

Sport Performance

Comparación de Variables Fisiológicas Entre Diferentes Tipos de Practicantes de Ciclismo Indoor (CI)

Comparison Between Physiological Parameters in Different Types of Indoor Cycling Practitioners

Moral González, Susana.¹, Barranco Gil, David.¹

¹Universidad Europea de Madrid. Facultad Ciencias del Deporte

Dirección de contacto: susana.moral@universidadeuropea.es

Susana Moral González

Fecha de recepción: 16 de abril de 2018

Fecha de aceptación: 08 de mayo de 2018

RESUMEN

El ciclismo indoor (CI), es una de las actividades fitness más practicadas en los centros deportivos españoles. Igualmente, el ciclismo recreativo es la actividad deportiva más practicada por los españoles. Ante esto encontramos un gran número de usuarios que combinan ambas actividades, por lo que parece de especial interés conocer las diferencias que surgen entre ambos tipos de población. Se estudiaron a 30 sujetos (n=13; solo CI), (n=17; CI y ciclismo de carretera), que practicasen CI desde hace al menos 3 años, con una frecuencia media de más de 3 días por semana. Se han observado diferencias significativas ($p < 0,05$) para los valores de VO₂ en VT1 en mlO₂/kg/min ($p < 0,015$); para los w/kg en VT2 ($p < 0,014$); en el caso de la RPE en VT2 ($p < 0,039$) y para el VO₂ máx en mlO₂/kg/min ($p < 0,043$). Para el resto de los valores analizados, no se han encontrado diferencias significativas, aunque parece que aquellos sujetos que combinan dos actividades muestran una condición física mejor que la de aquellos que únicamente realizan CI. De los resultados obtenidos, se podría extraer que existe una influencia positiva a nivel fisiológico en aquellos sujetos que combinan ambas actividades sin problemas para su rendimiento físico.

Palabras Clave: ciclismo indoor, spinning, potencia, ciclismo de carretera

ABSTRACT

Indoor cycling (IC) is one of the most practiced fitness activities in Spanish fitness centers. Likewise, recreational cycling is the activity most practiced by Spaniards. Because of this, we find many users that combine both activities, so it seems to be interesting to know the differences that have between both types of population. We studied 30 subjects (n = 13; IC only), (n = 17; IC and road cycling), who practiced IC for at least 3 years, with a frequency of more than 3 days per week. Significant differences (p <0.05) were observed for VO₂ values in VT1 in mlO₂/kg/min (p <0.015); for w/kg in VT2 (p <0.014); RPE in VT2 (p <0.039) and for the VO₂ max in mlO₂/kg/min (p <0.043). For the rest of the values analyzed, no significant differences were found, although it seems that those subjects who combine two activities show a better physical condition than those who only perform IC. From the results obtained, it could take out that there is a positive influence at the physiological level in those subjects who combine both activities without problems for their physical performance.

Keywords: indoor cycling, spinning, power, road cycling

INTRODUCCIÓN

El Ciclismo Indoor (CI) se define como una actividad física colectiva, realizada sobre una bicicleta estática al ritmo de la música, desarrollando un trabajo predominantemente cardiovascular de alta intensidad, con una intervención muy elevada de los grandes grupos musculares de los miembros inferiores (Barbado, 2005). Otros estudios (Caria, Tangianu, Concu, Crisafulli & Mameli, 2007) lo definieron como un programa de entrenamiento que podría ayudar en el entrenamiento de ciclistas profesionales.

Actualmente, el entrenamiento en grupo, incluyendo el CI, es la segunda tendencia más practicada en los centros de fitness americanos (Thompson, 2017). El control de la intensidad se ha convertido en uno de los principales aspectos a considerar durante la práctica del CI ya que es un elemento fundamental para conseguir los objetivos deseados y desarrollar la actividad dentro de unos parámetros de seguridad adecuados.

El CI es una actividad cardiovascular de alta intensidad. Barbado (2013) observó una frecuencia cardiaca (FC) media del 80,95 ± 8,30% de la FC máxima (FC máx) teórica tras analizar 39 sesiones de esta disciplina (Tabla 1.).

Tabla 1. FC media durante las sesiones de CI.

	FC Media (lpm.)		%FC máx teórica	
	Media	DE	Media	DE
Sesión Completa	144,84	15,59	80,95	8,30
FCmedia1	135,37**	16,50	75,86**	8,87
FCmedia2	148,84**	15,85	83,21**	8,46
FCmedia3	153,79**	16,66	85,95**	8,72
FCmedia1: FC media hasta el minuto 15; FCmedia2: FC media entre minuto 16 y 30; FCmedia3: FC media entre minuto 31 y último pico de intensidad de la sesión.				
** p<0,01 respecto al resto de grupos.				
Fuente: Barbado (2013).				

