

Original



## Efecto de la especificidad de la carga el día antes de la competición en ciclistas Masters de Mountain-Bike. Un estudio piloto

David Rodríguez Redondo<sup>a</sup>, Francisco Barrera Domínguez<sup>a</sup>, Juan Manuel Romero Lorenzo<sup>b</sup>, Isabel Sánchez Nosea<sup>b</sup>, Rodolfo Ortiz Domínguez<sup>b</sup>, Héctor Vázquez Lorente<sup>c</sup>, Jorge Molina López<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Educación, Psicología y Ciencias del Deporte, Universidad de Huelva, Huelva, España

<sup>b</sup> Centro Andaluz de Medicina del Deporte, Huelva, España

<sup>c</sup> Departamento de Fisiología, Universidad de Granada, Granada, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO: Recibido el 3 de octubre de 2022, aceptado el 10 de mayo de 2023, online el 7 de julio de 2023

### RESUMEN

**Objetivo:** El presente estudio pretendió evaluar el efecto la especificidad del estímulo aplicado en la sesión de entrenamiento el día previo a la competición sobre el rendimiento deportivo en ciclistas Máster de Mountain bike (MTB).

**Método:** Los participantes (n = 5, VO<sub>2</sub>máx. 60.8 ± 9.92 ml/kg/min) realizaron 3 tipos diferentes sesiones de trabajo en el día previo a la competición (situación de control; situación específica; situación inespecífica). El rendimiento de los ciclistas fue evaluado mediante un test de 5 minutos all-out a máxima intensidad.

**Resultados:** Se observó una menor cadencia media en la situación de trabajo específica vs. la situación control (diferencia de medias estandarizadas = 0.68 [IC 95%, 0.20 - 1.16; d=1.74]). Además, existieron diferencias para la frecuencia cardíaca (FC) media al comparar la situación control vs. la situación inespecífica (diferencia de medias estandarizadas = 0.45 [IC 95%, 0.12 - 0.78; d=3.34]). La eficiencia mecánica (potencia/pulso) resultó ser mayor en la situación de trabajo específica vs. la situación control (diferencia de medias estandarizadas = -0.08 [IC 95%, -0.17 - 0.00; d=1.21]), observándose una tendencia a la significación entre las situaciones específica vs inespecífica. Finalmente, los ciclistas mostraron una mayor FC y potencia al comparar la situación control frente a las situaciones intervenidas en los primeros 120s del test.

**Conclusión:** Las tres situaciones de trabajo en el día previo a la competición propuestas obtuvieron un rendimiento similar, aunque se observó una menor cadencia media y una mayor eficiencia mecánica para la sesión de trabajo específica, pudiendo ser beneficiosa para la mejora del rendimiento competitivo en ciclistas máster de MTB.

**Palabras clave:** Ciclismo; Competición; Eficiencia; Bicicleta de montaña

## Effect of load specificity on the day before competition in Mountain-Bike Masters cyclists. A pilot study

### ABSTRACT

**Objective:** To compare the effect of the specificity of the stimulus applied in a pre-competition training session the day before performing a 5 min all-out test in Mountain bike (MTB) masters cyclists.

**Method:** Participants (n = 5, VO<sub>2</sub>máx. 60.8 ± 9.92 ml/kg/min) performed 3 different types of training sessions on the day before the competition (control situation; specific situation; non-specific situation). The cyclists' performance was evaluated by means of a 5-minute all-out test at maximum intensity.

**Results:** A lower average cadence was observed in the specific situation vs. the control situation (standardised mean difference = 0.68 [95% CI, 0.20 - 1.16; d=1.74]) Moreover, there were differences for mean heart rate (HR) when comparing the control vs. non-specific situation (standardised mean difference = 0.45 [95% CI, 0.12 - 0.78; d=3.34]). Mechanical efficiency (power/pulse) was found higher in the specific situation vs. the control situation (standardised mean difference = -0.08 [95% CI, -0.17 - 0.00; d=1.21]), a tendency towards significance between the specific vs. non-specific situations was observed. Finally, the cyclists showed higher HR and power when comparing the control situation versus the intervened situations in the first 120s of the test.

**Conclusion:** The 3 proposed pre-competition situations had a similar sports performance, although a lower average cadence and a higher mechanical efficiency were observed for the specific situation, which could be beneficial for the improvement of competitive performance in MTB masters cyclists.

**Keywords:** Cycling; Competition; Efficiency; Mountain-bike

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [jorge.molina@ddi.uhu.es](mailto:jorge.molina@ddi.uhu.es) (Jorge Molina-López).

<https://doi.org/10.33155/j.ramd.2023.06.001>

e-ISSN: 2172-5063/ © 2023 Consejería de Cultura, Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

## Efeito da especificidade da carga no dia anterior à competição em ciclistas de Mountain-Bike Masters. Um estudo piloto

### RESUMO

**Objetivo:** Comparar o efeito da especificidade do estímulo aplicado numa sessão de treino pré-competição no dia anterior à realização de um teste de 5 min em ciclistas masters de Mountain bike (MTB).

**Método:** Os participantes (n = 5, VO2máx. 60.8 ± 9.92 ml/kg/min) realizaram 3 tipos diferentes de ativações (situação de controlo; situação específica; situação não específica) antes da realização do teste. O desempenho dos ciclistas foi avaliado através de um teste de 5 minutos em intensidade máxima.

**Resultados:** Foi observada uma cadência média mais baixa na situação de trabalho específica em comparação com a situação de controlo (diferença média padronizada = 0.68 [IC 95%, 0.20 - 1.16; d=1.74]). Além disso, verificaram-se diferenças na frequência cardíaca média (FC) quando se comparou a situação de controlo com a situação não específica (diferença média padronizada = 0.45 [IC 95%, 0.12 - 0.78; d=3.34]). Verificou-se que a eficiência mecânica (potência/pulso) era mais elevada na situação de trabalho específica do que na situação de controlo. (diferença média padronizada = -0.08 [IC 95%, -0.17 - 0.00; d=1.21]), observou-se uma tendência para a significância entre as situações específicas e não específicas. Por fim, os ciclistas apresentaram uma FC e uma potência mais elevadas quando comparada a situação de controlo versus as situações intervencionadas nos primeiros 120s do teste.

