

Prueba de esfuerzo para estimar el Umbral de Potencia Funcional en ciclistas femeninas de ruta

Exercise stress test to estimate functional threshold power in female road cyclists

María Elena González Revuelta^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-7019-6414>

José Javier Delgado González¹ <https://orcid.org/0000-0002-3665-5733>

José Francisco Monteagudo Soler² <https://orcid.org/0000-0002-4007-347X>

¹Instituto de Medicina Deportiva. La Habana, Cuba

²Universidad de Ciencias de la Cultura Física y el Deporte "Manuel Fajardo". La Habana, Cuba

^{1*} Autor para la correspondencia mariaelena25350@gmail.com

RESUMEN

Introducción: el uso del umbral de potencia funcional (UPF) es un importante parámetro de referencia del rendimiento del ciclista. Su determinación requiere de tecnologías costosas no disponibles actualmente en nuestro medio. Resulta necesaria buscar una metodología alternativa en condiciones de laboratorio que permita estimar el UPF para su utilización en la conducción del entrenamiento de las ciclistas femeninas de ruta del Equipo Nacional de Cuba

Objetivo: diseñar un protocolo de esfuerzo, que permita estimar el UPF en el laboratorio; así como el nivel de precisión de su estimación. **Metodología:** se llevaron a cabo métodos teóricos y empíricos, para diseñar el protocolo, realizándose un estudio de caso, con su aplicación en una ciclista de ruta. Se determinó el comportamiento de la frecuencia cardiaca, el esfuerzo percibido, la potencia máxima alcanzada y el umbral anaerobio. Se aplicó un factor de corrección para la estimación del UPF. **Resultados:** para el diseño se tuvieron en cuenta las características generales de duración, cargas y factores de corrección de los protocolos más utilizados con el

uso de tecnología específica para este fin. El análisis de los resultados obtenidos en el estudio de caso permitió estimar el valor del UPF, así como su correspondencia con el umbral del metabolismo anaeróbico lo que contribuyó a definir su nivel de precisión. **Conclusiones:** el protocolo diseñado permitió estimar el UPF con un nivel de precisión adecuado lo que demostró su utilidad para orientar la conducción del entrenamiento cuando no se disponga de la tecnología requerida para su determinación.

Palabras clave: Umbral de potencia funcional; ciclismo de ruta; prueba de esfuerzo en ciclismo.

ABSTRACT

Introduction: using Functional Threshold Power (UPF) is an important benchmark of cyclist performance. Its determination requires expensive technologies not currently available in our environment. It is necessary to look for an alternative methodology in laboratory conditions that allows estimating the UPF for its use in conducting the training of the female road cyclists of the Cuban National Team **Objective:** design an effort protocol that allows estimating the UPF in the laboratory ; as well as the level of precision of its estimation **Methodology:** theoretical and empirical methods were carried out to design the protocol, carrying out a case study, with its application in a road cyclist. The behavior of the heart rate, the perceived exertion, the maximum power reached and the anaerobic threshold were determined. A correction factor was applied to estimate the UPF. **Results:** for the design, the general characteristics of duration, loads and correction factors of the most used protocols with the use of specific technology for this purpose were taken into account. The analysis of the results obtained in the case study allowed us to estimate the value of the UPF, as well as its correspondence with the anaerobic metabolism threshold, which contributed to define its level of precision. **Conclusions:** the designed protocol allowed estimating the UPF with an adequate level of precision, which demonstrated its

usefulness to guide the conduct of training when the technology required for its determination is not available.

Keywords: Functional threshold power; road cycling; cycling stress test.

Recibido: 16/11/24

Aprobado: 12/12/24

Introducción

La panorámica mundial actual en materia de entrenamiento deportivo en el ciclismo ha determinado la necesidad de continuar profundizando en las bases científicas metodológicas del entrenamiento y con ello poder mantener a los deportistas cubanos ubicados en una posición elite a nivel internacional.

La evaluación sistemática del efecto del entrenamiento y su adecuación continua a las necesidades impuestas por los requerimientos competitivos, así como la obtención del perfil funcional, junto al análisis de las intensidades y volúmenes de trabajo, permite conocer las necesidades específicas de cada deportista, lo que, unido a la integración de la información con una estrategia adecuada, conduce a altos resultados.

