

ENTRENAMIENTO INTERVÁLICO DE ALTA INTENSIDAD EN CICLISMO

TRABAJO FIN DE GRADO
OPCIÓN: INTERVENCIÓN

XAVIER AHICART PORCAR



Tutor académico: Eugenio Bonete Torralba

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Universidad Miguel Hernández de Elche



Curso 2014-2015

ÍNDICE

| | |
|-------------------------------------|----|
| 1. CONTEXTUALIZACIÓN..... | 2 |
| 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... | 2 |
| 3. INTERVENCIÓN | 5 |
| 3.1. Evaluación | 5 |
| 3.2. Programa de Intervención | 5 |
| 4. RESULTADOS | 8 |
| 5. CONCLUSIONES | 9 |
| 6. BIBLIOGRAFIA..... | 10 |
| 7. ANEXOS | 11 |



1. CONTEXTUALIZACIÓN

En deportes de resistencia se ha observado que el Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad (EIAI) aplicado en sujetos sedentarios o poco entrenados puede ser el responsable de las mejoras adaptativas que cursan con incrementos del rendimiento (Laursen y Jenkins, 2001). Sin embargo, poco se sabe con deportistas altamente entrenados (Laursen y Jenkins, 2001).

Por esa razón y para seguir desgranando los efectos que el EIAI produce en deportistas altamente entrenados, se ha optado por realizar una intervención en un ciclista entrenado en categoría sub-23, con una experiencia de 10 años en ciclismo y un bagaje de entrenamiento y competiciones importante en el circuito nacional.

Algunos de los valores a tener en cuenta por parte del sujeto son un $VO_2\text{max}$ de 78ml/kg/min, potencia absoluta en ergometría de 315W y potencia relativa de 5,7W/Kg incluyéndose dentro del perfil de escalador, ya que mide 1,60m y pesa 55 Kg.

El motivo por el que se ha optado por este sujeto ha sido que los ciclistas sub-23 se encuentran en una situación donde deben mostrar un buen rendimiento para llamar la atención de los equipos profesionales y que apuesten por ellos para en un futuro poder vivir de ello.

Este tipo de ciclistas entrenados, ya tienen adquirida una “base” de condición aeróbica consolidada a base de años de volúmenes elevados, por lo que necesitan estímulos muy exigentes para que su organismo siga evolucionando e incrementando su rendimiento. Este es uno de los principales motivos por los que se considera el EIAI una buena opción en estas poblaciones.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El ciclismo siempre se ha caracterizado por elevados volúmenes de entrenamiento llegando a recorrer 30.000 – 35.000 Km y compitiendo 90 días por año. Estos volúmenes de entrenamiento aumentan la eficiencia del ciclista, relacionada con el porcentaje de fibras tipo I, además de un incremento del metabolismo aeróbico y potencia (Faria, Parker, y Faria, 2005).

Además, en el ciclismo de competición, para rendir con eficacia se requiere de un gran caudal de potencia aeróbica y anaeróbica, y eso justifica que los ciclistas profesionales posean valores altos de $VO_2\text{max}$ ($>70\text{ml/kg/min}$) y VT_2 (sobre el 90% $VO_2\text{max.}$), y que desarrollen en pruebas de esfuerzo potencias absolutas (W_{max}) que rondan los 350-500W, y relativas superiores a 5,5W/kg (Faria, Parker, y Faria, 2005).

Aunque estos valores varían dependiendo de los perfiles de ciclistas siendo estos escaladores, rodadores, especialistas en contrarreloj y todo terrenos.

De todos modos, un elevado $VO_2\text{max}$ y VT_2 , junto con una capacidad de generar potencia relativa $> 5,5\text{W/Kg}$ se observan como prerrequisitos para ser ciclista profesional, además de fuertes predictores del rendimiento de forma conjunta, pero no aisladamente (Faria, Parker, y Faria, 2005).

Tal y como se ha mencionado, altos volúmenes de entrenamiento aumentan el rendimiento en ciclismo, pero esta “conditio sine qua non” está siendo cuestionada recientemente debido a que el entrenamiento interválico de alta intensidad (EIAI),

siendo más eficiente en cuanto a tiempo de entrenamiento, provoca adaptaciones similares o incluso superiores (Neal et al., 2012).

Esto es debido a que en ciclistas entrenados este tipo de entrenamiento es insuficiente para seguir mejorando, y por ello, se aboga por el EIAI (Faria, Parker, y Faria, 2005). No siendo dicotómicos, se observa como la combinación de altos volúmenes a baja intensidad (75-80%) junto con pequeños de alta intensidad (10-15%) resulta en mayores adaptaciones para un óptimo desarrollo del rendimiento de resistencia (Rønnestad, Hansen, y Ellefsen, 2014; Neal et al., 2012).

Para empezar, el Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad (EIAI) se define como la repetición de esfuerzos catalogados como cortos o largos dependiendo de la duración, igual o mayor al nivel de VO_2max intercalados con periodos de recuperación de completos a incompletos en función del tipo de entrenamiento (Buchheit y Laursen, 2013a).

