera**

victor.moreira@uleam.edu.ec

*Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

Recibido:

Aceptado:

Correspondencia: rodrigo.nieto@pg.uleam.edu.ec

Resumen

Existen dos metodologías de entrenamiento predominantes en ciclistas: i) Entrenamiento subumbral (SST) y ii) Entrenamiento polarizado (POL). Este estudio tuvo como objetivo comparar el efecto de dos programas de entrenamiento con diferentes distribuciones de intensidad (polarizada vs subumbral) en el umbral de potencia funcional de ciclistas aficionados durante un período de 8 semanas. En la investigación participaron 20 ciclistas de ruta aficionados, quienes fueron asignados aleatoriamente al grupo SST ($n= 10$; edad $33 \pm 10,7$ años) y al grupo POL ($n= 10$; edad $31,3 \pm 7,4$ años), realizando 8 semanas de entrenamiento. Ambas metodologías se llevaron a cabo bajo condiciones similares en cuanto al tiempo total de entrenamiento y carga en TSS (SST: 3300 min/sem, TSS:3186; POL: 3000 min/sem, TSS:3040), pero con diferente distribución de intensidad (SST= 60% en zona 1; 40% en zona 2; 0% en zona 3; POL= 80% en zona 1; 0% en zona 2; 20% en zona 3). Se midieron las variables de umbral de potencia funcional (FTP) y frecuencia cardiaca media (FCM) del test, antes y después de cada programa. Ambos grupos mejoraron tras las 8 semanas de entrenamiento (POL= 2.8%, $p= 0,01$; SST=2.7%, $p=0.01$). Además, la frecuencia cardiaca media de ambos grupos presentó mejoras significativas (POL= 1%, $p= 0,05$; SST=1.1%, $p=0.05$). En comparación con la distribución de intensidad SST, 8 semanas de entrenamiento POL mejoran el rendimiento aeróbico en ciclistas entrenados. La comparación no presentó significancia en las mejoras de FTP (0.22, $p > 0.05$), indicando que ambas metodologías de entrenamiento fueron efectivas.

Palabras clave: entrenamiento, intensidad, umbral de potencia, funcional, distribución de intensidad, ciclistas aficionados

Abstract

There are two predominant training methodologies in cyclists: i) Subthreshold training (SST) and ii) Polarized training (POL). This study aimed to compare the effect of two training programs with different intensity distributions (polarized vs. subthreshold) on the functional threshold power of amateur cyclists over a period of 8 weeks. Twenty amateur road cyclists participated in the study, who were randomly assigned to the SST group ($n = 10$; age 33 ± 10.7 years) and the POL group ($n = 10$; age 31.3 ± 7.4 years), performing 8 weeks of training. Both methodologies were carried out under similar conditions regarding total training time and TSS load (SST: 3300 min/week, TSS:3186; POL: 3000 min/week, TSS:3040), but with different intensity distribution (SST= 60% in zone 1; 40% in zone 2; 0% in zone 3; POL= 80% in zone 1; 0% in zone 2; 20% in zone 3). The variables of functional threshold power (FTP) and mean heart rate (MHR) of the test were measured before and after each program. Both groups improved after 8 weeks of training (POL= 2.8%, $p= 0.01$; SST=2.7%, $p=0.01$). Además, la frecuencia cardiaca media de ambos grupos presentó mejoras significativas (POL= 1%, $p= 0,05$; SST=1.1%, $p=0.05$). En comparación con la distribución de intensidad SST, 8 semanas de entrenamiento POL mejoran el rendimiento aeróbico en ciclistas entrenados. La comparación no presentó significancia en las mejoras de FTP (0.22, $p > 0.05$), indicando que ambas metodologías de entrenamiento fueron efectivas.

36

Cómo citar

Nieto, R., Moreira, V. (2025). Efecto de diferentes programas de entrenamiento en la mejora del FTP en ciclistas aficionados. *GADE: Revista Científica*, 4(1). Recuperado a partir de <https://revista.redgade.com/index.php/Gade/article/view/345>



Furthermore, the mean heart rate of both groups showed significant improvements ($POL= 1\%$, $p= 0.05$; $SST=1.1\%$, $p=0.05$). Compared with the SST intensity distribution, 8 weeks of POL training improved aerobic performance in trained cyclists. The comparison did not show significant improvements in FTP (0.22, $p > 0.05$), indicating that both training methodologies were effective.