Esta intensidad es calificada como vigorosa (Garber et al., 2010). Por tanto, algunos autores recomiendan una supervisión inicial (Caria et al., 2007). Algunas de las adaptaciones cardiovasculares relacionadas con este tipo de ejercicio son las siguientes: reducción de la FC en reposo y en ejercicio, efecto hipotensor a partir de la reducción en la resistencia vascular y por tanto disminución de la tensión arterial en reposo y en ejercicio, incremento de: las cavidades del corazón; mayor volumen sistólico, mayor consumo de oxígeno máximo (VO₂ máx), etc.

En uno de los primeros estudios sobre CI realizado por Francis, Stavig-Witucki & Buono (1999) monitorizaron a 14 sujetos sanos durante la realización de una sesión de CI. La FC media en la parte principal de la sesión fue del $87,2 \pm 4,5\%$ FC máx, siendo el VO2 medio del $73,9 \pm 5,5\%$ VO2 máx. Otros estudios como el de Richey, Zabik & Dawson (1999) obtuvieron conclusiones similares en cuanto a las intensidades que se alcanzan en las sesiones de CI, clasificando este tipo de ejercicio como una actividad física agotadora.

Crumpton, Scharff-Olson, Williford, Bradford & Walker (1999) observaron que, tras una sesión de 40 minutos de duración, la FC media fue de 153,5 latidos por minuto (lpm), lo que correspondió con el 83% FC máx teórica. Por otro lado, Scharff-Olson, Williford, Bradford, Walker & Crumpton (1999) encontraron valores del 88% de la FC máx y el 78% VO2 máx.

Posteriormente Caria et al. (2007) en un estudio realizado en laboratorio, en el que se midió la FC el VO2 y la potencia generada durante una sesión de CI observaron que mientras los sujetos pedaleaban individualmente al ritmo de la música escuchándola a través de unos auriculares los varones alcanzaron una FC media de 136 ± 13 lpm. y las mujeres de 143 ± 25 lpm. Esto supuso un 77,2% FC máx para los hombres y un 81,7% FC máx para las mujeres. En el caso del VO2 máx durante la sesión fue de un 67,9% para los chicos y un 73,5% VO2 máx, para las chicas. En ambos casos las diferencias entre sexos no fueron significativas ($p > 0,05$).

En otro estudio similar, Battista et al. (2008) realizaron un estudio en el que 20 mujeres sanas realizaron dos sesiones de CI visualizando un video. Se midió la FC máx, el VO2, la potencia, y otros parámetros como el tiempo por debajo del umbral ventilatorio, tiempo entre umbrales y tiempo por encima del umbral anaeróbico. De este modo concluyeron que el CI es una actividad que podría resultar efectiva para el entrenamiento de atletas de élite, por alcanzar intensidades de entrenamientos similares.

Piacentini, Gianfelici, Faina, Figura & Capranica (2009) realizaron un estudio en el que el objetivo fue verificar si las intensidades de una sesión de CI se mantienen dentro de las recomendaciones del Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM). La muestra constó de 15 sujetos (8 hombres y 7 mujeres) con al menos 2 años de experiencia en la práctica del CI, los cuales realizaron una sesión de CI. Se estudió si la FC recomendada por el instructor era la FC que alcanzaba el participante durante el entrenamiento. Observaron que para los hombres la FC media fue un 89% FC máx y de un 82% FC máx, para las mujeres.

Los participantes del estudio permanecieron el 80% del tiempo total de la sesión con una FC durante el entrenamiento, superior a la FC recomendada por el instructor. Los autores concluyeron que la intensidad registrada fue superior a las directrices que se dan para la práctica de las actividades dirigidas a la salud y que el CI debe considerarse como una actividad "muy intensa", por lo que se tendría que prestar una especial atención a los participantes noveles ya que no tienen un feedback sobre la intensidad que alcanzan durante la sesión.

En esta línea, López-Miñarro & Muyor (2010) realizaron un estudio en el que 59 sujetos sanos con poca experiencia participaron en una sesión que se llevó a cabo en un gimnasio. Para que los sujetos pudieran dosificar la intensidad del entrenamiento, el instructor utilizó la Escala de Borg 6-20 (RPE). Se observó una RPE de $14,2 \pm 1,8$. Estos valores son considerados por el ACSM como "intensidad dura" (Garber et al., 2011). Así mismo, Muyor (2013), confirmó, en un estudio realizado con 53 sujetos de un centro de *fitness*, que el CI es una actividad que conlleva un esfuerzo de alta intensidad y que podría ser inapropiado para algunos participantes. Además concluyó, que la Escala de Borg y OMNI muestran una baja validez para dosificar la intensidad en las sesiones de CI e incide en la necesidad de controlar la intensidad del esfuerzo con otros instrumentos como la FC, que puedan aumentar el control de la intensidad en esta actividad.