Aunque a principios del siglo XX ya se usaba este tipo de entrenamiento como ensayo-error, su interés científico y profundización fisiológica es bastante reciente (Tschakert y Hofmann, 2013). Se diferencian cuatro subtipos de EIAI: intervalos largos (IL), intervalos cortos (IC), esprints repetidos (RST) y esprints intervalados (SIT). Aunque, para acumular minutos a intensidad del VO_2max , los IL e IC son predominantes, con respecto a SIT y RST (Buchheit y Laursen, 2013a).

Este método de entrenamiento es considerado una de las formas más efectivas para mejorar la función cardiorrespiratoria y metabólica, debido a que permite incrementar el VO_2max , mejorar la resistencia a intensidades superiores al 90% VO_2max y reclutar fibras tipo II. Se ha referenciado que para conseguir adaptaciones centrales y periféricas con el EIAI, se deben trabajar como mínimo entre 7-10' a intensidades superiores al 90% VO_2max (Buchheit y Laursen, 2013a).

Para ello, se debe fraccionar el entrenamiento en bloques o series de modo que el tiempo a esa intensidad sea el mayor posible. Aunque es necesaria más investigación al respecto, por el momento, mediante intervalos cortos se consiguen tiempos más prolongados que con los tradicionales intervalos largos en ciclismo (Rønnestad, Hansen, Vegge, Tonnessen, y Slettalokken, 2014).

Intervalos largos y/o intervalos cortos con un ratio trabajo/descanso > 1 , es decir, tiempos de trabajo superiores a los de descanso, son más recomendables para pasar más tiempo por encima del 90% VO_2max (Buchheit y Laursen, 2013b). Del mismo modo, este tipo de trabajo se asocia a menor resíntesis de fosfocreatina, y mayor acumulación de lactato sanguíneo y metabolitos en el músculo que reducen la capacidad de repetir esprints (Buchheit y Laursen, 2013b). Los IC con tiempos de recuperación iguales o superiores a los de trabajo pueden mejorar parámetros fisiológicos como $VT1$, $VT2$ y capacidad anaeróbica, pero no incrementan el VO_2max (Laursen, Shing, Peake, Coombes, y Jenkins, 2005).

Es interesante destacar que durante los IC no se suele alcanzar el VO_2max en el primer intervalo, pero sí en los consecutivos (Fig. 1).

Desde el punto de vista metabólico, aunque la contribución anaeróbica sea elevada en el primer intervalo, esta va cediendo importancia a favor de la aeróbica en los subsiguientes esfuerzos (Buchheit y Laursen, 2013a), y de ahí que se considere una posible alternativa a los tradicionales elevados volúmenes de trabajo.

Por otra parte, aunque las respuestas cardiopulmonares son las principales variables a tener en cuenta, la contribución energética anaeróbica glucolítica y la carga neuromuscular deberían ser consideradas para maximizar el resultado del entrenamiento (Buchheit y Laursen, 2013b).

Por tanto, es importante saber manipular las variables de AI para modular la carga neuromuscular, y así maximizar el estímulo de entrenamiento y minimizar el dolor o riesgo de lesión muscular (Buchheit y Laursen, 2013b).

En este sentido y en relación a la fatiga neuromuscular generada por los estímulos de alta intensidad, es necesario destacar que la fatiga neuromuscular post-EIAI puede reducir la capacidad de generar fuerza y el ratio de aplicación de esta durante las siguientes sesiones, lo cual puede atenuar el estímulo de entrenamiento para las adaptaciones neuromusculares óptimas. Por tanto, es necesario considerar una media de 48h. entre sesiones de alta intensidad para rendir y entrenar al máximo (Buchheit y Laursen, 2013b). Concretamente, mediante los IC la fatiga suele ser periférica, porque la intensidad suele ser mayor; hay reclutamiento de fibras tipo I y II; las frecuencias de impulso y desarrollo de fuerza relativo por fibra son mayores; y requiere frecuentes aceleraciones y reaceleraciones. Por otro lado, los IL a máxima intensidad, aunque conllevan cierta fatiga periférica, están más estrechamente relacionados con la fatiga central (Buchheit y Laursen, 2013b; Ronnestad y Hansen, 2013).

Referente a la potencia, los IC mejoran todo el perfil de potencia, mientras que los IL solo la parte baja del perfil. Además, solo los IC mejoran el $VO_2\text{max}$, indicando que estos son un estímulo efectivo para múltiples adaptaciones como una mejorada función neuromuscular, capacidad buffer, función cardiovascular y potencial muscular de oxígeno (Ronnestad et al., 2014).

Las conclusiones de Ronnestad et al. (2014), las cuales muestran mayores beneficios con IC con respecto a los IL, contradicen varios estudios anteriores. Esto es debido probablemente a la mayor duración de la intervención, un ratio trabajo/descanso 2:1 a diferencia del 1:1 o 1:2 comúnmente utilizado y, por último, tratarse de una cohorte de deportistas altamente entrenados, mientras que en otros estudios eran solo moderadamente lo cual hace que un menor estímulo de entrenamiento sea adecuado.