Keywords: training, intensity, threshold power, functional, intensity distribution, recreational cyclists

INTRODUCCIÓN

En el contexto del entrenamiento en deportes de resistencia, el diseño de programas eficaces que logren optimizar el rendimiento han sido objeto de intensa investigación. La distribución de la intensidad del entrenamiento, haciendo referencia a la proporción de tiempo invertido en diferentes zonas de intensidad, se presenta como determinante clave en la generación de adaptaciones fisiológicas aeróbicas y mejoras en el rendimiento deportivo. Dos modelos que han sido contrastados en los últimos años y han estado sujetos a varias investigaciones son el entrenamiento polarizado (POL) y el entrenamiento subumbral (SST).

El entrenamiento polarizado, como ha sido ampliamente descrito por Seiler y Kjerland (2006) y Seiler (2010), se caracteriza por una distribución del tiempo e intensidad de entrenamiento donde aproximadamente el 80% se realiza a baja intensidad (zona 1), y el

20% a alta intensidad (zona 3), evitando la zona intermedia de umbral (zona 2). Este enfoque se apoya en evidencias que sugieren una mayor eficacia en la generación de adaptaciones cardiovasculares y musculares cuando se evita el exceso de entrenamiento en intensidades moderadas.

Por otra parte, el entrenamiento subumbral, también conocido como "umbral" o "SST" (Sweet Spot Training), se centra en una mayor proporción del tiempo de entrenamiento en intensidades cercanas al umbral funcional (zona 2). Este modelo, considerado como tradicional en muchos programas de entrenamiento de resistencia, busca maximizar la eficiencia del entrenamiento mediante cargas constantes que simulan condiciones de carrera y generan menos desgaste y fatiga (Coggan & Allen, 2010).

Una de las métricas centrales para evaluar el rendimiento aeróbico en ciclistas y otros deportistas de resistencia

Cómo citar

Nieto, R., Moreira, V. (2025). Efecto de diferentes programas de entrenamiento en la mejora del FTP en ciclistas aficionados. *GADE: Revista Científica*, 4(1). Recuperado a partir de <https://revista.redgade.com/index.php/Gade/article/view/345>



es el Umbral de Potencia Funcional (FTP, por sus siglas en inglés). Esta variable, ampliamente promovida por Coggan y Allen (2010), representa la máxima potencia promedio que un atleta puede sostener durante una hora y se ha consolidado como un marcador confiable del estado de forma y de la capacidad funcional del sistema aeróbico, tanto así que es utilizado para estimar de manera indirecta el umbral de lactato y el vo_2max . Asimismo, la frecuencia cardiaca media (FCM) proporciona información relevante sobre el coste cardiovascular del ejercicio y la eficiencia fisiológica del deportista.

Diversos estudios comparativos han evaluado los efectos del entrenamiento POL frente al SST sobre el FTP y otras variables de rendimiento. Neal et al. (2013) llevaron a cabo una investigación con ciclistas entrenados, en la que se observó que seis semanas de entrenamiento polarizado lograron producir mejoras significativamente mayores en VO_2max y FTP en comparación con un enfoque subumbral. De manera similar, Stögg y Sperlich (2014) demostraron que el entrenamiento polarizado no solo supera al umbral en términos de ganancia de potencia, sino también en la mejora de

variables fisiológicas clave como la economía de carrera y el tiempo hasta el agotamiento en corredores.

Investigaciones como la de Tomas et al. (2021), donde se evidenció una mejora significativa de las variables de los parámetros fisiológicos enfocados al rendimiento deportivo como FTP, relación vatios por kilogramo de peso, reducción del peso corporal, todo con una metodología estructurada de 4 semanas de entrenamiento polarizado para un grupo y entrenamiento al umbral para el otro grupo. Dicho estudio fue aplicado en ciclistas entrenados con experiencia mínima de 2 años. Cabe recalcar que en este estudio las mejoras en ambos grupos estuvieron presente, aunque mayor margen de mejora presentó el grupo de entrenamiento polarizado, marcando una mayor efectividad con respecto al entrenamiento al umbral.

