



**Universidad
Europea de Madrid**

LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES

TESIS DOCTORAL

SERIE: ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTIVA

Cuantificación de la intensidad del entrenamiento en el ciclismo indoor

Programa de Doctorado en Actividad Física y Salud
Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Carlos Barbado Villalba

Dirigido por:
Dr. José López Chicharro

Madrid, 2013

INFORME Y AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR PARA PRESENTAR LA TESIS DOCTORAL

Introducción: El Ciclismo Indoor (CI) es una de las actividades más practicadas en los centros de fitness, se trata de un entrenamiento en grupo realizado sobre una bicicleta estática al ritmo de la música. El objetivo de esta investigación fue cuantificar la intensidad del entrenamiento en 300 sujetos que practicaron CI, analizando algunas de las variables que pudieron influir sobre la intensidad de entrenamiento, así como comprobar la correlación existente entre la Frecuencia Cardíaca (FC) y la Percepción Subjetiva del Esfuerzo (RPE) durante la práctica del CI.

Material y métodos: La muestra de esta investigación estuvo formada por 300 sujetos adultos, sanos y con una experiencia de al menos 3 meses en la práctica del CI. Se registraron un total de 39 sesiones de CI, dirigidas por distintos instructores. Los sujetos fueron pesados antes y después de la sesión de CI, y durante la sesión se monitorizó la FC para registrar la FC media durante el entrenamiento y en los diferentes períodos de la sesión; entre el inicio y el minuto 15 (FCmedia1), entre el minuto 16 y el minuto 30 (FCmedia2) y entre el minuto 31 y el último pico de FC de la sesión (FCmedia3). También se registró la RPE en el minuto 15 (RPE15), 30 (RPE30) y 45 (RPE45) de la sesión. **Aportaciones originales:** Estos resultados pueden servir para tener un conocimiento exhaustivo de la intensidad de entrenamiento, y de la eficacia de los sistemas de control de la intensidad en las sesiones de CI, para poder, de esta forma, hacer una recomendación de ejercicio más adecuada para grupo de población.

El Dr D. José López Chicharro, Director de la Tesis, de la que es autor D. Carlos Barbado Villalba.

AUTORIZA la presentación de la referida Tesis para su defensa en cumplimiento del Real Decreto 1393/2007, de 29 de Octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales y de acuerdo al Reglamento de Enseñanzas Oficiales de Máster Universitario y Doctorado de la Universidad Europea de Madrid RD 1393/2007.

Madrid, Septiembre de 2012

AGRADECIMIENTOS

Tras la finalización de la presente investigación me gustaría hacer público mi agradecimiento en primer lugar a mi mujer Cristina por su apoyo incondicional durante los años que ha llevado este trabajo, por su comprensión ante las adversidades y su ayuda en los momentos críticos; a mis padres, por ser los mejores del mundo y por haber puesto los mimbres de mi desarrollo académico y a Marta y Noelia por servirme de inspiración para seguir investigando en el ámbito de las ciencias de la actividad física y la salud.

A todos los docentes que a lo largo de su carrera profesional han compartido conmigo parte de su conocimiento, contribuyendo así en mi formación, y desarrollo académico y personal.

Agradezco encarecidamente a mi director el Dr. José López Chicharro su apoyo desde el inicio del proyecto. Jose, gracias por poner todo tu conocimiento al servicio de esta investigación; sin ti esta tesis no habría visto la luz.

A los estadísticos Pedro Cuesta y Santiago Cano por su ayuda y paciencia en el análisis de datos.

A mi mejor amigo; David Barranco, compañero de fatigas, por estar siempre dispuesto a echarme una mano ante cualquier problema, tanto en el ámbito investigador como en el plano personal. A los compañeros de la Universidad Europea de Madrid por servirme de guía y prestar toda la ayuda que he podido necesitar en cualquier momento, especialmente a los Doctores Carlos Boned y José Luís Felipe así como a los profesores Daniel Frías y Susana Moral.

A Gustavo Gargallo, GH sports y todo su equipo, así como a la marca Tomahawk por confiar en mí y apostar por la investigación como parte del desarrollo de una marca líder en el sector del Ciclismo Indoor.

A todos los gimnasios que se han prestado a colaborar en esta investigación (Covibar, Palestra, Star Gym, Ayuntamiento de Rivas Vaciamadrid, Espacio Deportivo el Capricho, Zest Abasota, Padesport Parquesur y Fitnessdromo) así como a los instructores que impartieron las sesiones, y a todos y cada uno de los participantes.

Y por último, y no por ello menos importante, a todos los que alguna vez habéis compartido vuestro esfuerzo a mi lado, habéis pedaleado incansables a mi ritmo, o habéis seguido mis indicaciones en alguna sesión de Ciclismo Indoor. Sois mi inspiración para seguir investigando, para seguir aprendiendo y para contribuir en que algún día tengamos un Ciclismo Indoor mejor.

¡QUE VIVA EL CICLISMO INDOOR!

Dedicado a Cristina; mi mujer, por hacer de cada momento algo especial, por sus ánimos en los momentos difíciles, y porque sin su paciencia, ayuda y comprensión este proyecto no sería realidad.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Ciclismo Indoor (CI); conceptos básicos	1
1.1.1. Definición de CI	1
1.1.2. Relevancia del CI en el fitness actual	4
1.1.3. Aspectos fundamentales del CI	9
1.2. La intensidad en el CI	18
1.3. Gasto calórico	25
1.4. CI en diferentes grupos de población	33
1.5. Control de la intensidad durante la sesión de CI	39
1.5.1. La FC	40
1.5.1.1. Estimación de la FCmáx.....	42
1.5.1.2. Interferencias sobre la FC en el ámbito del CI	44
1.5.1.3. Aspectos determinantes de la respuesta de la FC en la sesión de CI.....	47
1.5.2. Percepción del esfuerzo (RPE).....	53
1.5.2.1. Relación entre la RPE y otros marcadores de intensidad	55
1.5.2.2 Interferencias sobre la RPE como marcador de intensidad	57
2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO Y OBJETIVOS	61
2.1. Justificación del trabajo.....	63
2.2. Objetivos	64
3. MATERIAL Y MÉTODOS	65
3.1. Muestra	67

3.2. Procedimientos	68
3.3. Análisis estadístico	78
4. RESULTADOS.....	81
4.1. Hidratación y características ambientales	83
4.2. Cuantificación de la intensidad del entrenamiento	89
4.3. Variables que pudieron afectar al comportamiento de la FC y la RPE (OMNI scale 1-10) durante la sesión de entrenamiento.....	92
4.3. Correlación entre la FC y la RPE	114
5. DISCUSIÓN	131
5.1. Hidratación y tasa de sudoración.....	137
5.2. Intensidad del entrenamiento en el CI.....	149
5.3. Correlación FC-RPE.....	170
5.4. Clasificación de la intensidad del entrenamiento en CI	175
5.5. Aportaciones y aplicación práctica.....	180
5.6. Limitaciones del estudio.....	180
5.7. Perspectivas futuras y nuevas líneas de investigación.....	181
6. CONCLUSIONES	183
7. BIBLIOGRAFÍA	187
8. ANEXOS.....	201
8.1. Carta de presentación	203
8.2. Valoración del estado de salud	205
8.3. Hábitos de práctica de actividad física	206

8.4. Ficha de registro de la de sesión	207
8.5. Ficha de registro de la RPE	208
8.6. Glosario	209
8.7. Índice de tablas	211
8.8. Índice de figuras	218

RESUMEN

Introducción: El Ciclismo Indoor (CI) es una de las actividades más practicadas en los centros de fitness, se trata de un entrenamiento en grupo realizado sobre una bicicleta estática al ritmo de la música. El objetivo de esta investigación fue cuantificar la intensidad del entrenamiento en 300 sujetos que practicaron CI, analizando algunas de las variables que pudieron influir sobre la intensidad de entrenamiento, así como comprobar la correlación existente entre la Frecuencia Cardíaca (FC) y la Percepción Subjetiva del Esfuerzo (RPE) durante la práctica del CI.

Material y métodos: La muestra de esta investigación estuvo formada por 300 sujetos adultos, sanos y con una experiencia de al menos 3 meses en la práctica del CI. Se registraron un total de 39 sesiones de CI, dirigidas por distintos instructores. Los sujetos fueron pesados antes y después de la sesión de CI, y durante la sesión se monitorizó la FC para registrar la FC media durante el entrenamiento y en los diferentes períodos de la sesión; entre el inicio y el minuto 15 (FCmedia1), entre el minuto 16 y el minuto 30 (FCmedia2) y entre el minuto 31 y el último pico de FC de la sesión (FCmedia3). También se registró la RPE en el minuto 15 (RPE15), 30 (RPE30) y 45 (RPE45) de la sesión.