Otro motivo para pensar que los IC son superiores a los IL es la intensidad de trabajo. Esta es un factor clave en la activación de PGC-1 α , coactivador que estimula la biogénesis mitocondrial. Por ello, como mediante IC se puede trabajar a mayor intensidad quizás produzcan mayor biogénesis mitocondrial (Ronnestad et al., 2014).

En cuanto a la recuperación, esta será pasiva entre intervalos o repeticiones y activa entre series, en base a que la recuperación activa reduce la oxigenación muscular, la resíntesis de fosfocreatina y compromete el sistema anaeróbico en los siguientes esfuerzos (Buchheit y Laursen, 2013a).

En conclusión, a la luz de lo anteriormente expuesto, el Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad parece ser una herramienta útil para optimizar el rendimiento deportivo en sujetos poco entrenados pero, sobre todo en aquellos deportistas altamente entrenados que necesitan mayores exigencias para seguir mejorando deportivamente (Laursen y Jenkins, 2001), como en esta intervención.

Por ello, el principal objetivo de esta intervención es conocer los efectos que el Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad puede producir sobre el rendimiento y el organismo en el ciclismo.

3. INTERVENCIÓN

3.1. Evaluación

Para saber si se consigue el objetivo propuesto se realizan 3 valoraciones:

- 1) Composición corporal: esta se midió mediante báscula de bioimpedancia (Tanita BC-601) de la cual se extrajo las variables masa corporal (MC), masa grasa (MG) y masa libre de grasa (MLG). Dos horas previas a la medición, el sujeto no podía ingerir ningún tipo de alimento ni líquido con el fin de evitar cualquier tipo de alteración en los resultados.
- 2) Potencia muscular: se valoró mediante 3 saltos con contramovimiento (CMJ) en plataforma de contacto (Chronojump Din-A3). Previamente a la medición, se realizó un calentamiento y se dedicó un tiempo al aprendizaje técnico y práctica de la ejecución de salto. Se escogió el mejor de los 3 saltos.
- 3) Potencia aeróbica máxima: se tomó como referencia el tiempo demorado en realizar una cronoescalada de 6 Km, además del registro de cadencia, velocidad y frecuencia cardiaca mediante monitor de frecuencia cardiaca (Polar RC3). Previo a la cronoescalada se realizó un calentamiento de 30 minutos con varios esprines cortos, seguido de 3-4' de parado. El objetivo era mantener el ritmo más alto posible durante los 6 Km. El sujeto conocía muy bien la subida por lo que no fue necesario un reconocimiento previo ni influyó esto en los resultados del post-test.

Las evaluaciones se llevaron a cabo el mismo día en orden de exigencia física creciente para que la fatiga no interfiriera entre los resultados de las mismas. En primer lugar, se valoró la composición corporal, seguido de la potencia muscular, y por último, la cronoescalada.

Paralelamente, se llevó a cabo un seguimiento del entrenamiento mediante un diario de entrenamiento semanal (Fig. 2).

| 30/03/15 05/04/15 | ENTRENAMIENTO A REALIZAR | ENTRENAMIENTO REALIZADO | ESFUERZO PERCIBIDO (1-10) | TIEMPO (Minutos) | KM | VEL MEDIA | FC MEDIA | FC MAX | FC REPOSO 1 SEMANA | PESO 1 SEMANA | DESNIVEL + | HORAS DE SUEÑO | OBSERVACIONES (SENSACIONES) |
|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------|------|-----------|----------|--------|--------------------|---------------|------------|----------------|--|
| L | DESCANSO | DESCANSO | | | | | | | | 56,5 | | 9:00 | |
| M | 120' Z1 | 117' Z1 | 4 | 117 | 56,3 | 28,9 | 145 | 159 | | | 180 | 7:00 | |
| X | 120' Z1 [3x (10x30" R15") R3'] | 120' Z1 [3x (10x30" R15") R3'] | 9,5 | 150 | 70 | 31 | 160 | 188 | | | 402 | 7:30 | Bastante dolor muscular, faltaron 5 esprines |
| J | DESCANSO | Soltar Piernas | 2 | 50 | 22 | 27 | 140 | 148 | 54 | 56 | 80 | 8:00 | |
| V | 120' Z1 [3x (10x30" R15") R3'] | 120' Z1 [3x (10x30" R15") R3'] | 9,5 | 170 | 76 | 27,2 | 150 | 187 | | 55,7 | 733 | 8:00 | Por fin!!! 3 bloques completados |
| S | 150' Z1 | 150' Z1 | 6 | 162 | 84 | 28,7 | 148 | 163 | 55 | 56 | 611 | 7:00 | |
| D | DESCANSO | DESCANSO | | | | | | | | | | 8:00 | |

Figura 2. Diario de entrenamiento semanal.