**Conclusão:** As três situações de trabalho no dia pré-competitivo proposto obtiveram um desempenho semelhante, embora se tenha observado uma cadência média mais baixa e uma maior eficiência mecânica para a situação específica, o que poderá ser benéfico para a melhoria do desempenho competitivo dos ciclistas masters de BTT.

**Palavras-chave:** Ciclismo; Competição; Eficiência; Mountain-bike

### Introducción

El rendimiento en los deportes de resistencia, y más concretamente en el ciclismo, se determina en gran medida por la máxima producción de energía sostenida para una determinada distancia de competición y el coste energético de mantener una velocidad y potencia de carrera determinada<sup>1,2</sup>. El ciclismo de montaña (MTB) incluye varias subdisciplinas, y entre ellas podemos encontrar el Cross-Country Olímpico (XCO). Se disputa sobre recorridos a base de senderos con una amplia cantidad de situaciones en cuanto al firme se refiere, aunque incluyen una considerable cantidad de escalada, normalmente en torno al 40% de la distancia de la prueba. El XCO se ha descrito como especialidades de alta intensidad y naturaleza intermitente que imponen demandas sobre todo el cuerpo<sup>3</sup>. Deportistas de categoría amateur de la disciplina cuentan con consumo de oxígeno de 4.5 ± 0.5 L/min (64.8 ± 8.2 ml/kg/min) y frecuencias cardíacas (FC) máximas de ~191 pulsaciones por minuto (ppm)<sup>4</sup>, siendo equivalentes al 90% de la FC máxima y el 84% del consumo de oxígeno máximo (VO2máx.), observándose que más del 82% de este tipo de pruebas se realizarían por encima del umbral de lactato<sup>5</sup>.

La capacidad de producir altas potencias es crucial para el rendimiento en MTB, observándose que los valores de potencia aeróbica máxima oscilarían entre 360 y 400 vatios (W) en ciclistas amateurs entrenados<sup>6,7</sup>. Las competiciones de MTB requieren de un amplio abanico de potencias, mostrando un coeficiente de variación del 69%, siendo la menor potencia observada atribuida a las bajadas sin pedalear. Específicamente, la potencia generada a diversos umbrales ha demostrado que en este tipo de disciplina ciclística el 39% de la duración de la competición se invertía por debajo del umbral aeróbico, el 19% se invertía entre umbral aeróbico-anaeróbico, un 20% entre umbral anaeróbico y la potencia aeróbica máxima (PAM) y un 22% restante por encima de ella<sup>7</sup>. Por tanto, el rendimiento en el ciclismo vendría determinado principalmente por (i) el consumo de oxígeno máximo (VO2 máx.), (ii) el umbral del lactato/ventilatorio (LT/VT) y/o (iii) la eficiencia del deportista<sup>8</sup>. En esfuerzos de menor duración y mayor intensidad, la contribución de la capacidad anaeróbica como principal fuente energética a través de la vía glucolítica y vías de fosfógeno y neuromusculares, también desempeñarán un papel relevante para sostener el esfuerzo de alta intensidad para el mantenimiento del esfuerzo en ciclismo, especialmente durante la competición<sup>8</sup>.

El entrenamiento el día previo a una competición resulta de gran importancia para el rendimiento deportivo en un deportista.

En cuanto a las estrategias próximas a la competición, encontramos el término de tapering o puesta a punto previa a la competición, definida como una reducción progresiva no lineal de la carga de entrenamiento durante un periodo variable de tiempo, que tiene como objetivo reducir el estrés fisiológico y psicológico del entrenamiento diario<sup>9</sup>. Para lograr este concepto, estos autores proponen un mantenimiento de la intensidad, una reducción del volumen de entrenamiento del 60 al 90% y reducir levemente la frecuencia no más de un 20%. Su duración puede variar desde los 4 hasta los 28 días, por lo que hablando en términos propios de activación el día previo a la prueba, no deja definido que realizar. A más corto plazo, la literatura actual ha mostrado diversas estrategias próximas a la competición como el calentamiento y la potenciación post-activación (PAP) y su relación con un mayor rendimiento deportivo, aunque sin llegar a aportar soluciones a nuestra pregunta en cuestión. Se ha demostrado los potenciales efectos de incluir en el calentamiento el ejercicio drop jump (DJ) donde mejoró el rendimiento de ciclismo supramáximo y aumentó la capacidad anaeróbica a pesar de una mayor fatiga periférica.<sup>10</sup> Otras investigaciones llegan a vislumbrar que no es necesario calentar previo a un test o que hay que hacerlo a través de una baja duración de este<sup>11,12</sup>.

Para nuestro conocimiento la literatura actual no muestra evidencias sobre los estímulos previos a la competición, especialmente en ciclismo y, con especial énfasis en el día previo a la prueba. En este sentido, una mala gestión del estímulo previo a la competición podría desencadenar un mal rendimiento en la prueba o competición o, por otro lado, alterar toda la forma deportiva construida después de un largo periodo de entrenamiento. Por tanto, la finalidad de esta intervención se plantea desde la perspectiva de que la sesión de trabajo previo a la competición que realice un ciclista será determinante de su rendimiento competitivo posterior, pudiendo experimentar diferentes rendimientos el día de la prueba en función de la sesión realizada, todo ello a pesar de que se haya seguido una rigurosa estructuración en el proceso de entrenamiento. Por ello, el presente estudio pretendió evaluar el efecto la especificidad del estímulo de trabajo en el día previo a la competición sobre el rendimiento deportivo en ciclistas de MTB.