Resultados: La FC media obtenida durante la sesión fue $144,84 \pm 15,59$ lpm ($80,95 \pm 8,3\%$ FCmáx teórica). La FCmedia1 fue $135,37 \pm 16,50$ lpm ($75,68 \pm 8,87\%$ FCmáx teórica), la FCmedia2 fue $148,84 \pm 15,85$ lpm ($83,21 \pm 8,46\%$ FCmáx teórica), y la FCmedia3 fue $153,79 \pm 16,66$ lpm ($85,95 \pm 8,72\%$ FCmáx teórica). Los registros de RPE fueron: RPE15= $5,39 \pm 1,72$, RPE30= $7,14 \pm 1,34$ y RPE45= $7,14 \pm 2,44$. La correlación entre la FC y la RPE en el minuto 15 fue de

$r=0,336$; $p<0,01$; en el minuto 30 fue $r=0,291$; $p<0,01$; y en el minuto 45 fue $r=0,459$; $p<0,01$.

Conclusiones: La intensidad registrada durante las sesiones de CI fue muy elevada. La FC fue un método válido para controlar la intensidad de las sesiones de CI, tanto cuando se valoró en valores absolutos (lpm), como cuando se hizo en valores relativos (%FCmáx teórica). La RPE fue un método válido para cuantificar la intensidad en las sesiones de CI. Existió una correlación significativa entre FC y RPE.

ABSTRACT

Introduction: Indoor Cycling (IC) is one of the most popular sports in fitness centers, this is a group training on a stationary bike made to the rhythm of music. The objective of this research was to quantify the intensity of training in 300 subjects who practiced IC, analyzing some of the variables that could influence the intensity of training, and to check the correlation between heart rate (HR) and perceived exertion (RPE) during the practice of IC.

Material and methods: The sample for this study consisted of 300 adult subjects, healthy and with a minimum experience of 3 months in the practice of IC. There were a total of 39 sessions of IC, directed by different instructors. The subjects were weighed before and after the session of IC, and during the session was monitored HR to record the average HR (HRavg) during training and at different periods of the session, between the beginning and minute 15 (HRavg1), among minute 16 and minute 30 (HRavg2) and between 31 minutes and the last peak of FC session (HRavg3). RPE was also recorded in minute 15 (RPE15), 30 (RPE30) and 45 (RPE45) of the session.

Results: The HRavg obtained during the session was $144,84 \pm 15,59$ bpm ($80,95 \pm 8,3\%$ HRmáx theoretical). The HRavg1 was $135,37 \pm 16,50$ bpm ($75,68 \pm 8,87\%$ HRmáx theoretical), the HRavg2 was $148,84 \pm 15,85$ bpm ($83,21 \pm 8,46\%$ HRmáx theoretical) and HRavg3 was $153,79 \pm 16,66$ bpm ($85,95 \pm 8,72\%$ HRmáx theoretical). RPE records were RPE15 = $5,39 \pm 1,72$, RPE30 = $7,14 \pm 1,34$ and RPE45 = $7,14 \pm 2,44$. The correlation between HR and RPE in the 15th minute was $r = 0,336$; $p < 0,01$, in minute 30 was $r = 0,291$; $p < 0,01$ and in minute 45 was $r = 0,459$; $p < 0,01$.

Conclusions: The intensity recorded during the sessions was very high. The HR was a valid method to control the intensity of the IC sessions, when assessed both in absolute (bpm), as when made in relative (%HRmax theoretical). The RPE was a valid method to quantify the intensity in IC sessions. There was a significant correlation between HR and RPE.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el Ciclismo Indoor (CI) se ha consolidado como una de las actividades más practicadas en gimnasios y centros de fitness; especialmente en España, donde desde hace más de 10 años es practicado por personas de todas las edades.

La escasa producción científica sobre la temática del CI, así como la ausencia de una regulación profesional que determine el nivel de formación que deben tener los instructores, han sido la causa de que durante muchos años las sesiones de CI no hayan seguido unos patrones de calidad, seguridad y programación en base al entrenamiento. Por tanto parece oportuno analizar las características de las sesiones de CI que se desarrollan en la actualidad, y si éstas cumplen con las recomendaciones sobre la práctica de actividad física para sujetos adultos sanos aceptadas por la comunidad científica.

1.1. Ciclismo Indoor (CI); conceptos básicos

1.1.1. Definición de CI

El CI nace a finales de la década de los 80, en la Costa Oeste de los Estados Unidos de América (EEUU). Esta actividad es desarrollada por Jonathan Goldberg, también conocido como “Johnny G” quien la denomina comercialmente Spinning®.

A lo largo de los años 90, el Spinning® se va popularizando en EEUU y extendiéndose por Sudamérica y Europa, siendo en el viejo continente donde se diversifica, apareciendo diferentes modalidades desarrolladas por múltiples marcas y fabricantes de bicicletas como Schwinn, Keiser o Tomahawk. En la actualidad unificamos todas las modalidades de Ciclismo de Interior, con el

nombre de CI, siendo una nomenclatura genérica para todos los programas de entrenamiento dirigidos sobre una bicicleta estática al ritmo de la música.

A finales de los años 90, los primeros estudios científicos realizados sobre el CI lo definieron como una actividad muy demandada en los centros de Fitness que había experimentado un gran crecimiento y que era practicada en todo el mundo (1). Según Francis y col., 1999 (1), la sesión tiene una duración de 40-60 minutos, es realizada en una sala, dirigida por un instructor, y se recrea el entrenamiento típico de ciclismo al aire libre sobre una bicicleta estática, variando la intensidad del ejercicio mediante la música y distintas técnicas de visualización.

Según Barbado, 2005 (2), el CI se define como actividad física colectiva, realizada sobre una bicicleta estática al ritmo de la música, desarrollando un trabajo predominantemente cardiovascular de alta intensidad, con intervención muy elevada de los grandes grupos musculares del tren inferior. La clase va guiada por un instructor que es el responsable de conducir la sesión hacia los objetivos previamente establecidos.

Otros autores lo han definido como una actividad realizada en una sala de fitness donde los participantes siguen la música en una bicicleta estática dirigidos por un instructor (3), o como un ejercicio en bicicleta de interior que combina entrenamiento aeróbico y anaeróbico (4).

También encontramos en la literatura científica estudios que definen el Spinning® como un tipo de CI originalmente diseñado para ayudar en el entrenamiento de ciclistas profesionales y específicamente desarrollado para la mejora del fitness cardiovascular, la tonificación muscular y la resistencia. En las sesiones los participantes pedalean juntos al ritmo de la música y son motivados por un instructor. El objetivo de este programa es mejorar las capacidades físicas de los participantes (5).

Otros autores (6) hacen referencia a la manera en la que se desarrollan las sesiones de CI, las cuales se caracterizan por los cambios en la intensidad del ejercicio, que se realizan para simular el entrenamiento de ciclismo al aire libre. En referencia a este último punto, también hay estudios que subrayan la importancia de que se realice en grupo y al ritmo de la música, así como que durante la sesión se sucedan modificaciones en la carga de entrenamiento, trabajando en distintas zonas de frecuencia cardiaca (7).

Normalmente los tipos de entrenamiento y las zonas de intensidad en el CI vienen determinados por ejercicios que simulan situaciones reales en ciclismo al aire libre. Dependiendo de los programas formativos en que nos fijemos, encontramos distintas nomenclaturas para cada zona de trabajo. En el programa Spinning® se diferencia entre zona de resistencia, zona de fuerza, zona de intervalos, zona de recuperación y la zona de competición (8). En la misma línea, otros programas de entrenamiento de CI se refieren a zona de recuperación, zona aeróbica moderada, zona aeróbica intensa y zona anaeróbica (9).

1.1.2. Relevancia del CI en el fitness actual

El CI se ha convertido en una de las actividades más practicadas en los centros de fitness modernos. Según el “Informe sobre el estado de la Industria del Fitness” elaborado por IHRSA en el año 2011 (10), solo en Estados Unidos hay 5,5 millones de practicantes de CI. Esta cifra de practicantes supera al de otras actividades de fitness en grupo, como por ejemplo el step, el pilates o el cardiokickboxing (Figura 1).