3.2. Programa de Intervención

En base a Ronnestad et al. (2012) se llevará a cabo una combinación de alto volumen de entrenamiento a bajas intensidades y bajo volumen a altas intensidades durante un periodo de 7 semanas durante las cuales la carga será uniforme, teniendo en cuenta las competiciones pertinentes. Se han establecido 2 zonas de intensidad para la prescripción del entrenamiento:

- Z1: intensidad subumbral aeróbico de lactato determinado en ergometría. Además, el sujeto solía entrenar a esta intensidad, por lo que se decidió mantenerla para aislar cualquier influencia sobre los efectos del EIAI.
- Z2: intensidad máxima para las sesiones de AI. Estas sesiones se basan en repetir la siguiente estructura 3x (10 x 30" Z2 R15") R3', es decir, 3 series de 10 intervalos cortos de 30 segundos a máxima intensidad recuperando 15 segundos entre ellos y 3 minutos entre series.

El sujeto ya venía realizando 1-2 sesiones de intervalos largos de alta intensidad por semana, por lo que su margen de mejora se ve reducido. Además, la intervención se produce en plena temporada, por lo que se combina con competiciones semanales o bisemanales, por ello, algunas semanas se realizan dos sesiones de AI y otras solo una, respetando siempre las 48h entre sesiones.

En resumen, la estructura propuesta como EIAI 3x (10 x 30" R15") R3' se muestra como una opción adecuada para conseguir adaptaciones centrales y periféricas, cumpliendo con el tiempo mínimo de 7-10' a intensidades superiores al 90% VO₂max (Buchheit y Laursen, 2013a). Las características de la intervención se muestran a modo de resumen en el gráfico 1 y detalladamente en el gráfico 2.