En el 2015, Muyor, Vaquero-Cristóbal, Alacid, y López-Miñarro evaluaron a 133 sujetos entre 22 y 64 años de edad (38 hombres y 95 mujeres) de un centro de *fitness*. Midieron la Frecuencia Cardiaca de Reserva (FCR) y las puntuaciones totales de RPE durante una sesión de CI. La media de FCR y RPE mostrados durante la fase principal se consideraron de alta intensidad en hombres y mujeres. Los autores concluyeron que el CI es una actividad de alta intensidad y que el RPE de Borg no es un instrumento válido para controlar la intensidad del esfuerzo durante la actividad de CI aunque si puede complementarse con la monitorización de la FC. Además, consideran necesario determinar si aumentan las correlaciones entre la FC y el RPE en función del nivel de familiarización de los practicantes.

Igualmente, Barbado (2013), midió la FC y el RPE en 39 sesiones de CI en gimnasios. Participaron 300 sujetos con una experiencia previa de 3 años de media y que practicaban dicha actividad con frecuencia. Se observó una FC media de $144,84 \pm 15,59$ lpm. y un RPE entre 5,39 y 7,14. Estos valores corresponden a lo que el ACSM denomina como "actividad vigorosa". Además, dicha intensidad se mantuvo elevada durante largos periodos de tiempo. Además, también se encontró una correlación entre FC y RPE significativa pero débil, sugiriendo que, para controlar la intensidad del ejercicio durante las sesiones de CI, se deberían de utilizar ambos métodos de forma simultánea.

A la vista de estos datos, los objetivos del presente artículo son los siguientes: 1. Determinar los parámetros fisiológicos mediante prueba de esfuerzo incremental en rampa de un grupo de sujetos que practican exclusivamente de forma

habitual CI; 2. Determinar los parámetros fisiológicos mediante prueba de esfuerzo incremental en rampa de un grupo de sujetos que practican de forma habitual CI y además practican ciclismo de carretera; y 3. Comparar el comportamiento de las variables fisiológicas estudiadas en ambos grupos y valorar cuales son aquellas entre las que se establecen diferencias significativas.

MÉTODO

Las mediciones se realizaron en el laboratorio de fisiología del ejercicio de la UE (Madrid). Para ello los participantes realizaron 3 pruebas de esfuerzo separadas por un mínimo de 48 horas y un máximo de 72 horas. Cada una de las pruebas de esfuerzo y recogida de datos fueron llevadas a cabo por el mismo investigador. Se informaba a los participantes del protocolo a realizar el mismo día de la prueba y no se le daba ningún dato ni resultado hasta que su participación en el estudio se diese por concluida.

Muestra

La muestra en esta investigación estuvo compuesta por 30 sujetos varones, los cuales tenían una edad comprendida entre 23 y 53 años, siendo el valor medio $39,77 \pm 6,26$ años. El peso medio es de $79,22 \pm 6,69$ Kg.

Los participantes en la investigación manifestaron una experiencia media en la práctica de CI de al menos de 3 años y practicaban esta actividad con una frecuencia media de más de 3 días por semana. 17 de los 30 sujetos analizados además de practicar CI también practicaban ciclismo de carretera al menos un día por semana (56,66%). 13 sujetos (46,33%) realizan de forma exclusiva clases de CI.

Los sujetos no padecían enfermedad conocida, no admitiéndose para este estudio sujetos con problemas articulares, musculares o tendinosos, ni aquellos que tomaban medicamentos que pudieran tener un efecto sobre la respuesta de la FC durante el ejercicio. Además los sujetos no tomaron cafeína ni otros estimulantes, en las 3 horas previas a la realización de la prueba, ni realizaron ejercicio extenuante en las 24 horas previas a cada una de las pruebas de esfuerzo.

Procedimientos

Antes de la primera visita los sujetos serían informados de las características del estudio y sus posibles riesgos añadidos, así como la libertad para su participación y su posible abandono en cualquier momento mientras durase el proceso. Para ello se les entregó un consentimiento informado por escrito que debieron rellenar y firmar.

Los sujetos fueron pesados y tallados con ropa deportiva (camiseta de manga corta, culotte de ciclista o pantalón corto y zapatillas específicas para la práctica de la actividad), antes del inicio de cada una de las pruebas. Se utilizó una báscula de precisión de 0,01 kg. que era calibrada antes de cada pesaje (Seca 784, Hamburgo, Alemania), y un estadiómetro de pared (Seca 437, Hamburgo, Alemania) con precisión de 1 mm.

Antes de cada prueba se colocó y adaptó en cada sujeto una banda Suunto Smart Sensor (Suunto AMbit 3 Sports, Vantaa, Finlandia) que transmitía los datos vía Bluetooth Smart al receptor de muñeca (Suunto AMbit 3 Sports, Vantaa, Finlandia) para la monitorización de la frecuencia cardiaca durante la prueba.