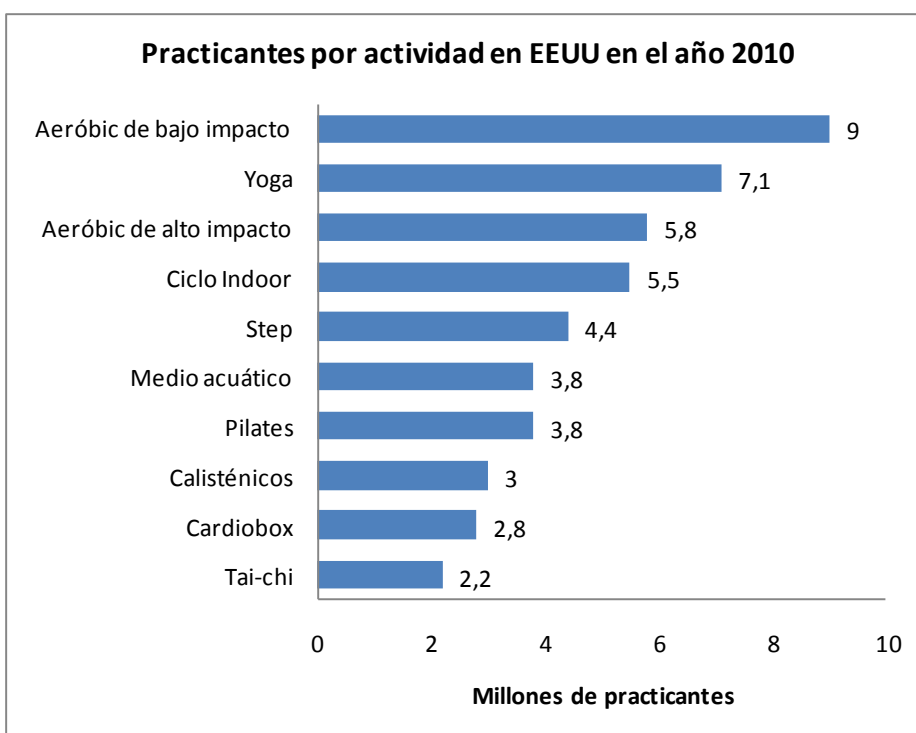


Figura 1. Número de practicantes por actividad en Estados Unidos en el año 2010.
Fuente: IHRSA Global Report. 2011

En España, un reciente informe publicado por la Asociación de Consumidores FACUA (11) en el que se han analizado un total de 134 gimnasios pertenecientes a 19 ciudades españolas, resalta los siguientes resultados:

- El 87% de los gimnasios analizados ofrece algún tipo de clase colectiva de fitness.
- La actividad colectiva más ofertada es el CI, incluida en el 68% de los centros encuestados.
- La segunda actividad más ofertada es el Pilates, ofrecida en el 57% de los centros; seguida por el GAP (Glúteo, abdomen y piernas) en el 49% de los establecimientos y el aeróbic en el 43%

También existen cifras exactas sobre la práctica de Actividad Física en España, publicadas a través de la “Encuesta sobre hábitos deportivos en España”, realizada por el Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS) en el año 2010 y financiada por el Consejo Superior de Deportes (CSD). En esta encuesta encontramos los siguientes datos (12):

- En el año 2010 en España, practicaba ejercicio físico el 45% de la población de entre 15 y 65 años; frente al 40% que lo hacía en 2005 o el 38% en el año 2000 (Figura 2).
- Esto supone que en el año 2010 había 16 millones de personas que practicaban ejercicio físico en España, de los que un 19,4% realizaba ciclismo, ocupando un puesto relevante entre las actividades más practicadas (Figura 3).

1. INTRODUCCIÓN

- El 74% de los practicantes hicieron ejercicio sin preocuparse por competir. Este dato es importante, pues es una de las claves de que en los últimos años aumenten las prácticas recreativas y de ocio como el CI y desciendan las prácticas competitivas.
- En el 58% de los hogares españoles hay una bicicleta de adulto y en el 36% al menos una de niño.

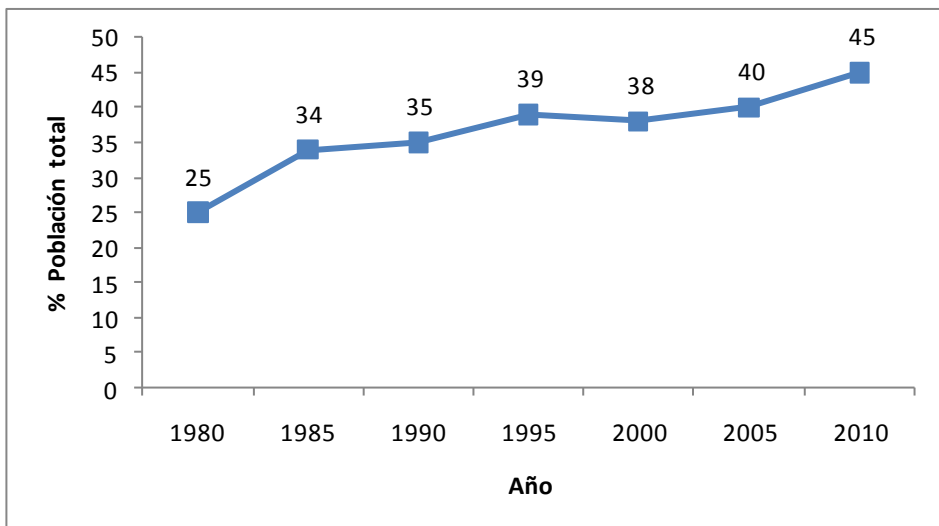


Figura 2. Evolución de la práctica de Actividad Física en la población española de entre 15 y 65 años.

Fuente: Encuesta sobre hábitos deportivos en España 2010. CIS

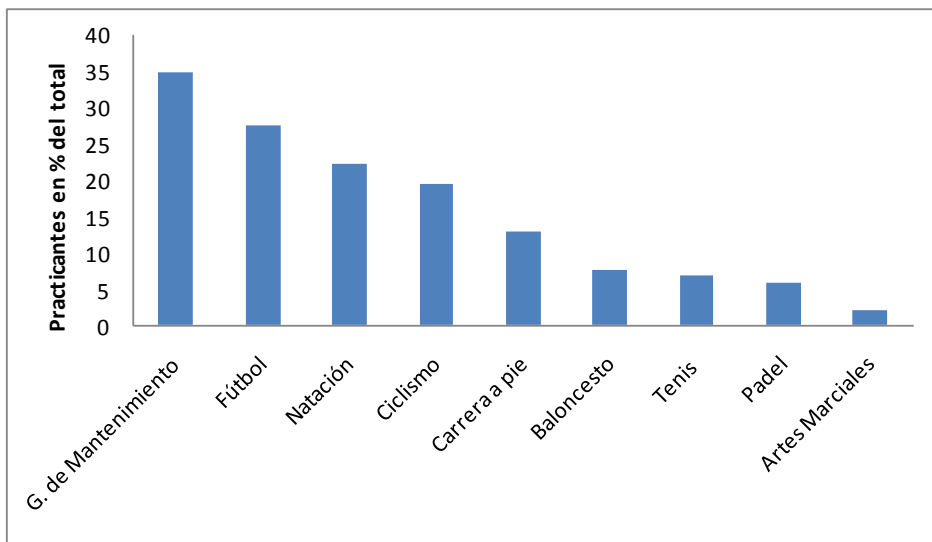


Figura 3. Practicantes de Actividad Física por tipo de actividad en España
Fuente: Encuesta sobre hábitos deportivos en España 2010. CIS

Según Barbado, 2005 (2), los motivos que han podido influir en el éxito del CI como actividad fitness en España podrían ser:

- España es un país con una tradición ciclista muy importante. Hemos tenido y tenemos grandes campeones, y cada año se celebran competiciones de máximo nivel mundial, como la Vuelta Ciclista a España.
- Durante los meses de invierno, debido a las bajas temperaturas se hace más compleja la práctica de ciclismo al aire libre, y los practicantes a este deporte encuentran en el CI una herramienta adecuada para seguir practicando una actividad física regular que les ayude a mantener un buen estado de condición física.

1. INTRODUCCIÓN

- Demanda en los centros de fitness de actividades grupales, que no se basen en elementos coreográficos complejos, especialmente entre el sexo masculino.
- El CI es una actividad que permite realizar un entrenamiento intenso en poco tiempo, por lo que encaja perfectamente en las necesidades del practicante actual.
- El CI es una actividad grupal al ritmo de la música. Este aspecto convierte el CI en un método dinámico y divertido para entrenar el sistema cardiovascular.