Desde una perspectiva aplicada, estas evidencias han llevado a una reevaluación de las prácticas de entrenamiento entre entrenadores y atletas de resistencia. En estudios como los de Esteve-Lanao et al. (2007) y Muñoz et al. (2014), se ha documentado que incluso corredores recreativos



pueden experimentar mejoras sustanciales al adoptar una distribución polarizada del entrenamiento. Además, investigaciones recientes como las de Rosenblat, Granata y Thomas (2018) respaldan la eficacia del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIT), que constituye el 20% del componente intenso del modelo polarizado.

En el ámbito metodológico, la medición de la carga de entrenamiento mediante indicadores como el TSS (Training Stress Score), descrito por Coggan (2003) y expandido por Allen y Coggan (2019), permite cuantificar el impacto fisiológico del entrenamiento más allá del simple volumen temporal. La evidencia científica actual sostiene que, en los deportes de resistencia, la intensidad es una de las variables más cruciales en la planificación deportiva (Pérez et al., 2018). Por esta razón, su evaluación y distribución son esenciales para establecer intensidades de trabajo óptimas basadas en eventos fisiológicos individuales determinados de manera indirecta, lo que permite reducir los riesgos de fatiga y lesiones, mejorar las adaptaciones individuales y la respuesta a un plan de entrenamiento específico (Scharhag-Rosenberg et al., 2012; Wolpern et al., 2015; Mann et al., 2014).

La utilización de potenciómetros y monitores de frecuencia cardiaca permite registrar datos objetivos que son fundamentales para comparar los efectos de diferentes modelos de entrenamiento.

El presente estudio se inscribe en esta línea de investigación y tiene como objetivo comparar el efecto de dos métodos de entrenamiento (polarizado y subumbral) sobre el FTP y la FCM media en un grupo de ciclistas aficionados durante un periodo de ocho semanas. Este enfoque permite analizar no solo la eficacia relativa de ambos métodos en términos de rendimiento, también permite observar su impacto fisiológico desde una perspectiva de carga interna.

La relevancia de este estudio radica en su aplicabilidad directa a poblaciones recreativas y semientrenadas, un segmento cada vez más numeroso en el ciclismo amateur y en otras disciplinas de resistencia. A diferencia de los estudios realizados en contextos de alto rendimiento y en otros deportes de resistencia como el running o ultratrail, donde las diferencias marginales pueden ser estadísticamente significativas, pero prácticamente irrelevantes, en poblaciones recreativas las adaptaciones



observadas pueden tener una mayor implicación funcional y motivacional.

En el caso de los ciclistas aficionados, quienes a menudo combinan su práctica deportiva con responsabilidades laborales o académicas, el tiempo disponible para entrenar suele ser limitado, lo cual vuelve crucial la elección de un modelo de entrenamiento eficiente. Comprender cuál de estos métodos proporciona mayores beneficios en términos de FTP y carga cardiovascular puede contribuir no solo a mejorar el rendimiento, sino también a aumentar la adherencia y la satisfacción personal con el proceso de entrenamiento. Además, el análisis de estas variables puede ofrecer una visión integral del impacto de la carga interna sobre la adaptación crónica en este tipo de población.

Por otra parte, es importante reconocer que los ciclistas aficionados presentan una gran variabilidad interindividual en su respuesta al entrenamiento, influenciada por factores como la edad, la experiencia previa, el nivel de condición física y la disponibilidad de recursos tecnológicos. En este sentido, la aplicación sistemática de metodologías basadas en evidencia, como la medición

del TSS o el uso de FTP como indicador de progreso, puede ser clave para personalizar los programas y aumentar su efectividad.

Se ha hecho énfasis en la importancia del FTP como variable central de evaluación, y se ha contextualizado la relevancia de este estudio dentro del panorama actual de la investigación en ciencias del ejercicio. El presente trabajo se propone no solo contribuir al cuerpo de evidencia sobre entrenamiento de resistencia, sino también ofrecer recomendaciones prácticas que puedan ser aplicadas en contextos reales por entrenadores y ciclistas aficionados.