Cada sujeto estaba bien descansado antes de cada prueba, no realizando ningún trabajo físico intenso durante las 24 horas previas, evitando la ingesta de cualquier tipo de estimulante como la cafeína que pudiese alterar las pruebas durante estas 4 horas previas.

En cuanto a la temperatura y humedad del laboratorio fue medida en cada una de las pruebas utilizando una estación meteorológica (Oregon Scientific Bar 806, Potland, Oregón, Usa), siendo las condiciones ambientales similares para todos los sujetos $24,66 \pm 3,37^{\circ}\text{C}$ y $39,83 \pm 4,89\%$ de humedad relativa.

Todas las pruebas fueron realizadas sobre en un cicloergometro (Ergoselect 200K, Bitz, Alemania). Los pedales fueron modificados en función de cada sujeto, utilizando aquellos que los ciclistas utilizaban en su bicicleta donde realizaban su práctica habitual y con los que ya estaban familiarizados. El sillín y el manillar eran ajustados a las características antropométricas del sujeto de tal forma que este adoptase una postura convencional, la cual se caracterizó por la inclinación del tronco a unos 75° (ángulo formado entre el trocánter mayor del fémur y el acromion de la escápula) y en el caso de la extremidad inferior se buscó una inclinación de entre 140 y 150° cuando el pie se encontraba en el punto bajo más distal de la cadera (ángulo formado por el trocánter mayor del fémur, el cóndilo femoral y el maléolo externo del tobillo).

Para la obtención de los ángulos se ha utilizado un goniómetro específico para la medida de los mismos desarrollado por la empresa especializada en biomecánica del ciclismo Custom 4 us.

En el test se recogieron los datos del intercambio de gases de forma continuada utilizando un sistema de respiración por respiración automatizado Ultima™ Series Medgraphics™ Cardiorespiratory Diagnostics. Model: Ultima Series; Part Number: 790705; Serial Number: 218000775; Rev: J; MFG Date: 07-30-2008 (St. Paul, Minnesota, USA).

Los instrumentos de medida fueron calibrados antes de cada prueba y se hicieron los ajustes ambientales necesarios. La toma de datos se realizó en intervalos de 5 segundos.

Para medir la percepción subjetiva del esfuerzo del sujeto en cada test se utilizaría la escala de Borg Original (6-20) (Borg, 1973).

Antes de su utilización se le leía al participante las siguientes normas de utilización:

1. Mientras estés realizando la actividad, queremos que califiques tu percepción de esfuerzo; 2. Esta sensación debe reflejar lo duro y agotador que es el ejercicio para ti, la combinación de todas las sensaciones y los sentimientos de estrés físico, el esfuerzo y de fatiga. No te preocupes por un solo factor, como dolor en las piernas o dificultad para respirar, trata de centrarte en tu sensación global de esfuerzo; 3. Mira la escala mientras que estés realizando la actividad; que varía de 6 a 20, donde 6 significa "ningún esfuerzo en absoluto" y 20 significa "esfuerzo máximo"; 4. Elige el número que mejor describa tu nivel de esfuerzo. Esto le dará una idea del nivel de intensidad de tu actividad, y puedes utilizar esta información para acelerar o ralentizar sus movimientos para llegar a su rango deseado; 5. Trata de evaluar tu sensación de esfuerzo lo más honestamente posible, sin pensar en lo que es la carga física real. Su propia sensación de esfuerzo y el esfuerzo es lo importante; y 6. Mira la escala y las expresiones y luego da un número.

Protocolo del Test Incremental en Rampa

Los sujetos realizaban un test incremental 25w/minuto, este tipo de prueba se ha mostrado de los más fiables para determinar el consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx) y el segundo umbral ventilatorio (VT₂) (Wasserman, Hansen, Sue & Whipp, 2012).

Después de un período de calentamiento de 5 minutos de duración a 75w con una cadencia de 70-90 rpm, daba comienzo la prueba. Se iniciaba a 75w y la carga de trabajo se iba incrementando 25w cada minuto, hasta la extenuación.

La cadencia de pedaleo era elegida libremente dentro de un rango comprendido entre las 70-90 rpm (Lucía, Hoyos, Santalla, Earnest, & Chicharro, 2003). Durante la prueba el sujeto era animado verbalmente en todo momento. El test finalizará cuando los sujetos lleguen al agotamiento y/o cuando la cadencia no pueda mantenerse a un mínimo de 70 rpm.

Análisis Estadístico

Todas las variables fueron sometidas al contraste de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. Los resultados mostraron que la distribución de las mismas no seguía una distribución normal.

Se realizaron pruebas de carácter descriptivo e inferencial. El análisis descriptivo se utilizó para obtener los valores referentes a medias, desviaciones típicas y frecuencias; mientras que para el análisis inferencial se utilizaron pruebas no paramétricas para la comparación de medias. En el caso de que la variable independiente presentara únicamente dos categorías se aplicó la prueba U de Mann-Whitney.