Recientemente, Muyor y López-Miñarro, 2010 (13) analizaron los objetivos de un grupo de 251 practicantes habituales de CI, observando que los estéticos y de salud prevalecían sobre los relacionados con la condición física (Tabla 1).

	% de usuarios
Perder % masa grasa	74%
Mejorar la estética personal	55%
Disminuir el estrés	51%
Mejorar la resistencia cardiorrespiratoria	44%
Mejorar la fuerza muscular	43%
Aumentar la motivación hacia el ejercicio físico	31%
Prevenir enfermedades	33%
Aumentar la masa muscular	24%
Conocer gente	18%

Fuente: Muyor y López-Miñarro, 2010

1.1.3. Aspectos fundamentales del CI

Los aspectos básicos necesarios para entender el desarrollo de una sesión de entrenamiento de CI son complejos. Los instructores de CI deben ser capaces de dirigir la sesión de entrenamiento partiendo de unos objetivos claros y específicos. Para ello el instructor debe tener en cuenta aspectos tan importantes como: la utilización de un sistema de entrenamiento adecuado, el control de la intensidad, la variación de la resistencia de frenado de la bicicleta, la utilización de un estilo y ritmo musical adecuados para facilitar la velocidad de pedaleo objetivo, la selección correcta de las posiciones sobre la bicicleta y de los diferentes agarres del manillar así como de las técnicas de pedaleo apropiadas.

Analizaremos a continuación las características básicas de estos elementos, que componen una sesión de entrenamiento de CI.

La sesión de entrenamiento en CI

La sesión de entrenamiento en CI suele tener una duración comprendida entre los 45 y 60 minutos dependiendo del nivel de condición física de los participantes.

Las fases en las que se divide la sesión de CI son cinco (9):

- Fase previa: En esta fase el instructor debe prestar atención al correcto ajuste de la bicicleta y adecuado posicionamiento sobre la misma por parte de los usuarios. Además, el instructor debe explicar a los participantes los objetivos y contenidos de la sesión de entrenamiento a desarrollar.
- Calentamiento: Como en cualquier entrenamiento, esta fase consiste en una preparación psicofísica del participante para realizar el

entrenamiento con seguridad. En esta fase se utilizan técnicas básicas con un nivel de resistencia de frenado moderado y velocidad lenta de pedaleo.

- Fase central: Desarrollo de los contenidos principales de la sesión. En esta parte se alcanzan las mayores intensidades de entrenamiento.
- Vuelta a la calma: Esta fase se divide en dos subapartados; por un lado tenemos la bajada de pulsaciones sobre la bicicleta y por otro los ejercicios de estiramiento, que no deben realizarse montado en la bicicleta.
- Finalización: En esta fase, los usuarios ya han bajado de la bicicleta, y el instructor realiza un feedback para valorar la sesión.

La música en CI

La música juega un papel fundamental en el desarrollo de la sesión de CI. Se trata de un elemento motivacional muy importante que además tiene una importancia vital en el control de la intensidad en la sesión de entrenamiento. Incluso, se han encontrado menores niveles de fatiga cuando se realiza ejercicio con música (14).

La música tiene una relación directa con el nivel de intensidad del ejercicio en CI, ya que la velocidad de pedaleo se acoplará a la velocidad de la música, la cual se mide en *beats* por minuto (bpm). La música utilizada en clases de CI puede ser muy variada, desde velocidades bajas de 65 – 70 bpm, hasta alcanzar los 150 – 160 bpm.

Teniendo en cuenta esto, podemos pedalear manteniendo la siguiente relación entre música y cadencia (2):

- En un tiempo: Cuando cada ciclo de pedalada en su punto más bajo coincide exactamente con cada beat musical.
- En doble tiempo: Cuando realizamos medio ciclo de pedalada por cada beat.
- En medio tiempo: Cuando realizamos dos ciclos de pedalada por cada beat.

Para preservar la seguridad y evitar lesiones, la velocidad máxima de pedaleo recomendada no debe superar los 110-115 rpm (15).

Así pues, el instructor deberá primero seleccionar el tipo de entrenamiento que quiere realizar en la sesión de CI, y posteriormente seleccionar las canciones adecuadas para cada momento de la sesión, teniendo en cuenta que la canción debe relacionarse con la técnica de pedaleo y la intensidad aplicada en cada momento.

La bicicleta

Las características de la bicicleta de CI, radican principalmente en la robustez de la misma, así como en la posibilidad de adoptar una posición muy parecida a la de una bicicleta convencional. Además, sus componentes mecánicos permiten mantener altas cadencias de pedaleo, así como diferentes posiciones sobre la máquina.

Componentes principales en la bicicleta de CI (15):

- El sillín. No muestra ninguna diferencia importante al de otros tipos de bicicleta.
- El manillar suele tener diferentes opciones de agarre, dependiendo de los modelos, aunque lo normal es que finalice con dos “cuernos”; algunos modelos además cuentan con acoples de “triatleta”.

- Los pedales son una de las partes más importantes de la bicicleta desde un punto de vista biomecánico, ya que se trata de un elemento fundamental en la transmisión de energía desde el ciclista a la máquina. Los pedales suelen ser convencionales con rastral, aunque en ocasiones, se ofrece la posibilidad de utilizar además un pedal automático (SPD) que a través de una cala situada en la zapatilla permite el anclaje de la misma al pedal (igual al de las bicicletas para su uso al aire libre) lo cual es mucho más seguro, evita molestias y dolores en los pies y rodillas, y permite realizar una pedalada más efectiva.

Además de los tres elementos de apoyo entre la bicicleta y el ciclista existen otros elementos importantes en la estructura de la bicicleta de CI.

- Rueda de inercia: Se trata una rueda que suele pesar unos 20 kg y que al girar provoca una fuerza de inercia que impide frenar repentinamente la pedalada. Esto unido a que el sistema de transmisión es de *"piñón fijo"* hace que la velocidad de la pedalada sea muy constante y permite mantener con mayor facilidad altas cadencias de pedaleo debido a la inercia generada por el peso de la rueda.
- Sistema de frenado: En la mayoría de modelos, este mecanismo, es a través de fricción, por medio de una zapata o similar, que ejerce una presión sobre la rueda de inercia. Normalmente el participante acciona una ruleta que hace que la zapata se acerque en mayor o menor medida a la rueda regulando así la resistencia de frenado de la bicicleta. Otro sistema de frenado habitual en los modelos más modernos consiste en un electroimán que se acerca o se separa de la

rueda. Este sistema también funciona accionado desde una palanca por el propio usuario quien regula la carga de su bicicleta.

- Transmisión: Dependiendo del modelo, la transmisión de la bicicleta puede ser a través de cadena o de correa.

La pedalada

La característica fundamental de la pedalada, radica en que se trata de un movimiento cíclico que está compuesto por contracciones musculares concéntricas y por lo tanto conlleva un movimiento en el plano sagital carente de impacto osteoarticular (9). Además durante el pedaleo, la rodilla nunca alcanza grados extremos de flexión ni de extensión.

Atendiendo a la relación del ciclista sobre la bicicleta distinguimos dos posiciones (15):

- De pie (Figura 4.): Cuando el ciclista se levanta del sillín. Se utiliza para realizar escaladas cuando la resistencia de frenado es elevada. Se caracteriza por aumentar la intensidad del entrenamiento debido al mayor requerimiento de los músculos del tren superior.
- Sentado (Figura 5.): Cuando el ciclista pedalea sentado sobre el sillín. Puede utilizarse tanto en momentos de alta intensidad como en momentos de recuperación.



Figura 4. Pedaleo de pie



Figura 5. Pedaleo sentado.

Atendiendo a la distribución de las fuerzas sobre los pedales distinguimos (15):

- Pedaleo a pistón: Cuando el ciclista produce el mayor momento de fuerza en la fase de presión de la pedalada, generando dos puntos muertos o críticos cuando las bielas se encuentran perpendiculares al suelo. Suele ser bastante habitual en CI, debido a la acción del disco de inercia. Enfatiza el balanceo sobre la bicicleta.
- Pedaleo redondo: Cuando el ciclista reparte la fuerza generada sobre los pedales durante el giro completo, reduciendo los puntos muertos o críticos. Limita el movimiento del tren superior sin llegar a bloquearlo en ningún caso.

Atendiendo a la relación entre la música y la pedalada, puede efectuarse (15):

- Pedalada a tiempo: Cuando el ciclista da una pedalada por cada *beat* musical. Normalmente se utiliza para simular un llano, siempre y cuando no se superen las 115 rpm.
- Pedalada a doble tiempo: Cuando el ciclista da media pedalada por cada *beat* musical. Se utiliza específicamente para simular una escalada.