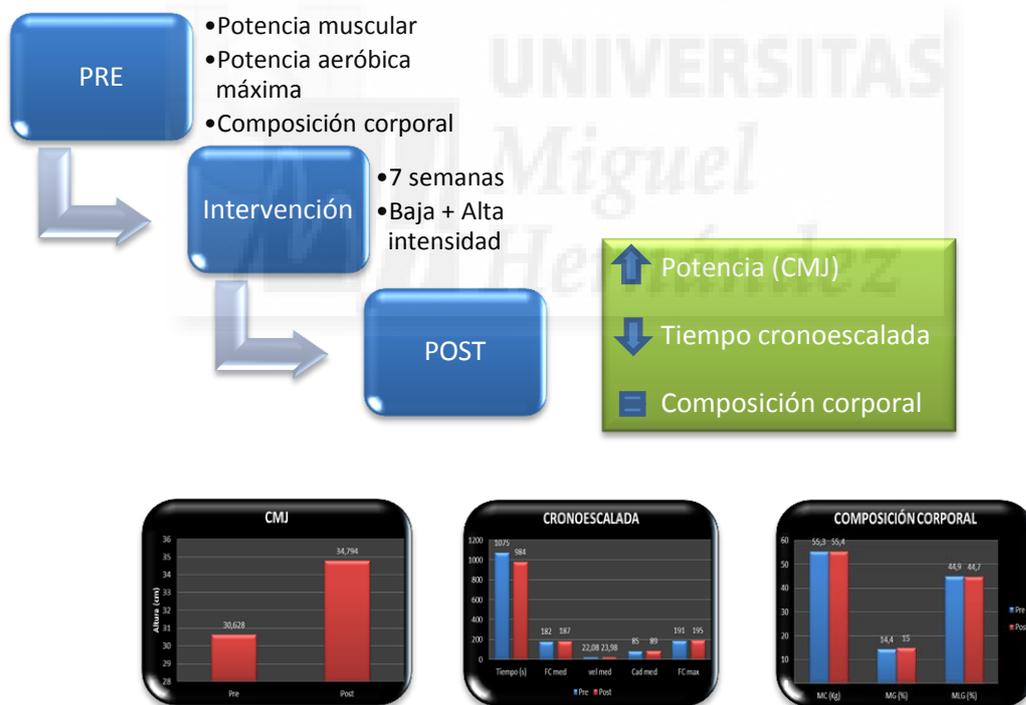


Gráfico 1. Detalles del periodo de intervención

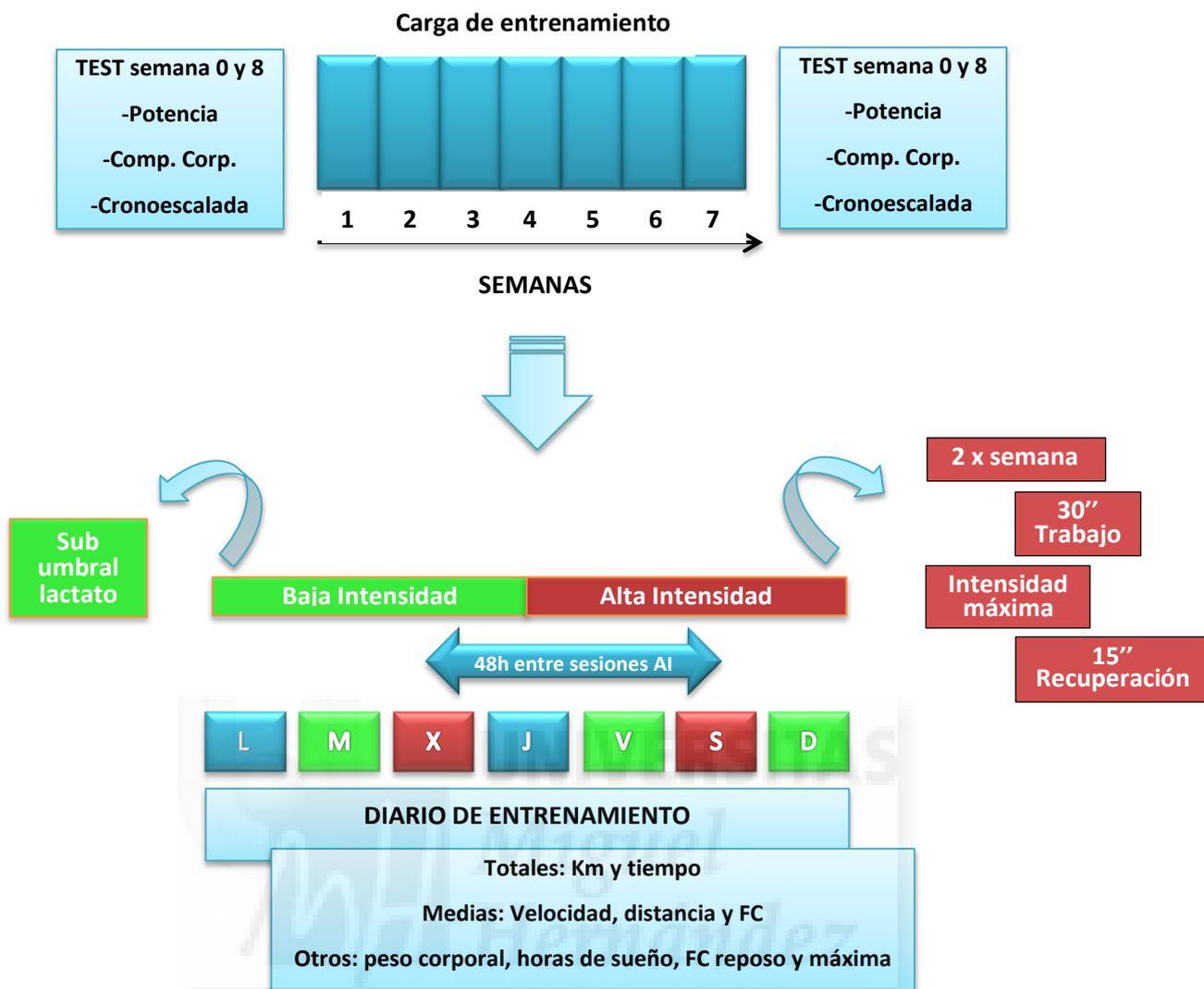
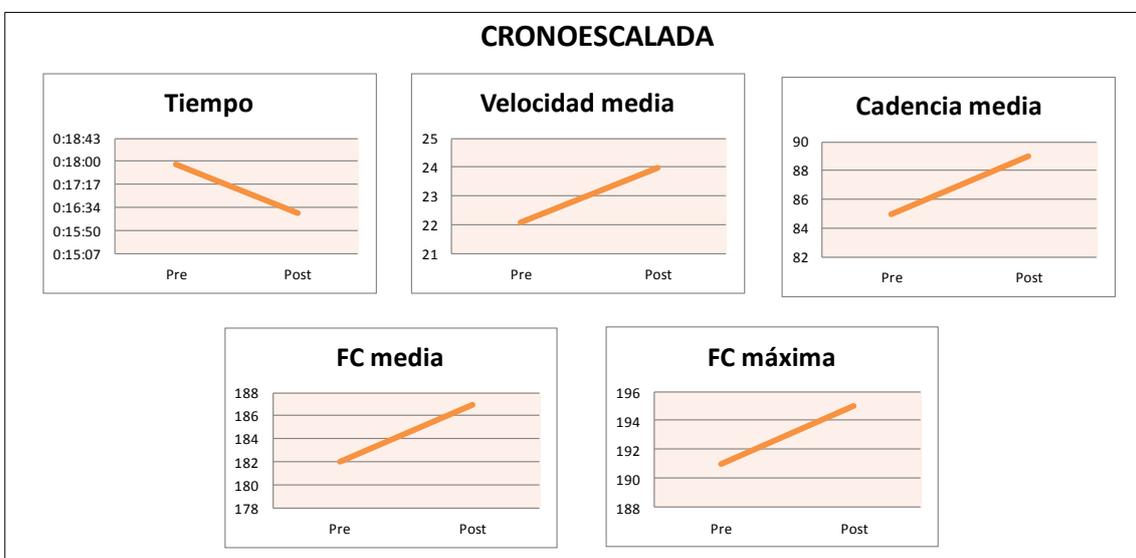
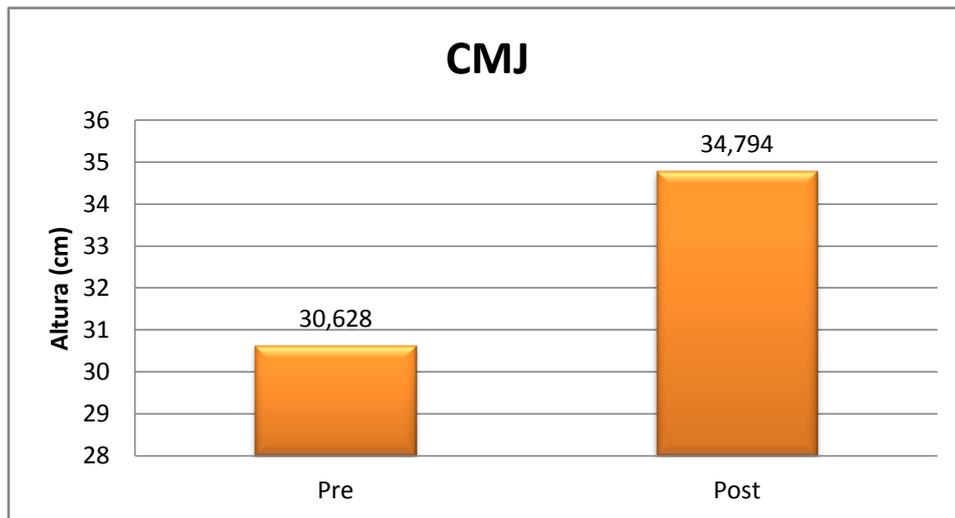