### Métodos

#### Enfoque experimental del problema

Esta investigación se dividió en 3 situaciones (una situación control, una situación específica encima de la bici, y una situación inespecífica fuera de la bici realizada mediante el ejercicio de

fuerza con cargas individualizadas en base al perfil fuerza-velocidad). El estudio se realizó para investigar los efectos de la especificidad de la carga el día previo a la competición en ciclistas máster de MTB. Para ello se utilizó como prueba medidora del rendimiento un test de 5 minutos a máxima intensidad, la cual puede reflejar las demandas fisiológicas de esta disciplina, estando al mismo tiempo validada como una medición indirecta del VO<sub>2</sub>máx. a través de la potencia desarrollada<sup>13</sup>.

### Diseño

El presente estudio se trata de un diseño preexperimental pre-post llevado a cabo durante la temporada precompetitiva durante los meses de enero-febrero de 2021, después de un periodo previo pretemporada que incluyó trabajo previo con cargas bajas en gimnasio y encima de la bicicleta. Todos los participantes partían con una estandarización previa en cuanto a carga de entrenamiento y, además, realizaron el mismo protocolo de intervención en el que, el día previo a la competición simulada, recibían la sesión de entrenamiento específico e inespecífico.

### Participantes

Un total de 6 ciclistas de categoría MTB fueron reclutados voluntariamente para participar en el presente estudio, en el que 5 de ellos pudieron concluirla con éxito ( $n = 5$ ; edad  $44 \pm 6.63$  años; masa corporal  $70.72 \pm 8.32$  kg). Para ello, los deportistas debían ser de nivel 3 ( $60.8 \pm 9.92$  ml/kg/min) de acuerdo con la clasificación propuesta<sup>14</sup>, y competir tanto a nivel provincial como regional durante los últimos 3 años. Los criterios de inclusión fueron: pertenecer a la categoría Máster; estar libres de lesiones musculoesqueléticas u otras afecciones que pudieran obstaculizar su participación; competir en los niveles anteriormente mencionados y; no ingerir durante el periodo de intervención ninguna sustancia que pueda comprometer el rendimiento. A todos los participantes se les explicaron los objetivos de la presente intervención, así como los procedimientos a realizados durante la misma. Una vez informados, a todos los participantes se les proporcionó un consentimiento informado por escrito para que aceptaran voluntariamente su participación en el estudio. Esta investigación cumple con las reglas establecidas en la Declaración de Helsinki.

### Valoración antropométrica

Las mediciones en la composición corporal fueron evaluadas mediante el empleo de un analizador de composición corporal DSM-BIA multifrecuencia segmental (InBody, Barcelona, España). Para la evaluación, todos los participantes debían: no haber ingerido alcohol 24 horas antes de la medición; no haber realizado ejercicio vigoroso 12 horas antes; no haber ingerido ninguna bebida o comida al menos 3 horas antes de la toma; y no haber orinado previamente. La valoración de la composición corporal se realizó al inicio del estudio coincidiendo con el mismo día en el que se realizó la medición de la primera situación. Los principales parámetros antropométricos obtenidos fueron la masa corporal, el índice de masa corporal, la masa muscular y el porcentaje de grasa corporal.

### Determinación del perfil fuerza - velocidad

El perfil fuerza-velocidad fue determinado por la relación neuromuscular entre la fuerza y la velocidad de los miembros inferiores usando un salto con contramovimiento (CMJ) con una barra hexagonal y utilizando una plataforma de contacto Chronojump (Chronojump BoscoSystem®, Barcelona, España). Cada sujeto realizó un CMJ vertical máximo saltar con su masa corporal, sin carga, y luego cinco saltos más con una carga extra entre 20 y 60 kg. Para ser válido, cada sujeto debía que alcanzar al

menos 10 cm de altura con el intento de carga<sup>15</sup>. Antes del primer salto de CMJ, y aunque los deportistas conocían la prueba, se les explicó la ejecución de todos los saltos tanto sin como con carga. Cada salto se realizó de la misma manera que la prueba CMJ. Cada intento estuvo acompañado de dos minutos de descanso para asegurar rendimiento máximo. Finalmente, se utilizaron saltos múltiples para calcular el perfil fuerza-velocidad. Los datos obtenidos se insertaron manualmente en una hoja Excel para aplicar el método de Samozino<sup>16</sup> y estimar la fuerza media, la velocidad y la potencia del saltar considerando tres variables: la altura del salto, la masa corporal y la distancia del movimiento CMJ; calculado como la diferencia entre la longitud de la pierna extendida (desde la parte anterior cresta ilíaca superior a los dedos del pie con flexión plantar) y la longitud desde la cresta ilíaca superior al suelo en la posición de cuclillas. Los valores fueron: la máxima producción de fuerza concéntrica (FO), la máxima velocidad de extensión de las extremidades inferiores (VO), la potencia máxima generada por las extremidades inferiores (PMáx.); el balance entre la capacidad de producir fuerza y potencia (Sfv).

### Valoración de la resistencia cardiorrespiratoria

Para determinar el VO<sub>2</sub>máx. durante el ejercicio de ciclismo, los sujetos realizaron usando una prueba de ejercicio máxima progresiva. Los sujetos pedalearon en un cicloergómetro Ergoline (Modelo 800) con analizador de gases (CPX Ultima System de Medgraphics, con software Breezex suite 8.5.0.6.5.SP5 Data-Bense V.750). Cada participante comenzaba a pedalear en el cicloergómetro con una potencia externa de 30W y una cadencia de pedaleo mantenida de 70 revoluciones por minuto (rpm). Cada minuto, la producción de potencia se incrementó en 30W hasta que los sujetos no pudieron continuar a pesar del estímulo verbal y/o su cadencia de pedaleo no se mantuvo a 70 rpm. Paralelamente se registró la FC, el cociente respiratorio, así como la actividad cardíaca de cada deportista mediante un electrocardiograma tanto en reposo como durante la prueba de esfuerzo.