METODOLOGÍA

Consideraciones éticas

Los sujetos de estudio recibieron información completa sobre los procedimientos de investigación y proporcionaron su consentimiento informado por escrito antes de la recolección de datos. Se implementaron medidas de confidencialidad mediante la codificación numérica de la identidad de los participantes, y el resguardo de la información se efectuó en un sistema informático con acceso restringido al investigador principal. La investigación se desarrolló en conformidad con los



lineamientos éticos de la Declaración de Helsinki para estudios con participantes humanos (World Medical Association, 2013).

El presente estudio muestra un enfoque cuantitativo con el fin de investigar el efecto de dos programas de entrenamiento con diferentes distribuciones de intensidad en la mejora del umbral de potencia funcional (FTP) en una población de ciclistas de ruta aficionados. Según Atkinson y Nevill (2001), el método experimental es una herramienta valiosa para investigar la relación causa-efecto entre variables en la investigación del rendimiento deportivo. Este diseño permite determinar el efecto de los programas de entrenamiento sobre el umbral de potencia funcional.

El método de medición empleado para evaluar las intensidades del ejercicio fue el test de umbral de potencia funcional (FTP), un protocolo de campo indirecto que está directamente relacionado con la estimación del umbral de lactato (Nimmerichter, 2010), con mediciones realizadas antes (pre) y después (post) de completar el programa de entrenamiento de 8 semanas. Los participantes fueron

asignados aleatoriamente a dos grupos de intervención: 1) entrenamiento con carga distribuida en el umbral o cerca de él (SST) y 2) entrenamiento con carga distribuida de manera polarizada (POL). Ambas metodologías de entrenamiento fueron similares en cuanto a volumen, duración (8 semanas) y carga de trabajo. No obstante, la distribución de la intensidad fue diferente, con un promedio estandarizado de horas semanales de entrenamiento entre 7 y 8 horas para ambos grupos. Para controlar y mejorar la precisión de la carga de entrenamiento, se utilizó el modelo de cuantificación de cargas de TSS (training stress score) las cuales oscilaban entre 400 y 500.

Participantes

La muestra está conformada por veinte ciclistas de ruta aficionados (85% hombres; edad 32 ± 9 años) participaron voluntariamente en este estudio. Todos los deportistas fueron entrenados por el mismo entrenador (RN) con un programa supervisado que seguía el mismo modelo de periodización, pero con diferente distribución de la intensidad. Los participantes fueron informados verbalmente sobre el



procedimiento y los posibles riesgos y beneficios de esta intervención.

Los criterios de inclusión fueron:

- 1) Disponer de sensores para la recolección de datos (potenciómetro, pulsómetro), 2) disponibilidad para entrenar de 4 a 5 días por semana, 3) examen médico que acredite buen estado de salud.

Los criterios de exclusión fueron:

- 1) antecedentes de lesión en los últimos 3 meses, 2) presentar una patología que impida realizar esfuerzos máximos, y 3) participantes que no dispongan de los dispositivos de medición.

Distribución

Antes de comenzar las sesiones de entrenamiento, los participantes fueron asignados aleatoriamente a los grupos de entrenamiento POL y SST según la metodología de distribución de intensidad asignada. La aleatorización se llevó a cabo a través de una plataforma web (<https://www.keamk.com/random-team-generator>).

Pre y post test

El test estandarizado de umbral de potencia funcional (FTP), se empleó para identificar las zonas de entrenamiento en ciclismo y su valor de potencia efectiva

(Allen, Coggan & McGregor, 2019). El protocolo de evaluación comenzó con un calentamiento de 20 minutos de pedaleo suave, seguido de tres esfuerzos de 1 minuto a 100 rpm con 1 minuto de recuperación, un esfuerzo de alta intensidad de 5 minutos y finalmente 10 minutos de pedaleo ligero. Tras este calentamiento, los participantes realizaron un esfuerzo contrarreloj de 20 minutos, sin recomendaciones estratégicas. Se registró la potencia promedio de los 20 minutos (P20) y el FTP se determinó al 95% de P20. Tanto el pre-test como el post-test se llevaron a cabo durante una semana de recuperación y con al menos 24 horas de descanso antes de la evaluación.