Desde hace ya algunos años, en el mundo del ciclismo está bastante extendido el uso del umbral de potencia funcional (UFP) como referencia sobre el rendimiento del ciclista, así como para el establecimiento de las habituales zonas de entrenamiento. Este término, conocido en idioma inglés como FTP (Functional Threshold Power), fue acuñado en el 2010 por Coggan y Allen en su famoso libro “Training and Racing with a Powermeter”¹.

El Umbral de Potencia Funcional (UPF), es la máxima potencia promedio que un ciclista puede sostener durante una hora (60 minutos) y da una idea de cómo está su rendimiento funcional o forma deportiva; es una medida directa del rendimiento².

Algunos autores han definido el UPF, como la potencia máxima que se puede mantener de manera sostenida en un esfuerzo considerable^{3,4}, mientras que otros se han referido a éste como el dato de rendimiento que mejor predice como va a quedar un ciclista en una competición de cierta duración (más de 10 minutos) ya que se resume en conocer la potencia máxima que un ciclista es capaz de producir durante un esfuerzo de larga duración: entre 30 y 60 minutos aproximadamente⁵.

Existen diversos test de terreno e incluso de laboratorio que permiten determinar el UPF, pero en todos ellos se requiere de un medidor de potencia para establecer la relación directa con el rendimiento del ciclista en una prueba de resistencia⁵⁻⁹.

En el mundo desarrollado existe un incremento acelerado de los recursos y avances tecnológicos tales como bicicletas con cambios electrónicos, las potencialidades del uso de nuevas multiplicaciones, el medidor de potencia en las bielas, los pulsómetros, los *Garmin* (dispositivos inteligentes GPS conectados a internet y chequeados por ordenadores de sus entrenadores) utilizados para el ciclismo, que miden el desempeño de la actividad física y sus parámetros como frecuencia cardíaca, frecuencia de pedaleo o cadencia, distancia de recorrido, tiempo de carrera, velocidades en los tramos, y la potencia del trabajo, por mencionar solo algunas.

Es bien conocida la limitación de recursos tecnológicos que existe en nuestro medio para llevar a cabo investigaciones encaminadas a lograr elevar los resultados deportivos de las ciclistas.

En el equipo nacional no existen bicicletas con potenciómetros y los *Garmin* están limitados solo a pocas atletas, que generalmente se encuentran contratadas en el extranjero, por lo que se dificulta o se hace imposible la utilización de éstos en los test en el terreno.

La situación expuesta evidencia la necesidad de buscar una metodología alternativa en condiciones de laboratorio que, ante el déficit de recursos tecnológicos, pueda ser aplicada

luego, en condiciones de terreno, para ser utilizada como una herramienta útil en la conducción del entrenamiento de las ciclistas.

Como consecuencia de lo antes planteado el presente trabajo estuvo dirigido a diseñar un protocolo de esfuerzo máximo en un cicloergómetro, así como el nivel de precisión de su estimación, en condiciones de laboratorio y poder utilizar este resultado en el entrenamiento de las ciclistas femeninas de ruta del Equipo Nacional de Cuba.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio de tipo exploratorio, descriptivo, analítico, diagnóstico y transversal, con un estudio de caso, en el laboratorio de Pruebas de Esfuerzo del Instituto de Medicina Deportiva, en La Habana, Cuba.

Para ello se diseñó un nuevo protocolo de prueba de esfuerzo creciente hasta el agotamiento, encaminado a estimar el UPF, en ciclistas de ruta del sexo femenino, con la utilización de un cicloergómetro, en condiciones de laboratorio.

De un universo de 15 ciclistas del equipo nacional femenino de ruta del Velódromo Nacional “Reinaldo Paseiro”, se realizó un estudio piloto con una de las pedalistas con el fin de comprobar el protocolo diseñado en etapa de preparación física de un macrociclo de entrenamiento. La ciclista que participó del estudio fue seleccionada de forma intencional, para lo que se tuvo en cuenta que tuviera experiencia en el deporte, así como buenos resultados en test pedagógicos y competencias deportivas en la última temporada, además de no presentar lesión o afectación de su estado de salud en el momento de realizar la prueba. La ciclista seleccionada dio su consentimiento informado para participar de la investigación.