### Prueba de 5' - All Out

Para valorar los posibles cambios de rendimiento en la aplicación de los diferentes protocolos de activación se utilizó el test de potencia de 5 min all out en laboratorio<sup>13</sup>. Los ciclistas, después de realizar un calentamiento de 10' al 50% de la PAM y 3 cambios de cadencia de 10s intercalados con 2 minutos de recuperación entre ellos, debían pedalear durante 5 minutos al máximo de potencia sostenible para dicha duración. Cada participante realizó la prueba en su propia bici, adaptada ergonómicamente en base a sus características personales y con sus respectivos potenciómetros, calibrados minutos antes de la ejecución de esta. La prueba se llevó a cabo en un rodillo estándar para todos (Tacx Flux S Smart) y los deportistas contaron con ventilación asistida.

### Protocolo de intervención

Previo a la intervención, todos los participantes realizaron un periodo preparatorio o pretemporada, poniendo especial énfasis en el trabajo general de la fuerza y rodaje encima de la bicicleta. Dentro de la estructura semanal o microciclo de entrenamiento, todos los ciclistas incluyeron 2 días de descanso a la semana de forma estandarizada. Durante la semana previa al comienzo de la intervención, los sujetos fueron evaluados para determinar el perfil fuerza-velocidad (F-V) y su valor de carga asociado a un levantamiento de 1 m/s en sentadilla, peso muerto e hip trust (SQ, DL y HT), así como su VO<sub>2</sub>máx. en cicloergómetro para la determinación de los umbrales ventilatorios (VT1 y VT2). Durante este periodo, los sujetos fueron instruidos para mantener sus

hábitos alimentarios con normalidad, así como para no ingerir usar sustancias ergogénicas que pudieran afectar al rendimiento.

Para la intervención, todos los participantes siguieron un protocolo de entrenamiento individualizado en el que las cargas fueron previamente planificadas de acuerdo con la valoración previa realizada a cada ciclista (tabla 1). Cada semana de intervención se estructuró de la siguiente manera: (i) los lunes, se entrenaba fuerza en gimnasio con los ejercicios mediante los ejercicios SQ, DL y HT, completando un total de 3 series con una carga asociada a su carga de máxima potencia<sup>17</sup>, además de una pérdida del 10% de velocidad, intercaladas por 120 segundos de recuperación; los martes y viernes se realizó un descanso general; los miércoles se realizó la intervención, donde: en la semana 1 de intervención, se llevó a cabo una sesión de trabajo específica encima de la bicicleta, donde los sujetos pedalearon durante 1h al 50% de la PAM (situación control); en la semana 2 de intervención, se llevó a cabo una sesión de trabajo específica encima de la bicicleta, donde los sujetos pedalearon durante 1h al 50% de la PAM y realizando 4 esfuerzos progresivos de 4 minutos, de un 50% hasta alcanzar la potencia asociada su umbral anaeróbico, con una recuperación 1:1 (4 minutos) (situación específica); en la semana 3 de intervención, se realizó una sesión de trabajo inespecífica en gimnasio en el que los participantes realizaron 3 series para los ejercicios SQ, DL y HT con una carga de 1 m/s y una pérdida de velocidad de un 5%, teniendo por recuperación 2 minutos (situación inespecífica). Los jueves de cada semana, se realizó la medición simulación de competición en rodillo mediante un test incremental donde precedido de un calentamiento de 10' al 60% de la PAM, los sujetos realizaban el test de 5 min all out.

**Tabla 1.** Esquema de la intervención.

Intervención	Variable	Día 1	Día 2
Control	Ejercicio de ciclismo	Ciclismo 1h al 50% de la PaVO <sub>2máx.</sub>	
Sesión específica - Series	Ejercicio de ciclismo	Ciclismo 1h + 4 x 4' progresivo desde el 50% de PaVO <sub>2máx.</sub> hasta 100% de PaRC / 4'Rec	Test 5' all out
Sesión inespecífica - F-V	Levantamientos con cargas	Ejercicio de sentadilla, peso muerto y empuje de cadera con la carga asociada a 1 m/s [5% pv] / 2'Rec	

Abreviaturas: PaVO<sub>2máx.</sub>, potencia a VO<sub>2máx.</sub>; PaRC, potencia en umbral anaeróbico; [5% pv], 5% de pérdida de velocidad.

### Análisis de los datos

El análisis estadístico se realizó con el programa IBM SPSS versión 25 en el sistema operativo de Windows (SPSS, Inc., Chicago, IL, EE. UU.). Se calcularon las medias y la desviación estándar (DE) para las variables cuantitativas. La normalidad de las variables evaluadas se determinó mediante la prueba de Shapiro-Wilks. La prueba t de Student para muestras pareadas se realizó para evaluar la influencia de las diferentes sesiones de trabajo en el día previo sobre el rendimiento determinado en la prueba de 5 minutos all out, expresadas como puntuaciones estandarizadas (z-scores). Adicionalmente, se expresaron las diferencias entre las medias de cada comparación y los intervalos de confianza (IC) al 95%. Si no se incluía el cero en el IC al 95% de la estimación, se concluía que el cambio era estadísticamente significativo. El coeficiente d de Cohen determinó la magnitud de las diferencias: efecto pequeño (<0.4); efecto moderado (0.41-0.7); efecto grande (>0.7)18.

### Resultados

La tabla 2 muestra los resultados obtenidos previos a la intervención, en cuanto al perfil fuerza-velocidad, F0 fue de 36.4 ± 8.39 N/kg, VO, 2.78 ± 0.67 m/s, PMáx. 24.7 ± 6.17 W/kg y Sfv -14.4

± 7.76 Ns/m/kg. En la valoración cardiorrespiratoria, los sujetos obtuvieron un VO<sub>2máx.</sub> absoluto de 4.27 ± 0.62 L/min, un VO<sub>2máx.</sub> relativo de 60.8 ± 9.92 ml/kg/min con una potencia asociada de 372 ± 54.4 W y una FC de 169 ± 9.32. La potencia y FC a umbral anaeróbico fue de 276 ± 25.1 W y 149.8 ± 12.9 ppm.