Gráfico 2. Representación gráfica de toda la intervención.

4. RESULTADOS



5. CONCLUSIONES

En este caso, al tratarse de un estudio descriptivo no se puede afirmar que lo sucedido en esta situación sea extrapolable o generalizable al resto de casos, más si cabe tratándose de un único sujeto. Pero sí resulta útil a la hora de confirmar aquello que la literatura científica viene demostrando y proporcionar información para situaciones similares en las que esta sea necesaria.

En esta intervención se ha focalizado la atención en el trabajo de alta intensidad, en concreto en los intervalos cortos de 30 segundos. El objetivo no era mostrar la superioridad de los IC sobre los IL, sino que la aplicación de IC, a diferencia de los IL que siempre se han venido utilizando en ciclismo en el trabajo de alta intensidad, pueden conllevar incrementos en el rendimiento, en la misma línea que Ronnestad et al. (2014).

Del mismo modo, no se puede afirmar que la aplicación de intervalos cortos, en este caso, sea una opción superior a los intervalos largos. Lo que sí se puede afirmar es que la combinación de entrenamiento de baja intensidad junto con intervalos cortos de alta intensidad produce incrementos en la potencia muscular y una considerable reducción del tiempo en cronoescalada de 6 Km. Por otro lado, no se han apreciado modificaciones en la composición corporal, debido probablemente a la ausencia de control nutricional o por qué su composición ya era la adecuada.

La distribución de la intensidad durante el periodo de 7 semanas, sin tener en cuenta las competiciones, ha sido 94,4% baja intensidad y 5,6% alta intensidad (Fig. 3). Aunque estos volúmenes no cumplen estrictamente con los porcentajes de la periodización polarizada, el objetivo era saber si la aplicación de intervalos cortos de alta intensidad producían mejoras en el rendimiento, y los resultados demuestran que así es.

Según lo esperado y corroborado por el diario de entrenamiento semanal, la estructura 3x [(10 x 30" R15") R3'] era un estímulo lo suficientemente exigente como para que el sujeto haya necesitado 4 semanas para poder completarlo. Las últimas dos semanas el sujeto mostró una buena adaptación al entrenamiento de Alta Intensidad observándose un descenso de 1,5 puntos en el RPE-sesión (Fig. 4).

Con este tipo de sesión de alta intensidad, teóricamente, se acumulan 15 minutos a intensidades > 90% VO₂max, pero según Buchheit y Laursen (2013a), tal intensidad no se alcanza en el primer intervalo pero sí en los siguientes (Fig. 1), por lo que restando el primer intervalo de cada bloque se obtendrían finalmente 13,5 minutos lo cual se incluiría dentro del tiempo mínimo requerido para obtener adaptaciones cardiorrespiratorias y metabólicas (Buchheit y Laursen, 2013a).

También se observa un aumento de la potencia muscular en CMJ, lo cual aumenta paralelamente la cadencia de pedaleo. Es decir, tras la aplicación de EIAI la potencia aplicada se ve aumentada, aunque no se puede saber si en todo el perfil de potencia.

En la misma línea que Ronnestad et al. (2014), no ha habido cambios en la masa ni composición corporal, por tanto, las mejoras en el rendimiento han venido por un aumento de la potencia muscular y no de la fuerza como suponían Paton et al. (2009).

Por último, en la cronoescalada se observa un aumento de la frecuencia cardiaca media, aumentando el % de tiempo en la "zona roja" (Fig. 5), lo cual puede ser causado por una mayor tolerancia al lactato y resistencia muscular.