Para el diseño del protocolo se tuvieron en cuenta los resultados de las revisiones bibliográficas realizadas en relación a las pruebas de terreno y laboratorio encaminadas a la determinación del UPF, así como el criterio del entrenador acerca del rendimiento físico previo demostrado por la

ciclista en el entrenamiento y competencias recientes. De igual forma se le pidió al entrenador su criterio sobre el esquema de cargas que se aplicaría durante la prueba en correspondencia a las posibilidades reales de ejecución de la ciclista.

Durante la prueba de esfuerzo se determinaron las siguientes variables e indicadores:

- Indicadores de desempeño: Tiempo de trabajo (minutos), Potencia máxima alcanzada (PMA vatios), el rendimiento energético (mets).
- Frecuencia cardiaca máxima predicha, ($F_{cmax\ pred}$) según la fórmula $208 - (0,7 \times edad)^{10,11}$.
- Frecuencia cardiaca (F_c) (lat/min) en el reposo, en los 15 seg finales del minuto final de cada escalón, en el momento del máximo esfuerzo y en los minutos 1, 3 y 5 de la recuperación. La F_c se determinó mediante un pulsómetro marca Polar.
- El esfuerzo percibido (EP) se determinó mediante la escala modificada de Borg de 0-10 puntos¹², en cada uno de los escalones de carga, así como en el esfuerzo máximo.
- Umbral del metabolismo anaerobio (UMAN) fue estimado según el rango de frecuencia cardiaca propuesto por Zintl Fritz, para deportistas entrenadas¹³, por no haber existido disponibilidad de lactato en el momento de la realización de esta prueba.
- Umbral de potencia funcional (UPF)(vatios) se estimó a partir de un factor de corrección del 85 % de la Potencia Máxima Alcanzada³.
- Indicadores Aerobios en el esfuerzo máximo: $MVO_2(l/min)$, MVO_2/KG , (ml/kg/min), MVO_2/FCM . (ml/min/lat)
El MVO_2 se estimó mediante la fórmula de Wasserman 1981¹⁴.

Resultados

En la Figura 1 se muestra el esquema ergométrico del protocolo diseñado para la realización del estudio piloto con la ciclista de ruta, con la intencionalidad de estimar el UPF.

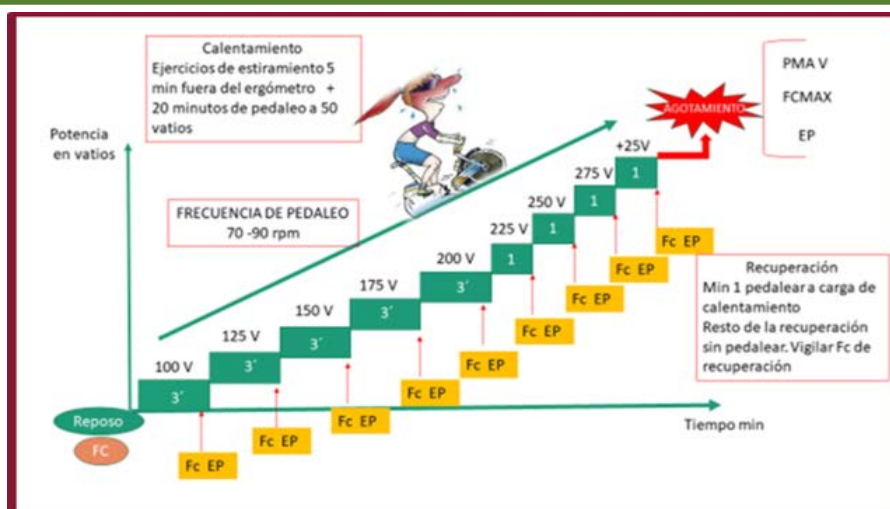


Figura 1. Diseño del protocolo de esfuerzo para las ciclistas de ruta femenina.