**Tabla 2.** Características de la muestra de estudio.

	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Edad (años)	44.0	6.63	33.0	51.0
Masa corporal (kg)	70.7	8.32	63.0	84.9
Altura (cm)	176.8	7.88	165.0	185.0
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	22.9	2.13	20.4	26.2
Masa grasa (%)	12.9	4.25	6.40	17.2
Masa magra (kg)	61.5	6.41	52.8	70.3
<b>Perfil F-V</b>				
F0 (N/kg)	36.4	8.39	27.3	49.3
VO (m/s)	2.78	0.67	1.75	3.53
P Máx. (W/kg)	24.7	6.17	19.7	34.6
Sfv (Ns/m/kg)	-14.4	7.76	-28.1	-9.44
<b>Parámetros de resistencia</b>				
VO <sub>2máx.</sub> (L/min)	4.27	0.62	3.51	5.07
VO <sub>2máx.</sub> (ml/kg/min)	60.8	9.92	51.0	74.8
PaVO <sub>2máx.</sub> (vatios)	372.0	54.4	300.0	450.0
FCaVO <sub>2máx.</sub> (ppm)	169.0	9.32	160.0	180.0
PaRC (vatios)	276.0	25.1	240.0	300.0
FCaRC (ppm)	149.8	12.9	133.0	165.0

Abreviaturas: IMC, índice de masa corporal; F0, máxima producción de fuerza concéntrica; VO, máxima velocidad de extensión de las extremidades inferiores, PMáx., Potencia máxima generada por las extremidades inferiores; Sfv, balance entre la capacidad de producir fuerza y potencia; VO<sub>2máx.</sub>, volumen de oxígeno máximo (absoluto y relativo); PaVO<sub>2máx.</sub>, potencia a volumen de oxígeno máximo; FCaVO<sub>2máx.</sub>, frecuencia cardíaca a volumen de oxígeno máximo; PaRC, potencia a umbral anaeróbico; FCaRC, frecuencia cardíaca a umbral anaeróbico.

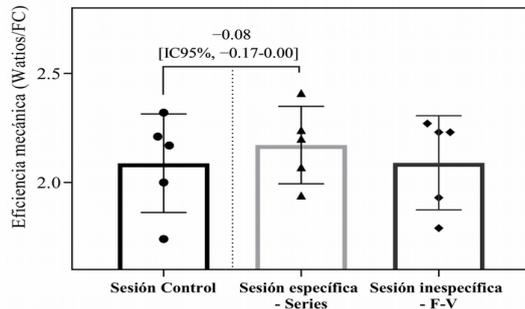
La tabla 3 muestra el análisis comparativo de los parámetros de rendimiento analizado en función de las diferentes sesiones de trabajo realizadas. Se observó una menor cadencia media en la situación de trabajo específica vs. la situación control (diferencia de medias estandarizadas = 0.68 [IC 95%, 0.20 - 1.16; d=1.74]). Además, existieron diferencias para la frecuencia cardíaca (FC) media al comparar la situación control vs. la situación inespecífica (diferencia de medias estandarizadas = 0.45 [IC 95%, 0.12 - 0.78; d=3.34]), siendo la sesión de trabajo inespecífica la que consiguió una mayor FC máxima (179.0 ± 6.63 ppm). Finalmente, la mayor potencia promedio en 5 minutos observada fue en sesión específica con unos valores de 368.6 ± 25.6 W, aunque sin diferencias significativas respecto a las otras situaciones de trabajo en el día previo a la competición analizadas. No se observaron diferencias para el resto de variables analizadas.

**Tabla 3.** Análisis comparativo de las puntuaciones estandarizadas (z-scores) sobre los principales parámetros de rendimiento analizados en función de las diferentes sesiones de trabajo en el día previo realizadas.

	Sesión Control		Sesión Específica		Sesión Inespecífica		Δ medias Control vs Específica [95% IC]	Δ medias Control vs Inespecífica [95% IC]	Δ medias Control vs Específica [95% IC]
	M	DE	M	DE	M	DE			
Potencia 5' (w)	-0.07	1.20	0.16	0.95	-0.09	1.06	-0.23 [-0.86 - 0.40]	0.01 [0.33 - 0.33]	0.24 [-0.49 - 0.98]
Potencia máx. (w)	0.19	1.26	-0.51	0.80	0.32	0.88	-0.70 [-0.69 - 2.09]	-0.14 [-2.34 - 2.06]	-0.14 [-0.76 - 0.48]
RPM	0.27	1.01	-0.41	1.03	0.14	1.05	0.68 [0.20 - 1.16]	0.13 [-0.86 - 1.12]	-0.55 [-1.17 - 0.06]
FC media (ppm)	0.24	0.95	-0.04	1.30	-0.21	0.89	0.28 [-0.54 - 1.09]	0.45 [0.12 - 0.78]	0.17 [-0.67 - 1.02]
FC máx. (ppm)	0.05	0.95	0.18	1.21	-0.24	1.01	-0.13 [-0.96 - 0.70]	0.294 [-0.37 - 0.96]	0.424 [-0.23 - 1.07]
FC post 1' (ppm)	-0.10	1.06	0.28	1.13	-0.17	0.99	-0.38 [-1.48 - 0.72]	0.071 [-0.23 - 0.38]	0.45 [-0.44 - 1.34]

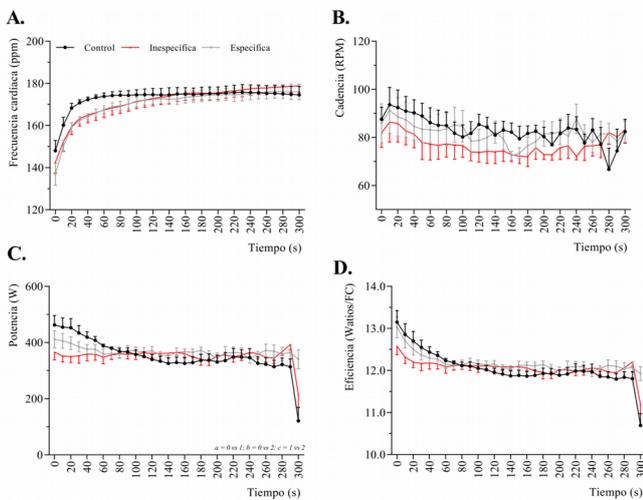
Abreviaturas: RPM, revoluciones por minuto; FC media, frecuencia cardíaca media; FC máxima, frecuencia cardíaca máxima; FC post 1', frecuencia cardíaca 1' después de la finalización del test.