En resumen, la aplicación de IC de alta intensidad junto con volúmenes altos de baja intensidad producen un aumento de la potencia muscular, reduciendo considerablemente el tiempo en cronoescalada y aumentando la cadencia.

6. BIBLIOGRAFIA

- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013a). High-Intensity Interval Training, Solutions to the Programming Puzzle. Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Med*, 43 (5), 313-338. Doi: 10.1007/s40279-013-0029-x
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013b). High-Intensity Interval Training, Solutions to the Programming Puzzle. Part II: Anaerobic Energy, Neuromuscular Load and Practical Applications. *Sports Med*. Doi: 10.1007/s40279-013-0066-5
- Faria, E. W., Parker, D.L., & Faria, I. E. (2005). The Science of Cycling. Physiology and Training-part 1. *Sports Med*, 35 (4), 285-312.
- Gross, M., Swensen, T., & King, D. (2007). Nonconsecutive- versus Consecutive-Day High-Intensity Interval Training in Cyclists. *Med Sci Sports Exerc*, 39 (9), 1666-1671. Doi: 10.1249/mss.0b013e3180cac209.
- Jones, A. M., & Carter, H. (2000). The Effect of Endurance Training on Parameters of Aerobic Fitness. *Sports Med*, 29 (6), 373-386.
- Laursen, P. B., Shing, C. M., Peake, J. M., Coombes, J. S., & Jenkins, D. G. (2005). INFLUENCE OF HIGH INTENSITY INTERVAL TRAINING ON ADAPTATIONS IN WELL-TRAINED CYCLISTS. *J Strength Cond Res*, 19 (3), 527-533.
- Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The Scientific Basis for High Intensity Interval Training. Optimizing Training Programmes and Maximizing Performance in Highly Trained Endurance Athletes. *Sports Med*, 32 (1), 1.
- Neal, C. M., Hunter, A. M., Brennan, L., O'Sullivan, A., Hamilton, D. L., De Vito, G., & Galloway, S. D. R. (2012). Six weeks of a polarized training-intensity distribution leads to greater physiological and performance adaptations than a threshold model in trained cyclists. *J appl physiol*, 114, 461-471. Doi: 10.1152/jappphysiol.00652.2012.
- Paton, C. D., Hopkins, W. G., & Cook, C. (2009). Effects of Low- Vs. High-Cadence Interval Training on Cycling Performance. *J Strength Cond Res* 23 (6), 1758-1763.
- Rønnestad, B. R., Hansen, J., & Ellefsen, S. (2014). Block periodization of high intensity aerobic intervals provides superior training effects in trained cyclists. *Scand J Med Sci Sports*, 24, 34-42. Doi: 10.1111/j.1600-0838.2012.01485.x
- Rønnestad, B. R., & Hansen, J. (2013). Optimizing interval training at power output associated with peak oxygen uptake in well-trained cyclists. *J Strength Cond Res*. Doi: 10.1519/JSC.0b013e3182a73e8a
- Rønnestad, B. R., Hansen, J., Vegge, G., Tonnessen, E., & Slettalokken, G. (2014). Short intervals induce superior training adaptations compared with long intervals in cyclists. An effort-matched approach. *Scand J Med Sci Sports*. Doi: 10.1111/sms.12165
- Tschakert, G., Hofmann, P. (2013). High-Intensity Intermittent Exercise: Methodological and Physiological Aspects. *Int J Sports Physiol Perform*, 8, 600-610.

7. ANEXOS

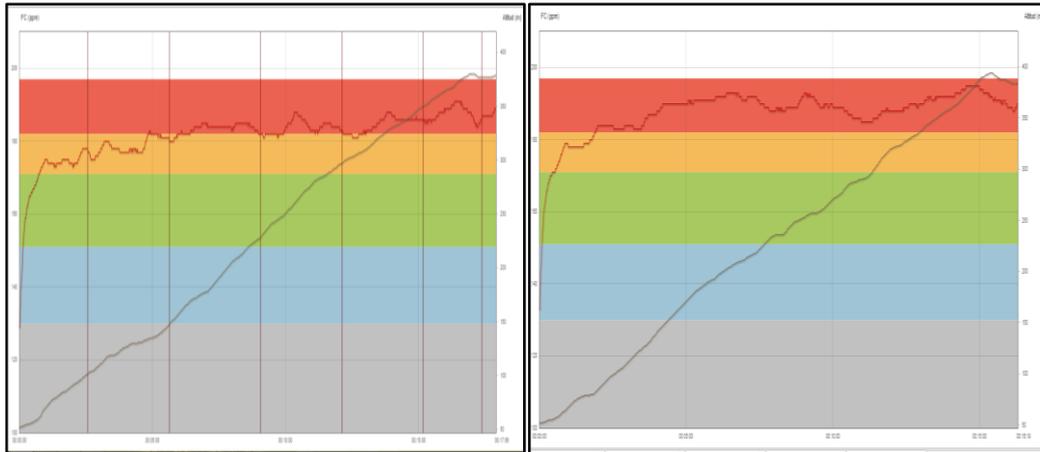


Figura 5. Representación gráfica de la cronoescalada de 6 Km. Línea negra (Altitud), línea roja (Frecuencia cardiaca). Izquierda: Pre-intervención, tiempo transcurrido en zona roja (182-195ppm) 12:09 (68% del tiempo total). Derecha: Post-intervención, tiempo transcurrido en zona roja 14:28 (89% del tiempo total).