Zonas de entrenamiento

Se utilizaron tres zonas de entrenamiento diferentes para controlar y cuantificar el volumen e intensidad del ejercicio durante el periodo de intervención (Seiler, 2010). Zona 1 (z1) (50%-65%) entrenamiento aeróbico de baja intensidad, por debajo del FTP; zona 2 (z2) (80%-95%) zona moderada, cercana o alrededor del FTP; zona 3 (z3) (120%-150%) entrenamiento de alta intensidad, por encima del FTP. Todas las intensidades se asignaron de acuerdo



con las zonas de potencia correspondientes proporcionadas por el test inicial de umbral de potencia funcional (FTP).

Monitorización y cuantificación del entrenamiento

Se utilizó la plataforma virtual TrainingPeaks para la prescripción y seguimiento de las sesiones de entrenamientos durante las 8 semanas para ambos grupos. Cada participante realizó las sesiones entrenamientos con su propia equipación y en una misma ciudad. Las variables asociadas a la evaluación fueron: frecuencia cardíaca media (FCM) y potencia en vatios (W). La planificación del entrenamiento se organizó en dos mesociclos, aplicando el modelo de periodización clásica propuesto por Matveyev (1977). Este autor estableció la estructura jerárquica de la periodización deportiva, donde los mesociclos representan unidades de planificación de duración intermedia que facilitan la organización sistemática de las cargas de entrenamiento. El esquema usado para la distribución de los entrenamientos fue de 30/15 siendo la mayor cantidad de días de entrenamientos y la menor cantidad de días de descanso respectivamente. Los

microciclos de carga fueron 6 y 2 de descarga. Siendo así la misma estructura para ambos grupos.

Estructura del entrenamiento polarizado (POL)

Semanas de carga alta (1-3 y 5-7 microciclos)

| sesión | Entrenamiento |
|--------|--|
| 1 | 24 min al 50% - 6min al 120% X 3 min al 60% (X6) |
| 2 | 24 min al 50% - 6min al 120% X 3 min al 60% (X6) |
| 3 | 120min entre el 50 y 75% |
| 4 | 210min entre el 50 y 75% |

Semanas de descarga microciclo 4 y 8

| sesión | Entrenamiento |
|--------|--|
| 1 | 20 min al 50% - 2min al 120% X8 con 2 min al 60% |
| 2 | 90min entre el 50 y 75% |
| 3 | 120min entre el 50 y 75% |

Estructura del entrenamiento subumbral (SST)

Semanas de carga alta (1-3 y 5-7 microciclos)

| sesión | Entrenamiento |
|--------|---------------|
|--------|---------------|



| | |
|---|--|
| 1 | 25min al 75% - 6min al 95% X 5 con 2min al 60% - 25min al 75% |
| 2 | 25min al 75% - 6min al 95% X 5 con 2min al 60% - 25min al 75% |
| 3 | 20min al 80% - 15min al 95% X 3 con 3min de descanso al 50% - 16min al 75% |
| 4 | 150min entre el 65% y 75% |

Semanas de descarga microciclo 4 y 8

| sesión | Entrenamiento |
|--------|---|
| 2 | 120min entre el 70% y 80% |
| 3 | 20min entre al 75% - 6min al 95% X5 con 2min al 60% |
| 4 | 210min entre el 50 y 75% |

Análisis de los datos

Los valores se presentan como promedio y desviación estándar (DE). La prueba Shapiro-Wilk aseguró la distribución normal de las variables. Para evaluar el impacto de los programas de entrenamiento, se compararon las diferencias en la variación (post-pre = «) entre los dos grupos utilizando la prueba t de Student. Además, se empleó la prueba estadística d de Cohen para

determinar el tamaño del efecto de las intervenciones. Los criterios estándar son los siguientes: pequeño = $> 0,2$; medio/moderado = $> 0,6$ y grande $> 0,8$ (Cohen, 1992). Se consideró que todas las pruebas eran estadísticamente significativas con $p < 0,05$. Los análisis se realizaron con el software IBM SPSS Statistics para Windows.