La **figura 1** muestra el análisis comparativo de las puntuaciones estandarizadas (z-scores) sobre la eficiencia mecánica en función de las diferentes sesiones de trabajo realizadas. La eficiencia mecánica (potencia/pulso) fue mayor en la situación de trabajo específica vs. la situación control (diferencia de medias estandarizada =  $-0.08$  [IC 95%,  $-0.17 - 0.00$ ;  $d=1.21$ ]), observándose una tendencia a la significación entre las situaciones específica vs inespecífica.



**Figura 1.** Análisis comparativo las puntuaciones estandarizadas (z-scores) sobre la eficiencia mecánica en función de las diferentes sesiones de trabajo en el día previo realizadas.

La **figura 2** muestra los resultados referentes a las puntuaciones estandarizadas (z-scores) sobre la ejecución del test de 5 minutos all-out y las principales variables de rendimiento analizadas en los ciclistas. Se observó un aumento de la FC más acusado en los primeros 120s del test en la sesión control frente a las sesiones intervenidas (sesión control vs. específica: diferencia de medias estandarizada =  $0.91$  a  $1.32$  [IC 95%,  $0.29 - 1.99$ ;  $d=1.64$  a  $4.05$ ]; sesión control vs. inespecífica: diferencia de medias estandarizadas =  $1.85$  a  $1.20$  [IC 95%,  $0.03 - 2.34$ ;  $d=1.27$  a  $1.42$ ]) (Fig. 2A). En cuanto a la potencia, se generó una mayor producción de potencia en los primeros estadios de la prueba (los primeros 40 segundos) en sesión control que en la sesión específica e inespecífica, donde la progresión fue más constante (diferencia de medias estandarizadas =  $1.44$  a  $1.48$  [IC 95%,  $0.13 - 2.75$ ;  $d=1.20$  a  $1.39$ ]) (Fig. 2C).



**Figura 2.** Evolución diseccionada en intervalos de 10s de los parámetros frecuencia cardíaca (A), cadencia (B), potencia (C) y eficiencia (D) a lo largo de la duración de la prueba de 5 minutos all-out en las 3 sesiones de trabajo en el día previo planteadas.

## Discusión

El presente estudio pretendió evaluar el efecto la especificidad del estímulo de trabajo en el día previo a la competición sobre el rendimiento deportivo en ciclistas de MTB mediante un test de 5min all out. Los principales hallazgos del presente estudio mostraron las tres situaciones de trabajo propuestas los ciclistas obtuvieron un rendimiento similar en la mayoría de parámetros evaluados, aunque se observó una menor cadencia media y una mayor eficiencia mecánica para la sesión de trabajo específica, pudiendo ser beneficiosa para la mejora del rendimiento competitivo en ciclistas máster de MTB. Cabe destacar que la potencia desarrollada, la cadencia y la frecuencia cardíaca resultó tener valores más altos desde el inicio de la prueba hasta los 100-120s en la situación control, aunque esto no repercutió en una mayor potencia generada al final de dicha prueba en su comparación con las dos situaciones estudiadas. Finalmente, se obtuvieron resultados similares cuando se comparó un calentamiento de 6 min al 40% de la PAM frente a un calentamiento de 5 min al 40% de la PAM + 1 min al 110% de la PAM, en el que en la situación intensa no obtuvo una mayor potencia de salida<sup>19</sup>.

A pesar de que la sesión el día previo es un tema que no se ha tratado en la literatura científica, en la actualidad son diferentes las estrategias que cada atleta considera, especialmente en los momentos previos a la competición<sup>20</sup>, y que pueden ir desde el descanso pasivo,<sup>20</sup> entrenamiento en gimnasio<sup>10</sup> y/o entrenamientos de determinada duración e intensidad<sup>21</sup>. En este sentido, autores como Tomaras y Macintosh habrían descrito que un calentamiento previo a la competición (en el mismo día) que se realice a una intensidad demasiado alta durante más tiempo del necesario, podría provocar fatiga y perjudicar el rendimiento posterior.<sup>12</sup> Por el contrario, una activación insuficiente podría no culminar en un buen rendimiento en la competición posterior por la falta de especificidad entre el estímulo previo a la situación competitiva y la competición posterior<sup>21</sup>. Teniendo en cuenta ambas afirmaciones, en nuestro estudio observamos que cuando la sesión de trabajo en el día previo fue específica, se registraron diferencias para parámetros como la cadencia o la eficiencia mecánica con respecto a la situación control, a pesar de que el rendimiento general fue similar en el resto de los parámetros evaluados. En línea con lo mencionado, investigaciones previas habrían concluido que un entrenamiento de intensidad moderada justamente 24h antes podría reflejar una ventaja óptima para la mejora del rendimiento en una prueba de contrarreloj, sugiriéndose que se podría haber obtenido una ventaja al realizar ejercicio el día inmediatamente anterior a la competición<sup>22</sup>.