Entendemos por pedalada el ciclo completo desde que un pedal inicia el movimiento hasta que ese mismo pedal completa un giro de 360º en torno al eje de pedalier. Desde un punto de vista mecánico, la pedalada está compuesta por cuatro fases, en cada una de las cuales la fuerza generada por el ciclista va en una dirección (9).

- Impulsión (Figura 6): Se produce cuando el pedal se sitúa en la parte superior del ciclo. En este momento, la fuerza generada es muy pequeña, por lo que se crea el denominado sector crítico superior o punto muerto superior. Intervención muscular:
 - Flexores de cadera: Psoas iliaco.
 - Extensores de la rodilla: vasto lateral y medial del cuádriceps.
 - Flexores de cadera: Psoas iliaco.
 - Extensores del tobillo: gemelo y sóleo.
- Presión (Figura 6): En esta segunda fase el pedal inicia el giro en dirección descendente, es el momento en el que se desarrolla la mayor fuerza de todo el ciclo. Intervención muscular:

- Extensores de la cadera: Glúteo mayor.
 - Extensores de la rodilla: vasto lateral y medial del cuádriceps.
 - Extensores del tobillo: gemelo y sóleo.
- Repulsión (Figura 6): Fase en la cual el pedal se encuentra en la parte más baja del ciclo y da lugar al sector crítico inferior o punto muerto inferior, de similares características al que ocurre en la primera fase. Intervención muscular:
- Flexores de rodilla: bíceps femoral, semimembranoso y semitendinoso.
 - Flexores de cadera que inician la elevación del muslo: psoas iliaco.
- Elevación (Figura 6): En este momento el pedal se desplaza con una trayectoria ascendente hasta completar el giro de 360º. Intervención muscular:
- Flexores dorsales del tobillo: tibial anterior y flexor largo de los dedos.
 - Flexores de rodilla: bíceps femoral, semimembranoso y semitendinoso, además de una pequeña intervención del músculo poplíteo y sartorio.
 - Flexores de cadera: psoas iliaco y recto anterior del cuádriceps.

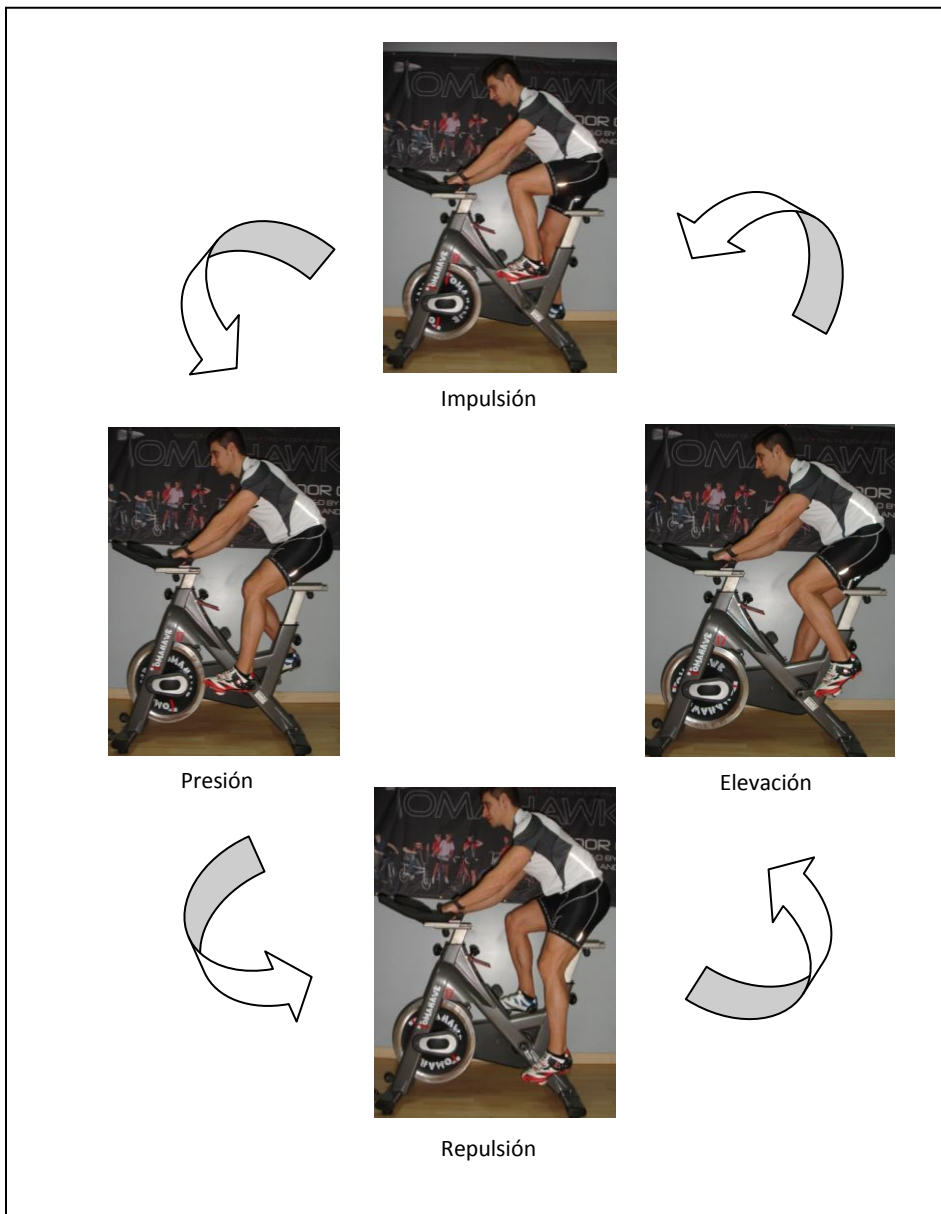


Figura 6. Fases de la pedalada cuando se utiliza un pedal automático

1.2. La intensidad en el CI

Los primeros estudios científicos realizados con el objetivo de cuantificar la intensidad de entrenamiento en sesiones de CI datan del año 1999. Francis y col., 1999 (1) realizaron una investigación en la que 14 sujetos sanos fueron monitorizados durante la realización de una sesión de CI, siguiendo las instrucciones de un video de forma individual. La Frecuencia Cardíaca media (FC media) en los 25 minutos de parte principal de la sesión fue del $87,2 \pm 4,5\%$ FCmáx, mientras que el consumo de oxígeno (VO_2) medio fue del $73,9 \pm 5,5\%$ $VO_{2máx}$. El gasto calórico, en los 39 minutos de duración total de la sesión estuvo entre las 318 y las 587 kcal.

Otros estudios de la misma época obtuvieron resultados similares, así por ejemplo, Richey y col., 1999 (16) concluyeron que la rutina de entrenamiento de spinning® era un tipo de actividad física agotadora y Crumpton y col., 1999 (17) tras evaluar una sesión de vídeo de CI de 40 minutos de duración observaron una FC media de 153,5 lpm, lo que correspondió con el 83% FCmáx teórica. Por su parte, Scharf-Olson y col., 1999 (18) encontraron valores medios de 165 lpm, con una media de intensidad durante la sesión del 78% $VO_{2máx}$ y del 88% FCmáx. La muestra en este estudio fue de 15 sujetos y la duración de la sesión fue de 30 minutos.

Más recientemente, Caria y col., 2007 (5) realizaron un estudio en condiciones de laboratorio, donde los sujetos pedalearon solos, mientras escuchaban la sesión musical de CI a través de unos auriculares. Se midió la FC, el VO_2 y la potencia generada durante una sesión de spinning® obteniendo los siguientes resultados:

- La FC media durante la sesión fue de 136 ± 13 lpm para los instructores del sexo masculino y de 143 ± 25 lpm para las instructoras. Esto supuso

un 77,2% FC_{máx} para los chicos y un 81,7% FC_{máx} para las chicas, tomando como referencia la FC_{máx} obtenida en un test de laboratorio incremental realizado con anterioridad. Estas diferencias entre sexos no fueron significativas ($p > 0,05$).

- El VO₂ medio durante la sesión fue de $32,8 \pm 5,4 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ para los chicos y de $30 \pm 9,9 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ para las chicas. Esto supuso un 67,9% VO₂_{máx} para los chicos y un 73,5% VO₂_{máx} para las chicas. Estas diferencias entre sexos no fueron significativas ($p > 0,05$).