RESULTADOS

El total de los participantes ($n=20$) completó las 8 semanas de entrenamiento estructurado, el porcentaje de cumplimiento para el grupo de entrenamiento polarizado (POL) fue 94.3% con respecto a los TSS y 98.04% con los minutos planificados, mientras que el grupo de entrenamiento subumbral (SST) un 90.7% en TSS y 95.4% en minutos respectivamente (tabla 1).

Tabla 1.

Tiempo total de entrenamiento y TSS planificado y cumplido (promedio de las 8 semanas)

| Grupo | Tiempo planificado (min) | Tiempo hecho (min) | TSS planificado (min) | TSS hecho (min) | % de cumplimiento (TSS) | % de cumplimiento (min) |
|------------|--------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| Polarizado | 3000 | 3060 | 3000 | 3179 | 94,3 | 98,04 |
| Subumbral | 3300 | 3150 | 3186 | 3510 | 90,7 | 95,4 |

Los participantes del grupo experimentaron mejoras significativas del 2.8% en el FTP, incrementando de 200.9 ± 17.9 W a 206.7 ± 18.2 W, con un aumento medio de 5.9 ± 4.0 W $p < 0.01$,



d de Cohen = 1.4). Este tamaño de efecto también se clasifica como grande. La variable FCM de este grupo también presento una mejora del 1% de 179.3 ± 3.3 ppm a 181 ± 3.1 ppm, con un aumento medio de 2.7 ± 3.2 ppm ($p < 0.05$, $d = 0.71$). Este tamaño de efecto se clasifica como grande (tabla 2).

Tabla 2.

Efectos en las variables después de las 8 semanas de intervención en el grupo de entrenamiento polarizado (n=10)

| variable | pre | post | p | ? | d |
|----------|------------------|------------------|------|-----|------|
| FTP(W) | 200.9 ± 17.9 | 206.7 ± 18.2 | 0,01 | 2,8 | 1,4 |
| FCM(ppm) | 179.3 ± 3.3 | 181 ± 3.1 | 0,05 | 1 | 0,71 |

FCM, frecuencia cardiaca media; FTP, umbral de potencia funcional; p, nivel de significancia estadística; ?, porcentaje de cambio; d, tamaño del efecto.

Por otra parte, del grupo SST mostraron una mejora significativa del 2.7% en el FTP después del período de entrenamiento. El FTP aumentó de 197.3 ± 10.2 W a 202.7 ± 9.5 W, representando un incremento medio de 5.5 ± 3.9 W ($p < 0.01$, $d = 1.1$). Este tamaño de efecto se clasifica como grande según los criterios de Cohen. Así mismo se presentó un incremento significativo del 1.1% en la FCM, pasando de 175.6 ± 3.4 ppm a 177.6 ± 3 ppm, con un aumento medio de 1.8 ± 2.0 ppm ($p < 0.05$, $d = 0.92$). Este tamaño de efecto se clasifica como grande (tabla 3).

Tabla 3.

después de las 8 semanas de intervención en el grupo de entrenamiento subumbral (n=10)

| variable | pre | post | p | ? | d |
|----------|------------------|-----------------|------|-----|------|
| FTP(W) | 197.3 ± 10.2 | 202.7 ± 9.5 | 0,01 | 2,7 | 1,1 |
| FCM(ppm) | 175.6 ± 3.4 | 177.6 ± 3 | 0,05 | 1,1 | 0,92 |

FCM, frecuencia cardiaca media; FTP, umbral de potencia funcional; p, nivel de significancia estadística; ?, porcentaje de cambio; d, tamaño del efecto.

La comparación entre grupos no presento significancia en las mejoras de FTP (0.22 , $p > 0.05$), indicando que ambos métodos de entrenamiento fueron igual de efectivos para mejorar el umbral de potencia funcional.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que tanto el entrenamiento polarizado (POL) como el subumbral (SST) generaron mejoras significativas en el umbral de potencia funcional (FTP) y en la frecuencia cardiaca media (FCM) en ciclistas aficionados tras un periodo de ocho semanas de intervención. Ambas estrategias de entrenamiento mostraron un tamaño del efecto grande, lo que evidencia que, en este tipo de población, los dos métodos pueden ser considerados eficaces para inducir adaptaciones positivas en parámetros fisiológicos claves como el FTP y FCM.