Todos los datos fueron analizados usando el paquete estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versión 20.0 (IBM Statistics, 2011).

RESULTADOS

En respuesta a los objetivos planteados se presenta la Tabla 2 donde se pueden observar los resultados obtenidos en referencia al test incremental en rampa (n=30).

Se han analizado datos referentes al primer y segundo umbral ventilatorio (VT₁ y VT₂) así como a la potencia aeróbica máxima (PAM), tomándose, entre otros datos relativos a: cadencia, FC, RPE, VO₂ y Váticos (w).

Tabla 2. Valores de la muestra analizada durante el test incremental en rampa.

	Media	DE
Cadencia Media (rpm.)	81,13	5,17
Vatios en VT ₁ (w)	145,00	21,17
Vatios/Kilo en VT ₁ (w)	1,84	0,31
FC en VT ₁ (lpm.)	122,77	14,08
RPE en VT ₁	11,17	2,31
VO ₂ en VT ₁ (mlO ₂ /kq/min)	25,69	3,79
%VO ₂ máx en VT ₁	53,44	5,12
%FC en VT ₁	68,81	6,14
Vatios en VT ₂ (w)	259,17	33,79
Vatios/Kilo en VT ₂ (w)	3,29	0,46
FC en VT ₂ (lpm.)	157,43	9,76
RPE en VT ₂	15,60	1,33
VO ₂ en VT ₂ (mlO ₂ /kq/min)	41,06	6,03
%VO ₂ máx en VT ₂	84,93	6,84
%FC en VT ₂	88,40	4,14
Vatios en VO ₂ máx (w)	330,00	35,60
Vatios/Kilo en PAM (w)	4,35	0,50
FC en VO ₂ máx (lpm.)	174,60	11,15
RPE en VO ₂ máx	19,00	1,37
VO ₂ máx (mlO ₂ /kq/min)	48,12	5,64
VO ₂ máx (l/min)	3799,13	460,91
%FC máx en VO ₂ máx	97,97	3,12
FC máx (lpm.)	178,27	10,72
PPO. (Potencia máxima en la prueba, en w)	343,33	38,80

Con el fin de dar respuesta a los objetivos principales del presente artículo se puede observar la Tabla 3, en la cual se muestra la comparación de medias entre aquellos sujetos que exclusivamente realizan clases de CI, con los que además de hacer CI, realizan ciclismo de carretera.

Tabla 3. Comparación de medias entre aquellos sujetos que únicamente practican CI y aquellos que además de CI realizan ciclismo de carretera.

	CI y ciclismo de carretera (n=17)		Solo CI (n=13)		U
	Media	DE	Media	DE	
Cadencia Media (rpm.)	81,12	5,94	81,15	4,20	0,967
Vatios en VT1 (w)	147,06	23,19	142,31	18,78	0,680
Vatios/Kilo en VT1 (w)	1,92	0,36	1,75	0,22	0,170
FC en VT1 (lpm)	124,59	15,56	120,38	12,06	0,300
RPE en VT1	11,53	2,35	10,69	2,25	0,281
VO2 en VT1 (mlO2/kg/min)	27,12	3,98	23,82	2,62	0,015*
%VO2 máx en VT1	54,38	5,25	52,22	4,88	0,170
%FC en VT1	69,44	6,80	67,98	5,30	0,837
Vatios en VT2 (w)	267,65	35,09	248,08	29,69	0,157
Vatios/Kilo en VT2 (w)	3,47	0,44	3,05	0,38	0,014*
FC en VT2 (lpm.)	159,76	10,31	154,38	8,42	0,213
RPE en VT2	16,06	1,25	15,00	1,23	0,039*
VO2 en VT2 (mlO2/kg/min)	42,41	6,22	39,31	5,53	0,123
%VO2 máx en VT2	84,59	7,64	85,38	5,91	0,742
%FC en VT2	89,21	3,05	87,35	5,18	0,483
Vatios en VO2 máx (w)	335,29	36,51	323,08	34,55	0,341
Vatios/Kilo en PAM (w)	4,48	0,52	4,18	0,44	0,133
FC en VO2 máx (lpm.)	176,59	11,94	172,00	9,87	0,457
RPE en VO2 máx	19,18	1,43	18,77	1,30	0,113
VO2 máx (mlO2/kg/min)	49,91	5,76	45,78	4,71	0,043*
VO2 máx (l/min)	3855,24	517,39	3725,77	382,35	0,621
%FC máx en VO2 máx	98,56	2,55	97,21	3,70	0,183
FC máx (lpm)	179,18	11,18	177,08	10,40	0,650
PPO. (Potencia máxima en la prueba, en w)	345,59	42,61	340,38	34,67	0,869

Tal y como se puede observar en la Tabla 3, los valores fisiológicos de los sujetos que además de realizar CI entrenan con su bici de carretera fueron mayores que los de los sujetos estudiados que solo hacen CI. Aun así, únicamente se han obtenido diferencias significativas en el VO2 máx relativo que se ha movilizó en el VT1, (+3,30; p=0,015); en la relación peso/potencia (w/kg.) que se ha desarrollado en el VT2 (+0,42; p=0,014) y en el VO2 máx en mlO2/kg/min que se determinó en el transcurso de la prueba de esfuerzo (+4,13; p=0,043), siendo para todos los casos más alto en los sujetos que además de hacer CI hacen ciclismo de carretera.