En la figura se describen también las características del calentamiento y la recuperación.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez finalizado el calentamiento, se inició la prueba de esfuerzo con una carga inicial de 100 watts, durante 3 minutos, incrementándose 25 vatios cada 3 minutos, hasta completar 5 escalones (en total 15 minutos de trabajo; a partir del quinto escalón se continuó aumentando la carga en 25 vatios cada un minuto, hasta que se alcanzó el agotamiento, momento en el que se determinó la frecuencia cardíaca máxima, la potencia máxima vencida, el esfuerzo percibido y el tiempo total de la prueba.

La cadencia del pedaleo se mantuvo durante toda la prueba entre 70-90 r.p.m.

Durante todo el test se tomó la frecuencia cardíaca y el esfuerzo percibido al final de cada escalón del test, tal y como se muestra reflejado en la Figura 1.

Una limitación de este trabajo fue que no se dispuso de lactato para la determinación del momento de aparición del UMAN por lo que éste fue estimado mediante el rango de frecuencias cardíacas sugeridos por Zintl Fritz en deportistas entrenadas¹³.

En la Tabla I se reflejan los datos recogidos durante la prueba piloto realizada

Tabla I. Planilla de recolección de datos.

No. de escalón	Carga (vatios)	Tiempo (min)	Esfuerzo percibido Final de cada escalón	Frecuencia cardíaca (lat/min) Final de cada escalón
1	100	3	3	126
2	125	3	3	129
3	150	3	6	141
4	175	3	6	146
5	200	3	6	154
6	225	1	6	160
7	250	1	7	162
8	275	1	8	163
9	300	1	8	169
10	325	1	9	170
11	350	1	9	178 UMAN
12	375	1	10	182
13	400	1	10	185
	Recuperación (lat/min)	min (1)		144 (38.3%)
		Min (3)		120 (60.7%)

		Min (5)		90 (88.7%)
--	--	---------	--	------------

Fuente: datos de los autores

En la Tabla I se resalta el momento de estimación de arribo al UMAN con una frecuencia cardíaca de 178 lat/min.

En la Tabla II se reflejan los valores de las variables e indicadores determinados durante la prueba de esfuerzo realizada.

Como observa en la Tabla II se fijó como Frecuencia cardíaca para estimar el UMAN, el momento en que la ciclista alcanzó 178 lat/min valor que se ubica a 3 lat/min por encima del límite superior propuesto por Zintl para atletas entrenados, (175 lat/min) y 2 lat/min por debajo del rango inferior propuesto para atletas muy entrenados (180 lat/min).

Tabla II. Variables e indicadores determinados durante el estudio de caso realizado.

Desempeño	Tiempo de trabajo (min)	Mets	Índice Carga/ peso	UPF 85 % De pot Max vatios	Potencia máxima alcanzada (vatios)
	23	18.7	5.2	340	400
Pulsometría	Frec rep Lat/min	Frec máx predicha Lat/ min	Frec máx alcanzada Lat/ min	% Fc máx alcan/ predicha	
	78	191	185	97 %	
UMAN	Tiempo aparición (min)	Fc Lat/ min (% Fc máx alcanz)	Potencia (vatios)	Esfuerzo percibido	

	21	178 (96 %)	350	9	
Parámetros aerobios (Esfuerzo Máximo)	VO2 pico ml/ min	VO2 P/ kg ml/kg/min	Pulso de oxígeno (VO2Pico/ Fc máx)	Esfuerzo percibido	
	4796	65.6	26	10	

Como se aprecia en los resultados reflejados en la Tabla II, la ciclista trabajó en el ergómetro durante 23 minutos llegando a un 97 % de la frecuencia cardíaca máxima predicha^{10,11} y alcanzando la frecuencia cardíaca prevista para estimar el UMAN a los 21 minutos de iniciarse la prueba y solo dos minutos más tarde se produjo el agotamiento.

La potencia a nivel del UMAN fue de 350 vatios, y a nivel del esfuerzo máximo de 400 vatios, mientras que el UPF calculado en base a un factor de corrección de 85 % de la potencia máxima alcanzada se ubicó en un valor de 340 vatios es decir a un 97 % de la potencia alcanzada en el UMAN).