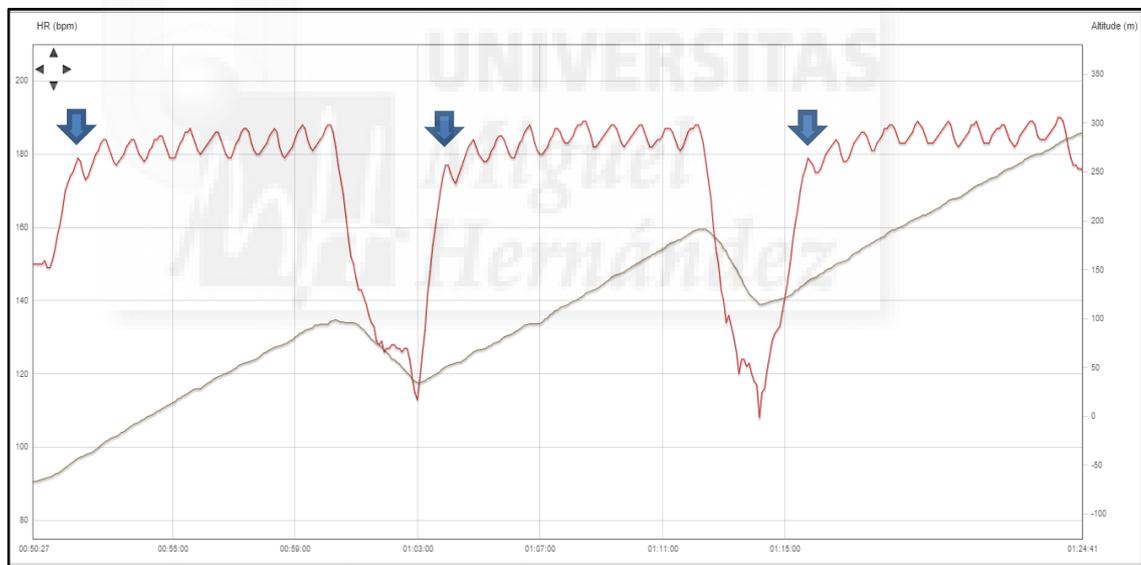


Figura 1. Registro de frecuencia cardiaca de la sesión 3x [(10 x 30'' R15'') R3'] donde se observa como el primer intervalo no debe ser tomado en consideración como tiempo transcurrido a la intensidad objetivo, simplemente como pre-activación.



Figura 3. Distribución del tiempo de entrenamiento durante las 7 semanas de intervención.

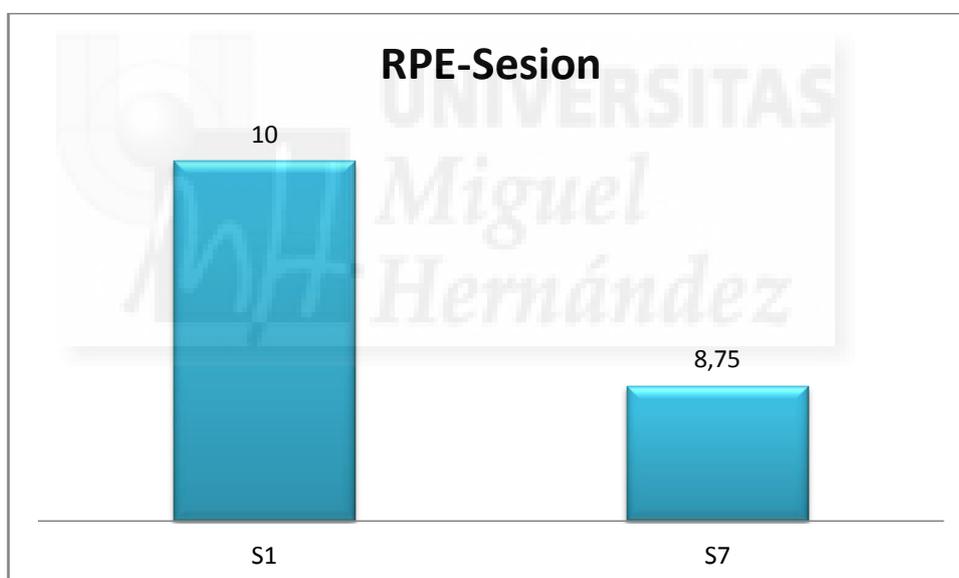


Figura 4. Evolución del Esfuerzo percibido durante las sesiones de AI entre la semana 1 y 7.