El grupo sometido al modelo polarizado presentó un aumento medio del 2.8% en el FTP ($p < 0.01$; $d = 1.4$), mientras que el grupo subumbral logró una mejora del 2.7% ($p < 0.01$; $d = 1.1$). Estos hallazgos son consistentes con lo reportado por Neal et al. (2013), quienes identificaron



mejoras superiores en el VO₂max y FTP en ciclistas entrenados tras seis semanas de entrenamiento polarizado. No obstante, cabe recalcar que, en el presente estudio, la comparación intergrupal no mostró diferencias significativas en el grado de mejora del FTP ($p > 0.05$), lo cual sugiere que, si bien ambos métodos son efectivos, en el caso de ciclistas aficionados la superioridad del enfoque polarizado sobre el subumbral no se manifiesta de manera concluyente en un periodo de ocho semanas.

En cuanto a la FCM, ambos métodos de entrenamiento también promovieron adaptaciones favorables. El grupo POL aumentó su FCM en un 1% ($p < 0.05$; $d=0.71$), mientras que el grupo SST logró una mejora del 1.1% ($p < 0.05$; $d=0.92$). Estos resultados podrían interpretarse como una mayor tolerancia al esfuerzo submáximo o un mejor manejo de la carga interna, aunque cabe mencionar que la FCM es una métrica influida por múltiples factores como la hidratación, calidad del sueño, temperatura ambiental entre otras, por lo que su interpretación debe realizarse con precaución.

Desde una perspectiva metodológica, se destaca el alto grado de adherencia de

ambos grupos al protocolo de entrenamiento, con tasas de cumplimiento superiores al 90% tanto en TSS como en minutos ejecutados. Esto refuerza la viabilidad práctica de implementar estas estrategias en ciclistas aficionados, quienes, a pesar de no estar profesionalizados, fueron capaces de sostener altos niveles de cumplimiento y compromiso durante ocho semanas consecutivas. Estos datos coinciden con lo observado por Muñoz et al. (2014), quienes también reportaron buenos niveles de adherencia en corredores recreativos bajo esquemas de entrenamiento polarizado.

Una interpretación relevante es que, en ciclistas no profesionales, los cambios fisiológicos significativos pueden alcanzarse mediante diversos enfoques de entrenamiento, siempre que la carga total esté adecuadamente planificada y controlada. Estudios como los de Esteve-Lanao et al. (2007) y Seiler (2010) enfatizan que la correcta distribución de las intensidades es clave, pero también lo es la periodización coherente, el monitoreo del estrés fisiológico y la respuesta individual al estímulo.

CONCLUSIONES



Los resultados de este estudio permiten concluir que tanto el entrenamiento polarizado (POL) como el subumbral (SST) son estrategias efectivas para generar adaptaciones fisiológicas positivas en ciclistas aficionados, específicamente en la mejora del umbral de potencia funcional (FTP) y la frecuencia cardiaca media (FCM). Ambos métodos produjeron incrementos estadísticamente significativos con tamaños del efecto grandes, lo que confirma su utilidad en contextos de entrenamiento recreativo en ciclistas aficionados.

A pesar de que estudios previos han sugerido una superioridad del modelo polarizado en poblaciones entrenadas (Neal et al., 2013; Stögg & Sperlich, 2014), los datos aquí presentados muestran que, en ciclistas aficionados, las diferencias entre ambos enfoques no son estadísticamente significativas tras ocho semanas, lo cual destaca la eficacia de ambas metodologías cuando son correctamente aplicadas y monitorizadas.

Además, se evidenció una alta adherencia al programa por parte de los participantes, lo que refuerza la viabilidad práctica de implementar estos

modelos en poblaciones no profesionales. Este hallazgo es relevante, ya que la sostenibilidad del entrenamiento es un factor crítico para lograr adaptaciones duraderas.