En la Tabla II también aparecen reflejados los valores estimados para los parámetros aerobios y el esfuerzo percibido en el momento del máximo esfuerzo.

En la Figura 2 se ha representado gráficamente el comportamiento de la frecuencia cardíaca a partir del escalón 9, y los valores de potencia en el UPF, en el UMAN y en el esfuerzo máximo. En color rojo se destaca el valor del UPF al 85 % de la Potencia máxima, así como el valor estimado para la frecuencia cardíaca a nivel del UPF (175 lat/min) que se corresponde con un 98 % de la Fc estimada en el UMAN (178 lat/min)

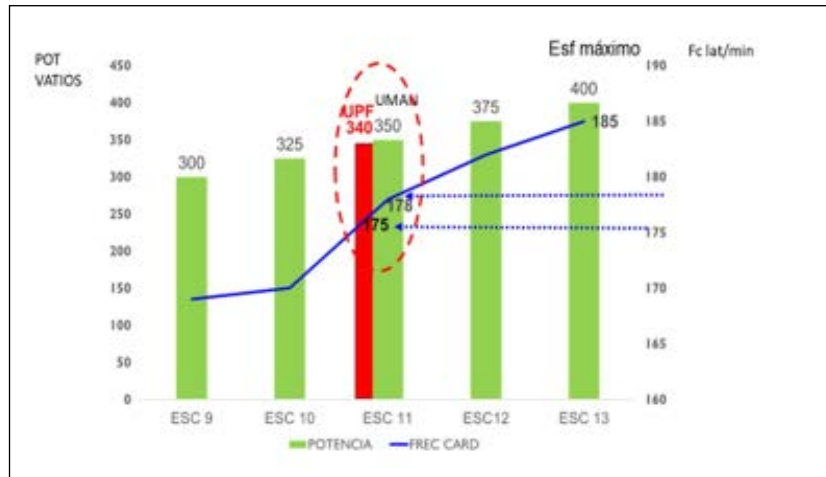


Figura 2. Valores de frecuencia cardíaca y potencia a partir del escalón 9 hasta el esfuerzo máximo.

Fuente: datos de los autores.

Discusión

El UPF es una referencia básica dentro del entrenamiento por potencia en el ciclismo. Para entender de una forma práctica su significado, Pérez Lases, ha planteado que: “en el momento de pedalear se necesita tener alguna manera de controlar qué no te estás pasando de vueltas para no explotar antes de tiempo o bien controlar que no te estés desempeñando por debajo de tus posibilidades y conocer hasta qué punto puedes incrementar la intensidad”¹⁵. Aquí es donde entra en juego el UPF, por tanto, es un elemento que informa sobre el rendimiento del ciclista¹⁵.

Realmente los métodos más precisos para la medición de estos umbrales son más complejos, se basan en la obtención de sangre para medir la cantidad de lactato (“mmol/l”) o en un análisis de gases donde se obtienen los umbrales ventilatorios a partir de la cantidad de oxígeno y dióxido de carbono que se respira durante una prueba de esfuerzo¹⁶.

En relacion con la estructura del test diseñado, éste cuenta con dos etapas, una etapa submaximal que resulta más adecuada para poder evaluar las adaptaciones fisiológicas o funcionales, musculares y metabólicas provocadas por el entrenamiento, como lo es por ejemplo el momento de aparicion del UMAN y una etapa maximal, donde se pueden evaluar los indicadores durante un esfuerzo máximo.

En cuanto a la duración total del protocolo, ésta ha sido ajustada aproximadamente a 20 minutos, en similitud a los test de 20 minutos muy utilizados en condiciones de terreno para la determinación del umbral de potencia funcional⁷, de los cuales 15 minutos se han distribuidos en 5 escalones de esfuerzo creciente de tres minutos de duracion cada escalon y los minutos restantes (para alcanzar aproximadamente los 20 minutos) estarán en dependencia del rendimiento funcional individual de cada deportista.