En otra investigación de similares características Battista y col., 2008 (19) estudiaron una muestra compuesta por veinte mujeres sanas que realizaron dos sesiones de CI en un laboratorio mientras visionaban un vídeo. Se midieron valores relacionados con la intensidad del ejercicio como la FC_{máx} alcanzada, VO₂, la potencia, el tiempo por debajo del umbral ventilatorio, tiempo en zona de transición aeróbica-anaeróbica o el tiempo por encima del umbral anaeróbico. En este estudio se prestó especial atención a valorar si durante las sesiones de CI los sujetos alcanzaban valores de VO₂ más elevados que en los test máximos incrementales realizados a los sujetos con anterioridad.

Los resultados obtenidos por Battista y col., 2008 (19) fueron los siguientes (Figura 7):

- La media de intensidad durante las sesiones de CI fue de $74 \pm 14\%$ VO₂_{máx} en la primera sesión; y de $66 \pm 15\%$ VO₂_{máx} durante la segunda sesión.
- El porcentaje sobre el tiempo total de la sesión, durante el cual el VO₂ se mantuvo en valores inferiores a los del Umbral Ventilatorio fue del $48 \pm 29\%$ en la primera sesión y de $65 \pm 25\%$ en la segunda.

1. INTRODUCCIÓN

- El porcentaje sobre el tiempo total de la sesión, durante el cual el VO_2 se mantuvo en valores entre el Umbral Ventilatorio y el Umbral Anaeróbico fue del $36 \pm 22\%$ en la primera sesión y del $24 \pm 19\%$ en la segunda.
- El porcentaje sobre el tiempo total de la sesión, durante el cual el VO_2 se mantuvo por encima del Umbral Anaeróbico fue del $11 \pm 19\%$ en la primera sesión y del $7 \pm 13\%$ en la segunda.
- El porcentaje sobre el tiempo total de la sesión, durante el cual el VO_2 se mantuvo en valores superiores al VO_2 máx obtenido en el test de esfuerzo realizado previamente fue del $5 \pm 3\%$ en la primera sesión, y del $4 \pm 3\%$ en la segunda.

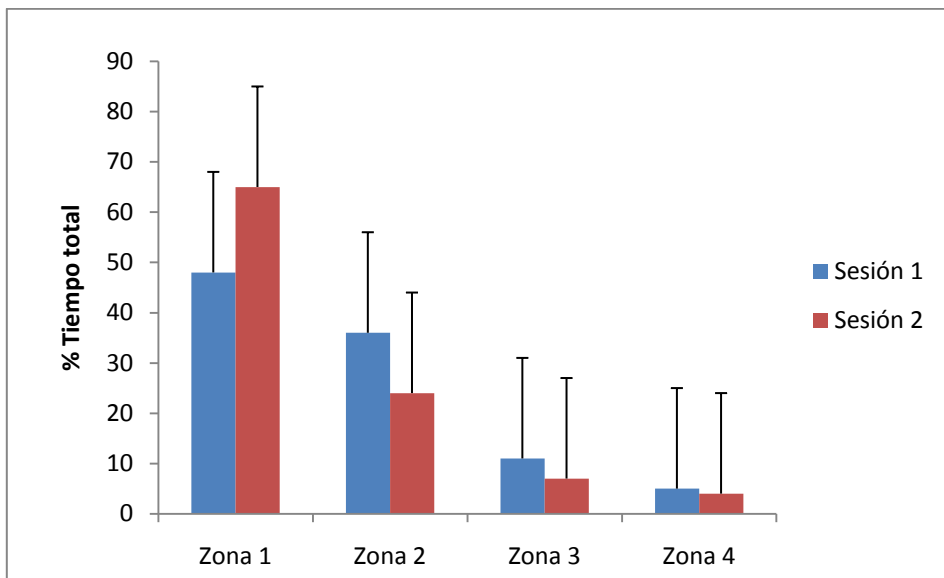


Figura 7. Porcentaje del tiempo total de la sesión de CI por zonas de intensidad en relación al VO_2 máx. Zona 1: < del umbral ventilatorio, zona 2: entre umbral ventilatorio y umbral anaeróbico, zona 3: por encima del umbral anaeróbico, zona 4: > del VO_2 máx observado en test de esfuerzo previo.

Fuente: Battista y col., 2008 (19)

Battista y col., 2008 (19) también analizaron los datos atendiendo a la FC como marcador de la intensidad, en este caso los resultados fueron los siguientes (Figura 8):

- El porcentaje sobre el tiempo total de la sesión, durante el cual la FC se mantuvo en valores inferiores a los del Umbral Ventilatorio fue del $65 \pm 25\%$ en la primera sesión y de $62 \pm 31\%$ en la segunda.
- El porcentaje sobre el tiempo total de la sesión, durante el cual la FC se mantuvo en valores entre el Umbral Ventilatorio y el Umbral Anaeróbico fue del $24 \pm 19\%$ en la primera sesión y del $25 \pm 21\%$ en la segunda.

1. INTRODUCCIÓN

- El porcentaje sobre el tiempo total de la sesión, durante el cual la FC se mantuvo por encima del Umbral Anaeróbico fue del $9 \pm 13\%$ en la primera sesión y del $7 \pm 13\%$ en la segunda.
- El porcentaje sobre el tiempo total de la sesión, durante el cual la FC se mantuvo en valores superiores a los correspondientes a la FCmax obtenida en el test de esfuerzo realizado previamente fue del $2 \pm 2\%$ en la primera sesión y del $2 \pm 2\%$ en la segunda.

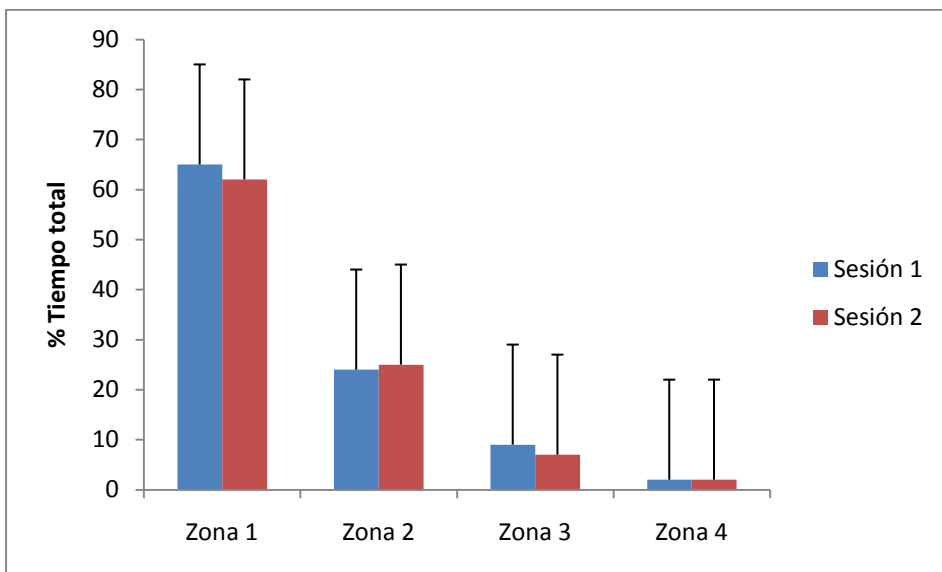


Figura 8. Porcentaje del tiempo total de la sesión de CI por zonas de intensidad en relación a la FC. Zona 1: < del umbral ventilatorio, zona 2: entre umbral ventilatorio y umbral anaeróbico, zona 3: por encima del umbral anaeróbico, zona 4: > de la FCmáx observada en test de esfuerzo previo.

Fuente: Battista y col., 2008 (19)

Battista y col, 2008 (19) tomaron un total de 40 registros de sesiones de CI; en 10 de los cuales encontraron períodos en los que el VO_2 superó los valores hallados durante el test de esfuerzo incremental realizado previamente. Tras el

análisis de estos resultados, Battista y col, 2008 (19) concluyeron que el CI es una actividad que podría resultar efectiva para el entrenamiento de atletas de élite, dada la similitud con la intensidad del entrenamiento de estos. Por el contrario, también advirtieron del riesgo que una actividad de esta intensidad puede tener para sujetos con problemas cardiovasculares, desaconsejando su práctica en caso de sujetos que se inician en la actividad física, recomendando un periodo de acondicionamiento físico previo al inicio del programa de CI.