Igualmente destaca que aquellos sujetos que de forma exclusiva realizan CI la sensación de esfuerzo que determinan mediante Escala de Borg fue más baja que al compararla con la del otro grupo de investigación en el momento del VT2 (-1,06; p=0,039).

DISCUSIÓN

Cabe destacar, que en la actualidad, no existen artículos de investigación los cuales traten en profundidad los diferentes

parámetros fisiológicos en población practicantes de CI y menos aún, son los que aparecen vinculando las actividades de CI y ciclismo de carretera. Ante esto la discusión versará sobre estudios en los cuales se ha trabajado con ciclistas de diferentes niveles y/o categorías, o con practicantes habituales de la actividad de CI.

En nuestro artículo los datos más relevantes que muestran diferencias significativas han sido: el VO₂ en VT₁, los W/kg en VT₂, el RPE en VT₂ y el VO₂ máx relativo.

En la muestra analizada el valor de VO₂ en VT₁ ha sido de 27,12 mlO₂/kg/min en los sujetos que hacían CI y ciclismo de carretera y de 23,82 mlO₂/kg/min en aquellos que exclusivamente hacían CI. En otros estudios de índole similar este mismo dato se ha elevado hasta 31,5 mlO₂/kg/min en el caso de 11 varones sanos estudiantes de la carrera de CCAFYD (Laplaud, Guinot, Favre-Juvin & Flore, 2006). Este valor se dispara en el caso de 15 ciclistas con experiencia, los cuales muestran valores de 43 mlO₂/kg/min (Nimmerichter, Williams, Bachl & Eston, 2010), llegando a ser de hasta 61,18 mlO₂/kg/min en los ciclistas profesionales analizados por Lucía, Hoyos y Chicharro (2001). Así pues, el nivel de entrenamiento condicionaría este valor ya que tal y como se observa en nuestra muestra los valores de aquellos sujetos que realizan dos actividades su VO₂ máx es más alto; pero aun así es muy distante al compararlo con deportistas que se dedican al ciclismo de carretera profesionalmente (Lucía et al., 2003; Lucía, Sánchez, Carvajal & Chicharro, 1999; Lucía, Pardo, Duránte, Hoyos & Chicharro, 1998).

La potencia relativa en el VT₂ de nuevo vuelve a ser más elevada en aquellos sujetos que realizan además de CI ciclismo de carretera (3,47 y 3,05 w/kg. respectivamente). Los datos que más se acercan a los de nuestro estudio son los de Laplaud et al. (2006), que encuentra el VT₂ en 3,73 w/kg. y los de Amann, Subudhi y Foster (2006) que sitúa el segundo umbral ventilatorio en una muestra de 15 ciclistas con experiencia en 3,75 w/kg.

En la franja de los 4 w/kg. aparecen estudios como el de Weston et al. (2001) que al analizar ciclistas y triatletas encuentra el VT₂ entre 4,12 y 4,25 w/kg. Y Nimmerichter et al. (2010) que lo sitúa en los 4,90 w/kg. en 15 ciclistas con experiencia. Igualmente encontramos valores de más de 6 w/kg. en ciclistas de categoría profesional, así lo muestran diversos estudios, encontrando datos de: 6,17 w/kg. (Lucía, Hoyos, Pérez & Chicharro, 2000); 6,18 w/kg. (Lucía et al., 2003) y 6,70 w/kg. (Lucía et al., 2001).

Llama la atención que el RPE (6-20) en VT₂ manifestado por los sujetos que únicamente realizan CI es más bajo (15,00), que el esfuerzo que desempeñen aquellos que compaginan dos actividades (16,06). Los datos encontrados en otros estudios de investigación referentes al valor de RPE en VT₂, se encuentran próximos a los de nuestro estudio. Pallarés, Morán-Navarro, Ortega, Fernández-Elías y Mora-Rodríguez (2016) sitúan el valor de VT₂ en 14-15, Purvis y Cureton (1981) lo establecen en estudiantes de CCAFYD en valores comprendidos entre 13,1 y 14,2 y Feriche, Chicharro, Vaquero, Pérez y Lucía (1998) manifiestan valores algo más bajos de RPE, encontrando el VT₂ en un rango de 12-13 en 11 ciclistas entrenados.