La duracion de 3 minutos de los escalones del test, tiene la finalidad de esperar un tiempo adecuado para que el lactato que se esté produciendo a nivel muscular, pueda difundir desde el músculo a la sangre y de esta forma su determinación resulte más exacta para un determinado nivel de carga física, a nivel del UMAN. Aún cuando no se pudo determinar el lactato en el caso piloto, la estructura del test diseñado, sí ha tomado en consideración su determinacion, por considerarlo necesario para estudiar el impacto endógeno de las cargas de entrenamiento sobre el comportamiento metabólico de los deportistas.

Aunque en la literatura se reportan diferentes test tanto de terreno como de laboratorio con duraciones que van desde los, 5, 8 ,20 y 60 min⁵⁻⁹, el test de duración aproximada de 20 minutos, es entre los test cortos, el que más correlación tiene con los test de umbrales (de lactato y ventilatorios) en el laboratorio, y no es tan estresante como una prueba completa de 60 minutos².

Por otro lado, esta duración no es tan larga como para provocar la aparición de la fatiga en ciclistas entrenadas, condición que pudiera impedir llegar al esfuerzo máximo y por tanto imposibilitar que se midieran los indicadores que son necesarios evaluar en ese momento, como lo son la potencia máxima mecánica en vatios, (y a partir de este valor, estimar el UPF), y

la frecuencia cardíaca máxima alcanzada como indicador del máximo esfuerzo realizado durante la prueba, sobre todo si no se dispone de un analizador de gases ni posibilidad de determinar los niveles de lactato.

En cuanto a la dosificación de las cargas, en los escalones del protocolo de esfuerzo, se tomaron como referencia dos criterios: el primero, fue el criterio emitido por el entrenador, así como por los especialistas del laboratorio, quienes coincidieron en plantear que 100 watt resultaba un valor adecuado susceptible de ser vencido sin dificultad, en el momento de comenzar la prueba. Además, este criterio fue similar al que impuso Luján⁷, como carga inicial de un test incremental en condiciones de laboratorio para determinar el UPF.

La diferencia estuvo en que, en el protocolo de Luján, los aumentos fueron de 20 watts cada minuto, pues su objetivo era solo determinar la potencia máxima alcanzada para estimar el UPF, mientras que en el protocolo diseñado para esta investigación los incrementos fueron de 25 vatios en cada escalón de 3 minutos lo, se consideró un nivel adecuado de exigencia para que se pudiera mantener un esfuerzo creciente durante los 20 minutos aproximados de duración del test y a la vez que permitiera comprobar la cinética del lactato a nivel del UMAN, a pesar de que finalmente, no pudo llevarse a cabo como ya ha sido señalado.

En cuanto al factor de corrección utilizado para estimar el UPF a partir de la potencia máxima alcanzada en un test de aproximadamente 20 minutos, éste se utiliza para corregir el esfuerzo realizado con relación al posible valor de potencia máxima, que se alcanzaría en un test de referencia de 60 minutos en condiciones de terreno³. El factor de corrección se ha planteado que puede fijarse en un intervalo entre 0.75 a 0.98 en dependencia de las capacidades más o menos anaerobias de los ciclistas⁷.

En esta prueba el coeficiente se fijó en un valor de 0.85 (85 %), que resultó estar entre un valor intermedio al rango propuesto por Luján⁷, ya que, aunque esta ciclista presento valores satisfactorios para los parámetros aerobios de acuerdo a la etapa en la que se encontraba (Tabla II), no fue igual en relación a la preparación anaerobia que esta ciclista demostró durante la prueba piloto.

En los resultados encontrados durante la prueba piloto, se observa que esta ciclista llegó a la frecuencia cardíaca estimada para ubicar el UMAN a los 21 minutos del comienzo del trabajo, por lo que teniendo en cuenta que se encuentra en una etapa de preparación general, este valor puede considerarse como un indicador aceptable de su resistencia aerobia, susceptible de continuar mejorando con el entrenamiento.

En cuanto a la percepción del esfuerzo al alcanzar el UMAN, se percibió un esfuerzo de 9 catalogado como muy fuerte, no coincidiendo éste con el valor esperado el momento del UMAN en el que se esperaba una percepción del esfuerzo en un rango más bajo, es decir de 4-5 (moderado a fuerte).