Piacentini y col., 2009 (8) adaptaron un sistema de medición de potencia a una bicicleta convencional de CI y analizaron una sesión de entrenamiento de Spinning® en la que participaron quince sujetos (en grupos de 5 sujetos por sesión) con al menos dos años de experiencia en la práctica de CI. Uno de los objetivos principales de este estudio consistió en comparar la FC recomendada por el instructor (FC_{target}) con la FC que el sujeto alcanzaba en cada momento de la sesión ($FC_{training}$). Para ello, los sujetos participantes, (personas con mucha experiencia en la práctica del CI) eran aleccionados antes de comenzar el entrenamiento acerca de la FC_{target} a la que debían estar en cada momento de la sesión. Posteriormente, los sujetos pedaleaban al ritmo de la música, pero cada uno graduaba la resistencia de su bicicleta a su elección para trabajar en la zona de entrenamiento indicada previamente sin obtener feedback de ningún tipo sobre su FC.

Los resultados obtenidos por Piacentini y col., 2009 (8) fueron los siguientes (Figura 9):

- La media de VO_2 para los hombres fue de $43,9 \pm 1,2 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, lo que supuso un 75% VO_{2pico} .
- La media de FC para los hombres fue de $163 \pm 8 \text{ lpm}$, lo que supuso un 89% $FC_{m\acute{a}x}$.

1. INTRODUCCIÓN

- El gasto energético para los hombres fue de 762 ± 69 kcal.
- La media de potencia generada para los hombres fue de 141 ± 8 W, lo que supuso un $51 \pm 3\%$ $W_{\text{máx}}$.
- La media de VO_2 para las mujeres fue de $40 \pm 1,2$ $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, lo que supuso un 83% $VO_{2\text{pico}}$.
- La media de FC para las mujeres fue de $154 \pm 6,8$ lpm, lo que supuso un 82% $FC_{\text{máx}}$.
- El gasto energético para las mujeres fue de 565 ± 56 kcal.
- La media de potencia generada para las mujeres fue de 102 ± 4 W, lo que supuso un $57 \pm 3\%$ $W_{\text{máx}}$.
- La media de VO_2 para ambos sexos fue del 79% $VO_{2\text{máx}}$.

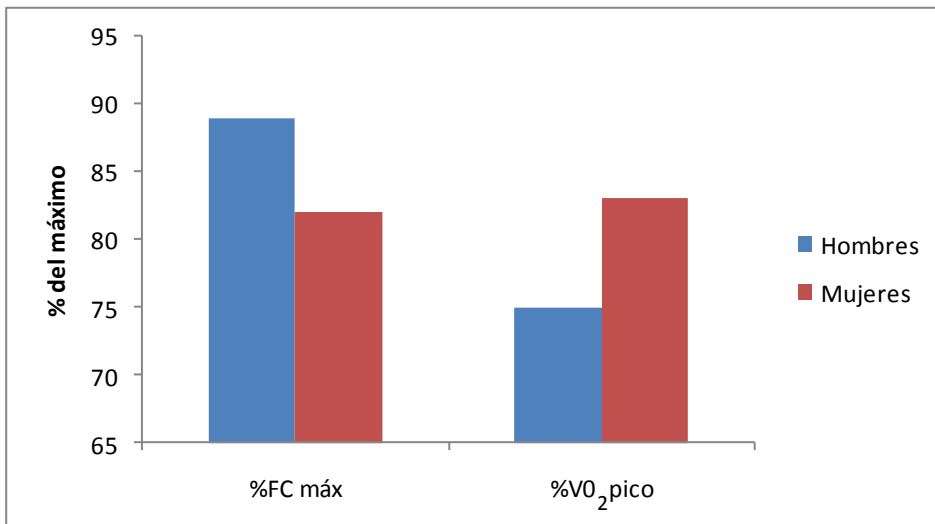


Figura 9. Valores de intensidad medios cuantificados durante una sesión de CI diferenciando entre hombres y mujeres.

Fuente: Piacentini y col., 2009 (8)

Los sujetos participantes en el estudio de Piacentini y col., 2009 (8) permanecieron durante el 80% del tiempo con una FC_{training} superior a la FC_{target} . En concreto las mujeres superaron la FC_{target} durante el 71% del tiempo, mientras que los hombres lo hicieron durante el 88%.

Publicado en el mismo año, el estudio de López-Miñarro y Muyor, 2009 (7) se realizó en una situación real de entrenamiento de CI. En este caso, 59 sujetos sanos con poca experiencia en la práctica de CI (entre 4-12 semanas, 2-3 sesiones por semana), participaron simultáneamente en una sesión realizada en un gimnasio. Durante la sesión, el instructor utilizó una escala de percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) para comunicar la intensidad a la que debían trabajar en cada momento los participantes, los cuales utilizaban la ruleta de la bicicleta para ajustar la carga que creían adecuada en referencia a las órdenes del instructor.

López-Miñarro y Muyor, 2009 (7) observaron una FC media en la parte principal de la sesión de 159 ± 12 lpm. La media de Frecuencia Cardíaca de Reserva (FCR) en la parte principal de la sesión fue del $71,1 \pm 13\%$, y los valores medios de RPE utilizando la escala de Borg 6-20 fueron de $14,2 \pm 1,8$. Estos valores son considerados por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) como “intensidad dura” (20) (ACSM, 1998).

1.3. Gasto calórico

En el estudio de Caria y col., 2007 (5) el gasto calórico total medio de los participantes en la sesión registrada fue de 593 ± 125 kcal para los instructores y de 439 ± 140 kcal para las instructoras, en una duración de 50,5 minutos de entrenamiento. En referencia al gasto calórico también se debe tener en cuenta el tipo de sesión de entrenamiento practicado, ya que el

entrenamiento de carácter variable, que alterna períodos de alta intensidad con períodos a intensidad moderada o baja, puede suponer un mayor gasto calórico post-ejercicio que el entrenamiento a carga constante (6).

Piacentini y col., 2009 (8) registraron una sesión de CI de 50 minutos de duración con sujetos bien entrenados y con dos años de experiencia practicando CI, y observaron un gasto energético medio de 762 ± 69 kcal para los hombres y de 565 ± 56 kcal para las mujeres.

Francis y col., 1999 (1) midieron en una sesión de 39 minutos de duración, un gasto calórico de entre 318 y las 587 kcal en los sujetos participantes. Por su parte Scharf-Olson y col., 1999 (18) observaron durante una sesión de CI un gasto calórico equivalente a 0,16 kcal por kilo de peso corporal y por minuto de tiempo, que equivalía a $11,5 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$ y un gasto calórico total medio de 345 kcal en 30 minutos de sesión. En la misma línea de los datos expuestos con anterioridad, Crumpton y col., 1999 (17) contabilizaron el gasto calórico en el entrenamiento de CI propuesto por un vídeo comercial con una duración de 40 minutos, en cuya carátula comercial anunciaba un gasto de 500 kcal provenientes de la “quema de grasas”. Al cuantificar el gasto calórico por calorimetría, los resultados mostraron un gasto calórico de 0,16 kcal por kilo de peso y minuto, y un gasto calórico total de 488 kcal, de las cuales 159 kcal provenían de las grasas y 329 kcal de los hidratos de carbono. Por último, Iscoe y col., 2006 (21) midieron un gasto calórico de $487,5 \pm 28,1$ kcal en sujetos diabéticos tipo 1 que hicieron una sesión de CI de 60 minutos de duración.

A continuación se muestra una tabla resumen con los resultados sobre gasto calórico durante la práctica de CI (Figura 10).