Recientemente, diversos estudios habrían indicado una mejora en las ganancias de fuerza en ciclistas cuando reducen la carga de entrenamiento de fuerza hacia la carga de óptima potencia frente a un trabajo de fuerza convencional<sup>17,23</sup>. Con el objetivo de igualar el grado de fatiga en las 3 situaciones, siendo una de ellas inespecífica, nuestro estudio propuso una pérdida de velocidad de un 5% con respecto al primer levantamiento para cada ejercicio de fuerza ya que, en línea con otras investigaciones, se observaron mejoras similares cuando se comparaba una reducción en la pérdida de velocidad de un 45 versus un 15%, siendo esta última la que menor fatiga residual deja a los ciclistas<sup>23</sup>. En nuestro principal hallazgo, encontramos como los sujetos obtuvieron una mayor eficiencia total en la situación específica, seguido de la inespecífica y de la situación control. Del mismo modo, otros autores hallaron que, en un estado de sobreentrenamiento, las frecuencias cardíacas máximas y submáximas pueden disminuir durante el ejercicio, mientras que la FC en reposo puede aumentar<sup>24</sup>. Esto nos hace entrever que un menor trabajo cardiaco acompañado de una mayor producción de potencia es sinónimo de un mejor rendimiento. Por tanto, considerando que uno de los

determinantes del VO<sub>2</sub>máx. es el gasto cardíaco<sup>25</sup>, y que este es el resultante del doble producto del volumen sistólico y la FC, aunque una única sesión no provocará cambios fisiológicos y/o anatómicos en el organismo del deportista, el estímulo agudo planteado en el día previo podría haber resultado en un mayor volumen sistólico a una menor FC para el mantenimiento/aumento del gasto cardíaco<sup>26</sup> y, por tanto, justificándose así los resultados de nuestra investigación, donde existió una disminución de la FC, aumentando la eficiencia mecánica.

Específicamente, cuando se analizó de manera pormenorizada los resultados correspondientes a las pruebas de 5 minutos con los diferentes protocolos en el día previo observamos que, especialmente, a lo largo de la primera parte de la prueba fue cuando existieron diferencias entre las diferentes situaciones de trabajo, concretamente al inicio de la prueba y en un intervalo de tiempo que iría desde el inicio hasta las 120 segundos. En general, y a pesar de que no se obtuvieron diferencias concretas en relación con la potencia generada por cada deportista, observamos que tras la sesión de trabajo específica en el día previo existió una mayor estabilidad en los valores de potencia generados desde el inicio de la prueba hasta el final de esta. Este suceso podría venir dado por la experiencia previa de los sujetos durante el primer test realizado en la situación control, mediado por la autorregulación del pacing como apuntan otras investigaciones<sup>27</sup>.

El presente estudio contó con diversas limitaciones. Estudios previos han encontrado algunas diferencias entre el ciclismo al aire libre y el de interior<sup>28</sup>, por lo que haber evaluado a los deportistas en laboratorio podría afectar a los resultados de esta. A pesar de que los deportistas estaban familiarizados con la escala de percepción subjetiva del esfuerzo (RPE), no se utilizó esta herramienta para valorar las sensaciones que tuvieron a lo largo del desarrollo de cada una de las intervenciones con diferentes sesiones de activación. En este sentido, y tras preguntar a los deportistas después de la finalización de cada una de las intervenciones, obtuvimos que por parte de ellos habían tenido mejores sensaciones y menor fatiga con la situación de activación específica. Esto nos hace pensar que esta intervención podría haber sido significativa en caso de haber tenido un tamaño muestral superior. Finalmente, desde el punto de vista metabólico, una limitación que se tuvo en el presente estudio fue no haber evaluado el lactato de los deportistas, lo que podría haber permitido tener una variable sensible relacionada con la utilización de los sustratos durante la prueba y con la mejora en la eficiencia de estos.

### Conclusiones

En esta investigación, en las tres condiciones propuestas se obtuvo un rendimiento general similar en todos los parámetros medidos, aunque se observó una menor cadencia media y una mayor eficiencia mecánica para la sesión de trabajo específica, pudiendo ser beneficiosa para la mejora del rendimiento competitivo en ciclistas máster de MTB. Siendo ésta una investigación novedosa y piloto, se pretenden llevar a cabo futuras investigaciones que confirmen el efecto de la especificidad de la carga planificada en el día previo a la competición sobre el rendimiento competitivo posterior en ciclistas MTB. De la misma manera, sería recomendable contrastar, a través de diferentes estudios, el efecto de diferentes situaciones o condiciones de trabajo previas a la competición en términos de modos de ejercicio, intensidad, o duración sobre un mayor o menor rendimiento competitivo.

### Aplicación práctica

El presente estudio sugiere que la especificidad de la carga empleada en el día previo a la competición, con independencia de otras variables no evaluadas en el presente estudio, podría tener un impacto positivo sobre el rendimiento competitivo posterior. Los resultados de la presente investigación podrían fortalecer la idea de individualizar la carga previa a la competición y optimizar la puesta a punto del deportista. El entrenador, en contacto continuo con el deportista, debería diferenciar las características propias de éste, llegando a un consenso y analizando las demandas competitivas, el punto de forma o las condiciones ambientales en las que se desenvolverá la competición.

**Autoría.** Todos los autores han contribuido intelectualmente en el desarrollo del trabajo, asumen la responsabilidad de los contenidos y, asimismo, están de acuerdo con la versión definitiva del artículo. **Financiación.** Los autores declaran no tener financiación. **Agradecimientos.** La presente investigación ha sido llevada a cabo gracias a la participación voluntaria y desinteresada de 6 ciclistas a los que se agradece su participación. Igualmente, se agradece al Centro Andaluz de Medicina Deportiva de Huelva su colaboración en la evaluación inicial de los parámetros cardiorrespiratorios de los participantes. **Conflicto de intereses.** Los autores declaran no tener conflicto de intereses. **Origen y revisión.** No se ha realizado por encargo, la revisión ha sido externa y por pares. **Responsabilidades éticas.** Protección de personas y animales: Los autores declaran que los procedimientos seguidos están conforme a las normas éticas de la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Confidencialidad: Los autores declaran que han seguido los protocolos establecidos por sus respectivos centros para acceder a los datos de las historias clínicas para poder realizar este tipo de publicación con el objeto de realizar una investigación/divulgación para la comunidad. Privacidad: Los autores declaran que no aparecen datos de los pacientes en este artículo.