El resultado encontrado en relación al esfuerzo percibido en el UMAN pudo haber estado condicionado por dos razones: la primera, a un mal manejo o una mala familiarización de la escala de percepción del esfuerzo de Borg por parte de la ciclista^{17,18}, y en segundo lugar por una reducida capacidad anaerobia de la deportista lo que se puede inferir debido al corto tiempo que pudo permanecer trabajando después de haber alcanzado el UMAN. En el esfuerzo máximo, aunque se obtuvieron valores adecuados de los indicadores del rendimiento aerobio, la ciclista se encontraba en un 97 % de la frecuencia cardíaca máxima predicha, lo que hace pensar que pudo haber continuado trabajando durante algún tiempo más en el ergómetro.

Este comportamiento demostrado durante la prueba realizada pudo haber estado condicionado por varios factores: entre ellos a la falta de motivación para continuar realizando la prueba, ya que se ha planteado que a un porcentaje elevado de ciclistas les cuesta mucho encontrar la motivación para llevar estos test a feliz término⁵. También puede influir la resistencia cardiorrespiratoria del deportista, (lo que se toma en consideración en esta ciclista (debido a los resultados de sus parámetros aerobios), así como a los mets alcanzados durante el desempeño en el ergómetro,(18,7mets) , pero , por otro lado, puede también estar relacionado con una capacidad anaerobia limitada, para soportar esfuerzos que requieren de una creciente participación anaerobia como lo son los esfuerzos que se encuentran por encima del umbral del

metabolismo anaerobio, lo que sí se toma en consideración debido a la prematuridad con que se presentó la fatiga, una vez traspasado el UMAN.

Luego a pesar de ser una ciclista con un rendimiento aerobio bueno, pero con una capacidad anaerobia limitada es que se decidió fijar en 0.85 el factor de corrección para la potencia en el máximo esfuerzo y a partir de esto poder estimar el valor del UPF.

En relación con la correspondencia entre el UPF y la potencia en el UMAN, autores como Coggan & Allen², han planteado que, el UPF estimado a partir de la potencia máxima obtenida durante un test, es representativo o equivalente a la potencia desarrollada en el umbral de anaerobio del ciclista. En el caso piloto llevado cabo, se encontró una correspondencia de un 97 % entre el valor de la potencia estimada en el UPF y el valor de la potencia en el umbral anaerobio.

En relación a la frecuencia cardíaca fijada en el momento del UMAN (178 lat/min) , y la estimada para el valor de potencia en el UPF (175lat/min) , se encuentra una diferencia de solamente de 3 lat/min considerándose que un rango de frecuencia cardiaca entre 175-178 lat/min, puede ser adecuado , para la estimación del UPF, con un nivel adecuado de precisión, en ausencia de otra tecnología que permita determinarlo de forma directa más precisa.

Como conclusiones del trabajo se plantea que el protocolo diseñado permitió estimar el UPF con un nivel adecuado de precisión, así como demostrar su utilidad como herramienta práctica para orientar la conducción del entrenamiento cuando no se disponga de la tecnología requerida para determinarlo con una mayor precisión.

Referencias bibliográficas

1-Hunter A, Coggan A. Training and racing with a power meter. 2Rev (ebook) ED.Velopress USA 2010.

2-López CHJ. Umbral de potencia funcional en ciclistas. Publicación on line junio, 2018.

Disponible en: <https://www.fisiologiadelejercicio.com/umbral-de-potencia-funcional-en-ciclistas/>