El presente trabajo también pone en relieve la importancia de utilizar métricas objetivas como el FTP, la FCM y el TSS para la evaluación y control del entrenamiento en contextos no competitivos, contribuyendo así al diseño de programas personalizados, seguros y basados en evidencia científica.

Finalmente, se recomienda que futuras investigaciones aborden este mismo enfoque con muestras más amplias, tiempos de intervención mayores e inclusión de indicadores perceptivos, emocionales y de recuperación, a fin de comprender de forma más holística los efectos de estos métodos en poblaciones diversas. Esta línea de investigación es particularmente relevante dado el crecimiento continuo del ciclismo aficionado como práctica recreativa, competitiva y de bienestar integral.

REFERENCIAS

- Atkinson, G., & Nevill, A. M. (2001). Selected issues in the design and analysis



of sport performance research. *Journal of Sports Sciences*, 19(10), 811-827.

<https://doi.org/10.1080/026404101317015447>

Allen, H., & Coggan, A. R. (2019). *Training and racing with a power meter* (3rd ed.). VeloPress.

Cohen J. (1992). A power primer. *Psychol Bull*, 112:155–159.

Coggan, A. R. (2003). Training and racing using a power meter: An introduction. *Level 1 Coaching Certification*.

Coggan, A. R., & Allen, H. (2010). *Training and racing with a power meter* (2nd ed.). VeloPress.

Esteve-Lanao, J., Foster, C., Seiler, S., & Lucia, A. (2007). Impact of training intensity distribution on performance in endurance athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 943–949. <https://doi.org/10.1519/R-19725.1>

Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training: Optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Medicine*, 32(1), 53–73. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232010-00003>

Matveyev, L. P. (1977). *Periodización del entrenamiento deportivo*. INEF.

Muñoz, I., Seiler, S., Bautista, J., España, J., Larumbe, E., & Esteve-Lanao, J. (2014). Does polarized training improve performance in recreational runners? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(2), 265–272. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2012-0350>

Neal, C. M., Hunter, A. M., Brennan, L., O'Sullivan, A., Hamilton, D. L., De Vito, G., & Galloway, S. D. (2013). Six weeks of a polarized training-intensity distribution leads to greater physiological and performance adaptations than a threshold model in trained cyclists. *Journal of Applied Physiology*, 114(4), 461–471. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00652.2012>

Nimmerichter, A., Williams, C., Bachl, N., & Eston, R. (2010). Evaluation of a field test to assess performance in elite cyclists. *International journal of sports medicine*, 31(03), 160–166. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1243222>

Pérez, A., Ramos-Campo, D. J., Freitas, T. T., Rubio-Arias, J. Á., Marín-Cascales, E., & Alcaraz, P. E. (2018). Effect of two different intensity



distribution training programmes on aerobic and body composition variables in ultra-endurance runners. European journal of sport science, 1-9. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1539124>

Scharhag Rosenberger, F., Walitzek, S., Kindermann, W., & Meyer, T. (2012). Differences in adaptations to 1 year of aerobic endurance training: individual patterns of nonresponse. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 22(1), 113-118. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01139.x>

Rivera Kofler, T., Zavala Crichton, J. P., Olivares Arancibia, J. E., & Yáñez Sepúlveda, R. (2021). Efecto de dos programas de entrenamiento con diferente distribución de intensidad (polarizada vs umbral) en el rendimiento aeróbico en ciclistas entrenados.

Rosenblat, M. A., Granata, C., & Thomas, S. G. (2018). Effect of interval training on the factors influencing maximal oxygen consumption: A systematic review and meta-analysis. Sports Medicine, 48(10), 2329–2353. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0953-1>

Seiler, S. (2010). What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? International Journal of Sports Physiology and Performance, 5(3), 276–291.

<https://doi.org/10.1123/ijsspp.5.3.276>

Seiler, S., & Kjerland, G. Ø. (2006). Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: Is there evidence for an “optimal” distribution? Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 16(1), 49–56. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2004.00418.x>

Stögg, T., & Sperlich, B. (2014). Polarized training has greater impact on key endurance variables than threshold, high intensity, or high volume training. Frontiers in Physiology, 5, 33. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00033>