Además, se han encontrado diferencias significativas en los valores absolutos de VO₂máx, siendo de nuevo más alto en aquellos sujetos que realizan CI y ciclismo de carretera (49,91 mlO₂/kg/min) que el de aquellos usuarios que realizan CI exclusivamente (45,78 mlO₂/kg/min). Al contrastar este dato con los de aquellos estudios que han analizado este parámetro en practicantes de CI, encontramos valores similares en el estudio de Caria et al. (2006) en el cual los 6 hombres instructores participantes en el estudio, tienen una VO₂máx de 48,4 mlO₂/kg/min. En cambio, los 8 hombres analizados en el estudio de Piacentini et al. (2009), muestran un valor de 58 mlO₂/kg/min lo que supone una notable diferencia con los 30 sujetos analizados en nuestro estudio.

Saliendo del ámbito del CI, pero con muestras las cuales hacen práctica habitual de actividad física, Purvis y Cureton (1981), al determinar este valor en estudiantes de CCAFYD, vieron que los resultados oscilaban entre 42,1 y 48,5 mlO₂/kg/min en función del género. Con este mismo tipo de muestra, Laplaud et al. (2006) encuentra valores de 50,7 mlO₂/kg/min y Fairbairn et al. (1994), observa valores similares a los de nuestro estudio, al trabajar con 111 hombres que realizan 30 min de ejercicio vigoroso al día, siendo el valor de VO₂máx, en el caso de hombres entre 20 y 29 años, de 51,7 mlO₂/kg/min y en el caso de sujetos de este mismo género, pero con una edad comprendida entre los 30 y los 39 años, el valor fue de 47,4 mlO₂/kg/min.

Tal y como era de esperar, los datos en el caso de deportistas, rondan los valores de entre los 60 y los 70 mlO₂/kg/min, por ejemplo en Lucía et al. (2001), encuentra un VO₂máx de 76,2 mlO₂/kg/min en 7 ciclistas profesionales, igualmente Basset y Boulay (2000), en un estudio compuesto por 6 ciclistas profesionales, los mismos presentan un VO₂máx de 71,2 mlO₂/kg/min o los 12 ciclistas amateur de las categorías élite y sub-23 del estudio de Peinado et al. (2016) en los cuales se encontró un VO₂ medio de 72,4 mlO₂/kg/min

APLICACIONES DIDÁCTICAS

A la vista de los resultados obtenidos se podrían determinar parámetros de intensidad de trabajo (%FC, RPE, w relativos) óptimos y adecuados para sujetos varones practicantes de la actividad de CI y para aquellos que además de practicar CI realizan práctica habitual de ciclismo de carretera. Usando estos datos, los sujetos verán aumentado su rendimiento y conseguirán unas mejores adaptaciones para su salud. Igualmente podemos indicar que la combinación de ambas actividades (CI y ciclismo de carretera) no supone un perjuicio para el estado físico del sujeto, ya que los parámetros fisiológicos mostrados demuestran que el sujeto se encuentra en un mejor estado de forma.