- 3-Coggan A, Hunter A. Zonas de entrenamiento con potenciómetro [Internet]. Escuela Ciclismo 2 rodes. Castellón, España. Feb, 2010. [actualizado 12 abril 2022]. Disponible en: <http://escuela2rodes.com>
- 3-Carabantes A. ¿En qué consiste el Test de FTP?, ¿cómo llevarlo a cabo? [Internet]. YOSOYCICLISTA. Real Federación Española de Ciclismo. Madrid, España. Sept, 2020; [actualizado 11 ene 2022; Disponible:<https://www.runnea.com/articulos/entrenamiento-running/2020/09/zonas-entrenamiento-6692/>
- 4-Yago A, Talavera E. Test de FTP para estimar el FTP en 5 minutos. Ciclismo y Rendimiento. Feb 2020. Disponible en:<https://www.ciclismoyrendimiento.com/test-de-5-minutos-para-estimar-el-ftp-de-un-ciclista/>
- 5-Ahumada F. Test de 5 minutos para determinar zonas de entrenamiento. Blog Endurance group, 16 julio 2020. Disponible en:<https://blog.endurancegroup.org/test-de-campo-de-5-minutos-para-determinar-zonas-de-entrenamiento-en-ciclismo-con-y-sin-potenciometro/>
- 6-Luján M. Comprueba tu umbral funcional de potencia (FTP) como los profesionales. Sport Life. España, Feb 12 2022. Consultado 20 Dic 2022. Disponible: https://www.sportlife.es/entrenar/ciclismo/comprueba-tu-umbral-funcional-potencia-ftp-como-profesionales_251608_102.html
- 7-Serra A. Test FTP/UPF para el ciclismo. LBDC La bolsa del corredor. Webrum Sport Grupo Z. Consultado 17 dic 2022. Disponible en: <https://www.sport.es/labolsadelcorredor/test-ftpupf-para-ciclismo/>
- 8-MacInnis MJ, Aaron CQ, Stuart MP&T. The Reliability of 4-Min and 20-Min Time Trials and Their Relationships to Functional Threshold Power in Trained Cyclists. International Journal of Sports. Physiology and Performance. 2018; 1-27. Disponible: <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0100>

- 9-Ecuaciones predictivas para la frecuencia cardíaca máxima. Mito o realidad [Internet]. Revista Mexicana de Cardiología. 2016; 27(4). México, oct/dic. Disponible en: <https://revmexcardiol@gmail.com>.
- 10-Tanaka H, Monahan KD, Seal DR. Age predicted maximal heart rate revisited. J Am Coll Cardiol. 2001; 37:153-156.
- 11-Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. Medicine and science in sports and exercise. 1982; 14(5):377-381.
- 12-Fritz Z. Entrenamiento de la Resistencia. Fundamentos, Métodos y dirección del entrenamiento. Barcelona. Ed. Martínez Roca SA; 1991. p.160.
- 13-Wasserman, K. Prediction of oxygen uptake and CO2 output for any given workload in watts. In. Erich Jaeger (eds.) Ergoespirometry Seminar .Predicted values for exercise testing. Alemania Jaeger; 1981. p. 4-6.
- 14-Pérez LB. Aprende a calcular las zonas de entrenamiento para entrenar de manera inteligente en el ciclismo [Internet]. Zone3. Madrid, España. [actualizado 20 nov 2019]. Disponible en: <https://www.zone3.es>
- 15-Naclerio F, Barriopedro I y Rodríguez G. Control de la Intensidad en los Entrenamientos de Fuerza por medio de la Percepción Subjetiva del Esfuerzo. Kronos. 2009; 8(14):59-66.
- 16-Faulkner J, Parfitt G and Eston R. Prediction of maximal oxygen uptake from the ratings of perceived exertion and heart rate during a perceptually regulated sub-maximal exercise test in active and sedentary participants. European Journal of Applied Physiology. 2007; 101(3):397-407.

Declaración de Autoría

-María Elena González Revuelta: realizó aportes sustanciales a la idea, al diseño del estudio y al análisis e interpretación de las fuentes; participó en la búsqueda bibliográfica. Realizó la redacción final y la revisión crítica del contenido intelectual. Aprobó la versión final del manuscrito para su publicación.

-José Javier Delgado González: realizó aportes a la idea y al diseño del estudio, participó en la búsqueda bibliográfica y en su análisis e interpretación. Participó en la redacción y aprobó el manuscrito para su publicación.

-José Francisco Monteagudo Soler: realizó aportes a la idea y al diseño del estudio. Participó en la redacción y aprobó el manuscrito para su publicación.

Conflicto de Interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.