### Bibliografía

1. Seiler S. What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? *Int J Sports Physiol Perform.* 2010;5(3):276-91.
2. Stöggl T, Sperlich B. Polarized training has greater impact on key endurance variables than threshold, high intensity, or high-volume training. *Front Physiol.* 2014;5:33.
3. Hurst HT, Atkins S. Power output of field-based downhill mountain biking. *J Sports Sci.* 2006;24(10):1047-53.
4. Gregory J, Johns DP, Walls JT. Relative vs. absolute physiological measures as predictors of mountain bike cross-country race performance. *J Strength Cond Res.* 2007;21(1):17-22.
5. Impellizzeri F, Sassi A, Rodriguez-Alonso M, Moggi P, Marcora S. Exercise intensity during off-road cycling competitions. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(11):1808-13.
6. Wilber RL, Zawadzki KM, Kearney JT, Shannon MP, Disalvo D. Physiological profiles of elite off-road and road cyclists. *Med Sci Sports Exerc.* 1997;29(8):1090-4.
7. Stapelfeldt B, Schwirtz A, Schumacher YO, Hillebrecht M. Workload demands in mountain bike racing. *Int J Sports Med.* 2004;25(4):294-300.
8. Roig Mari J. Efecto del entrenamiento de la fuerza y su relación con el perfil de potencia en ciclismo (TFM). Máster en Entrenamiento Deportivo, Actividad Física y Salud. Universidad Ramon Llull. Barcelona, 2018.
9. Mujika I, Magunacelaya SP. Fundamentos científicos de las estrategias de puesta a punto o taper antes de las competiciones. RED: Revista de entrenamiento deportivo = Journal of Sports Training. 2014;28(3):29-37.
10. De Poli RAB, Boulosa DA, Malta ES, Behm D, Lopes VHF, Barbieri FA, et al. Cycling performance enhancement after drop jumps may be attributed to postactivation potentiation and increased anaerobic capacity. *J Strength Cond Res.* 2020;34(9):2465-75.
11. Barranco-Gil D, Alejo LB, Valenzuela PL, Gil-Cabrera J, Montalvo-Pérez A, Talavera E, et al. Warming up before a 20-minute endurance effort: is it really worth it? *Int J Sports Physiol Perform.* 2020;15(7):964-70.

12. [Tomaras EK, MacIntosh BR. Less is more: standard warm-up causes fatigue and less warm-up permits greater cycling power output. J Appl Physiol \(1985\). 2011;111\(1\):228-35.](#)
13. [Sitko S, Cirer-Sastre R, Corbi F, López-Laval I. Five-minute power-based test to predict maximal oxygen consumption in road cycling. Int J Sports Physiol Perform. 2022;17\(1\):9-15.](#)
14. [Pauw KD, Roelands B, Cheung SS, Geus B de, Rietjens G, Meusen R. Guidelines to classify subject groups in sport-science research. Int J Sports Physiol Perform. 2013;8\(2\):111-22.](#)
15. [García-Ramos A, Pérez-Castilla A, Jaric S. Optimisation of applied loads when using the two-point method for assessing the force-velocity relationship during vertical jumps. Sports Biomech. 2021;20\(3\):274-89.](#)
16. [Morin JB, Samozino P. Interpreting power-force-velocity profiles for individualized and specific training. Int J Sports Physiol Perform. 2016;11\(2\):267-72.](#)
17. [Gil-Cabrera J, Valenzuela PL, Alejo LB, Talavera E, Montalvo-Pérez A, Lucia A, et al. Traditional versus optimum power load training in professional cyclists: a randomized controlled trial. Int J Sports Physiol Perform. 2021;16\(4\):496-503.](#)
18. [Lenhard W, Lenhard A. Computation of effect sizes \[internet\]. unpublished; 2017 \[citado 30 de mayo de 2022\].](#)
19. [Wittekind A, Cooper CE, Elwell CE, Leung TS, Beneke R. Warm-up effects on muscle oxygenation, metabolism and sprint cycling performance. Eur J Appl Physiol. 2012;112\(8\):3129-39.](#)
20. [Lane KN, Wenger HA. Effect of selected recovery conditions on performance of repeated bouts of intermittent cycling separated by 24 hours. J Strength Cond Res. 2004;18\(4\):855-60.](#)
21. [Edwards BJ, Edwards W, Waterhouse J, Atkinson G, Reilly T. Can cycling performance in an early morning, laboratory-based cycle time-trial be improved by morning exercise the day before? Int J Sports Med \[Internet\]. 2005;26\(8\):651-6.](#)
22. [Rønnestad BR, Hansen J, Nygaard H, Lundby C. Superior performance improvements in elite cyclists following short-interval vs effort-matched long-interval training. The Scand J Med Sci Sports. 2020;30\(5\):849-57.](#)
23. [Sánchez-Moreno M, Rodríguez-Rosell D, Díaz-Cueli D, Pareja-Blanco F, González-Badillo JJ. Effects of velocity loss threshold within resistance training during concurrent training on endurance and strength performance. Int J Sports Physiol Perform. 2021;16.](#)
24. [Jeukendrup A, VanDiemen A. Heart rate monitoring during training and competition in cyclists. J Sports Sci. 1998 Jan;16 Suppl:S91-9.](#)
25. [Bassett DR Jr, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. Med Sci Sports Exerc \[Internet\]. 2000 \[citado el 6 de julio de 2023\];32\(1\):70-84.](#)
26. [Seo DY, Kwak H-B, Kim AH, Park SH, Heo JW, Kim HK, et al. Cardiac adaptation to exercise training in health and disease. Pflugers Arch \[Internet\]. 2020;472\(2\):155-68.](#)
27. [Micklewright D, Papadopoulou E, Swart J, Noakes T. Previous experience influences pacing during 20 km time trial cycling. Br J Sports Med \[Internet\]. 2010 \[citado el 5 de julio de 2023\];44\(13\):952-60.](#)
28. [Mieras ME, Heesch MWS, Slivka DR. Physiological and psychological responses to outdoor vs. laboratory cycling. J Strength Cond Res. 2014;28\(8\):2324-9.](#)