REFERENCIAS

- Amann, M., Subudhi, A. W., Foster, C. (2006). Predictive validity of ventilatory and lactate thresholds for cycling time trial performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16(1), 27-34.
- Barbado, C. (2005). Manual de Ciclo Indoor. *Barcelona: Paidotribo*.
- Barbado, C. (2010). Cuantificación de la intensidad del entrenamiento en el ciclismo indoor. *Tesis Doctoral. Madrid: Universidad Europea*.
- Basset, F.A. & Boulay, M.R. (2000). Specificity of treadmill and cycle ergometer tests in triathletes, runners and cyclists. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 81(3), 214-21.
- Battista, R.A., Foster, C., Andrew, J., Wright, G., Lucía, A., & Porcari, J.P. (2008). Physiologic responses during indoor cycling. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(4), 1236-1241.
- Borg, G. (1973). Perceived exertion: a note on "history" and methods. *Medicine and Science in Sports*, 5(2), 90-93.
- Caria, M.A., Tangianu, F., Concu, A., Crisafulli, A. & Mameli, O. (2007). Quantification of Spinning bike performance during a standard 50-minute class. *Journal of Sports Sciences*, 25(4), 421-429.
- Crumpton, S., Scharff-Olson, M., Williford, H., Bradford, A. & Walker, S. (1999). The Effects of a Commercially-Produced "Spinning" Video: Aerobic Responses and Caloric Expenditure. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(5), S112.
- Fairbairn, M.S., Blackie, S.P., McElvaney, N.G., Wiggs, B.R., Paré, P.D. & Pardy RL. (1994). Prediction of heart rate and oxygen uptake during incremental and maximal exercise in healthy adults. *Chest*, 105(5), 1365-9.
- Ferliche, B., Chicharro, J.L., Vaquero, A.F., Pérez, M., Lucía, A. (1998). The use of a fixed value of RPE during a ramp protocol. *Comparison with the ventilatory threshold. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 38(1), 35-8.
- Francis, P., Stavig-Witucki, A. & Buono, M.J. (1999). Physiological response to a typical studio cycling session. *American College of Sports Medicine Health & Fitness Journal*, 3(1), 30-36.
- Garber, C., Blissmer, B., Deschenes, M.R., Franklin, B.A., Lamonte, M.J., Lee, I.M., Nieman, D.C. Ph.D. & Swain, D.P. (2011). Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(7), 1334-1359.
- Laplaud, D., Guinot, M., Favre-Juvin, A. & Flore, P. (2006). Maximal lactate steady state determination with a single incremental test exercise. *European journal of applied physiology*, 96(4), 446-52.
- López-Miñarro, P. & Muyor Rodríguez, J. (2010). Heart rate and overall ratings of perceived exertion during Spinning® cycle indoor session in novice adults. *Science & Sports*, 25(5), 238-244.
- Lucía, A., Pardo, J., Durantez, A., Hoyos, J. & Chicharro, J.L. (1998). Physiological differences between professional and elite road cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 19(5), 342-8.
- Lucía, A., Sánchez, O., Carvajal, A., Chicharro, J.L. (1999). Analysis of the aerobic-anaerobic transition in elite cyclists during incremental exercise with the use of electromyography. *British Journal of Sports Medicine*, 33(3), 178-85.
- Lucía, A., Hoyos, J., Pérez, M. & Chicharro, J.L. (2000). Heart rate and performance parameters in elite cyclists: a longitudinal study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(10), 1777-82.
- Lucía A., Hoyos J, Chicharro J.L. (2001). Preferred pedalling cadence in professional cycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(8), 1361-6.
- Lucía, A., Hoyos, J., Santalla, A., Earnest, C. & Chicharro, J.L. (2003). Tour de France versus Vuelta a España: which is harder?. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(5), 872-8.
- Muyor, J.M. (2013). Exercise intensity and validity of the ratings of perceived exertion (Borg and OMNI Scales) in an indoor cycling session. *Journal of human kinetics*, 39(1), 93-101.
- Muyor, J.M., Vaquero-Cristóbal, R., Alacid, F. & López-Miñarro, P.A. (2015). Rating of perceived exertion as a tool to control intensity in indoor cycling activity. *Revista de Psicología del Deporte*, 24(1), 45-52.
- Nimmerichter, A., Williams, C., Bachl, N. & Eston, R. (2010). Evaluation of a field test to assess performance in elite cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 31(3), 160-6.
- Pallarés, J.G., Morán-Navarro, R., Ortega, J.F., Fernández-Elías, V.E. & Mora-Rodriguez, R. (2016). Validity and reliability of ventilatory and blood lactate thresholds in well-trained cyclists. *PLoS One*, 11(9), e0163389.
- Peinado, A., Filho, D.P., Díaz, V., Benito, P.J., Álvarez-Sánchez, M., Zapico, A.G., & Calderon, F.J. (2016). The midpoint between ventilatory thresholds approaches maximal lactate steady state intensity in amateur cyclists. *Biology of Sport*, 33(4),

- Piacentini, M.F., Gianfelici, A., Faina, M., Figura, F., & Capranica, M. (2009). Evaluation of intensity during an interval Spinning® session: a field study. *Sport Sciences for Health*, 5(1), 29-36.
- Purvis, J.W. & Cureton, K.J. (1981). Ratings of perceived exertion at the anaerobic threshold. *Ergonomics*, 24(4), 295-300.
- Richey, R., Zabik, R. & Dawson, M. (1999). Effect of bicycle spinning on heart rate, oxygen consumption, respiratory exchange ratio, and caloric expenditure. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(5), S160.
- Scharff-Olson, M., Williford, H., Bradford, A., Walker, S. & Crumpton, S. (1999). Physiological and subjective psychological responses to group cycling exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(5), S112.
- Sierra, R. (2001). Técnicas de Investigación Social: Teoría y Ejercicios. Madrid: Editorial Paraninfo.
- SPSS. SPSS Statistics 20.0 Command Syntax Reference. (2011). SPSS Inc. 2011.
- Thompson, W.R. (2017). Worldwide survey of fitness trends for 2017. *American College of Sports Medicine Health & Fitness Journal*, 6, 8-17.
- Wasserman, K., Hansen, J.E., Sue, D.Y. & Whipp, B. (2012). Principles of Exercise Testing and Interpretation: Including Pathophysiology and Clinical Applications. 5th ed. Philadelphia (PA): Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
- Weston, A.R., Myburgh, K.H., Lindsay, F.H., Dennis, S.C., Noakes, T.D. & Hawley, J.A. (1997). Skeletal muscle buffering capacity and endurance performance after high-intensity interval training by well-trained cyclists. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 75(1), 7-1.