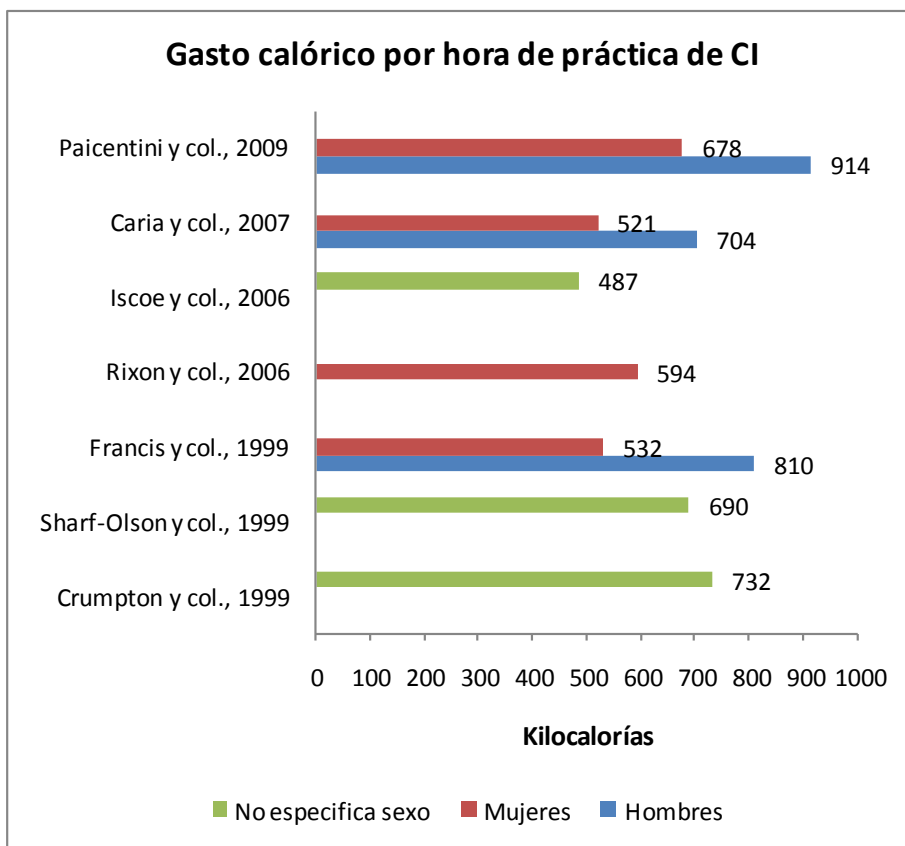


Figura 10. Comparativa de los resultados de gasto calórico por hora de ejercitación en CI según los diferentes estudios publicados.

Rixon y col., 2006 (22) realizaron una investigación en la que compararon el gasto calórico de las actividades de fitness más populares como el CI, el step, el body combat y la tonificación, con el gasto calórico producido por la carrera continua o *jogging*. Una muestra compuesta por 28 mujeres sanas realizaron un total de 4 sesiones de entrenamiento. Las sesiones las realizaban en grupos de cinco sujetos. Las sesiones de step, bodycombat y tonificación tuvieron una duración de 60 minutos, mientras que la de CI fue de 45 minutos. Durante las

sesiones, se registró la FC de las participantes, mientras que el gasto calórico se estimó a través del registro de la FC.

La FC media observada por Rixon y col., 2006 (22) durante la práctica de las distintas actividades fue la siguiente (Figura 11):

- CI: $147,5 \pm 14,4$ lpm lo que supuso un $74,3 \pm 6,7\%$ FCmáx teórica y una estimación de gasto calórico de $9,9 \pm 1,9$ kcal·min⁻¹.
- Bodycombat: $145,1 \pm 13,8$ lpm, lo que supuso un $73,2 \pm 7,3\%$ FCmáx teórica, y una estimación de gasto calórico de $9,7 \pm 2$ kcal·min⁻¹.
- Step: $143,6 \pm 10,9$ lpm, lo que supuso un $72,4 \pm 5,7\%$ FCmáx teórica, y una estimación de gasto calórico de $9,6 \pm 1$ kcal·min⁻¹.
- Tonificación: $119,2 \pm 11,5$ lpm, lo que supuso un $60,2 \pm 6,5\%$ FCmáx teórica, y una estimación de gasto calórico de $8,0 \pm 1,6$ kcal·min⁻¹.

Rixon y col., 2006 (22) hallaron valores de FC media significativamente mayores ($p < 0,01$) en las sesiones de CI, Bodycombat y Step en comparación a la tonificación. Por el contrario, no fueron observadas diferencias significativas ($p > 0,05$) en la FC media de las sesiones de CI, Bodycombat y Step.

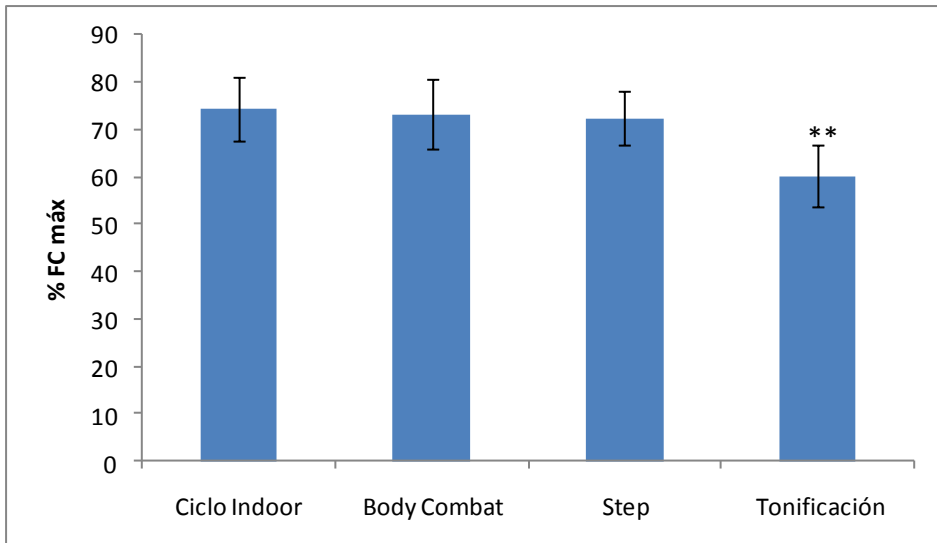


Figura 11. Comparativa del %FCmáx durante una sesión de distintas actividades fitness.

**Diferencia significativa en comparación al resto de actividades. $p < 0,01$

Fuente: Rixon y col., 2006 (22)

Los resultados de la investigación de Rixon y col., 2006 (22) mostraron que el gasto calórico estimado mediante la medición de la FC para la sesión de tonificación fue significativamente inferior ($p < 0,01$) que el gasto calórico de la sesión de CI, la de Bodycombat, y la de Step. No fueron encontradas diferencias significativas ($p > 0,05$) entre el gasto calórico producido por la sesión de Bodycombat y Step, ni entre la de Bodycombat y CI. Tampoco se encontraron diferencias significativas entre el Step y el CI ($p > 0,05$) (Figura 11). Rixon y col., 2006 (22) también compararon el gasto calórico estimado en las actividades fitness con el generado durante la carrera continua. Los resultados hallados mostraron que correr a una velocidad de $8,05 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ produjo un gasto calórico significativamente menor ($p < 0,01$) que hacer una sesión de CI, Bodycombat o Step; mientras que correr a una velocidad de $8,37 \text{ Km}\cdot\text{h}^{-1}$

1. INTRODUCCIÓN

generó un gasto calórico significativamente mayor que hacer una sesión de Bodycombat ($p<0,01$), Step ($p<0,01$) y CI ($p<0,05$) (Figura 12).

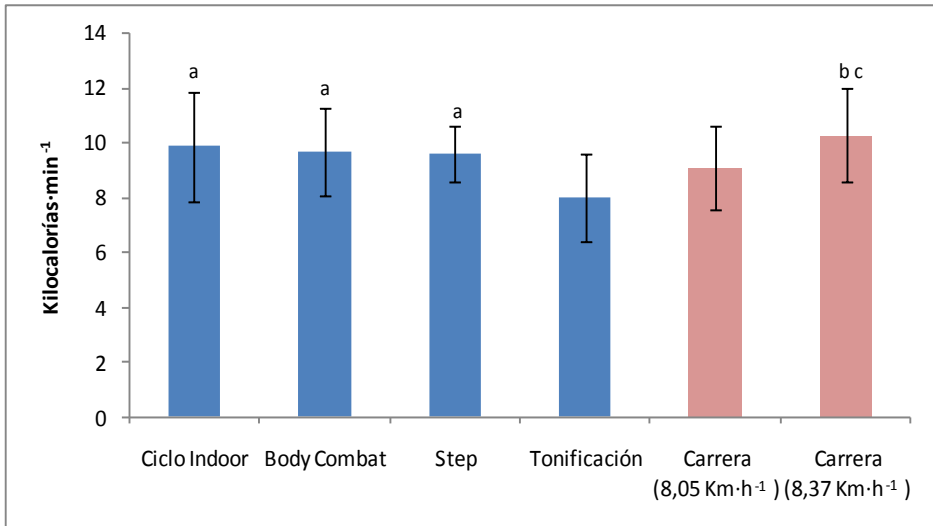


Figura 12. Comparativa del gasto calórico en diferentes actividades de Fitness.

a. $<0,05$ respecto a carrera a $8,05 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$

b. $<0,01$ respecto a tonificación, step y body combat

c. $<0,05$ respecto a Ciclo Indoor

Fuente: Rixon y col., 2006 (22)

A continuación mostramos una tabla resumen en la que podemos observar los resultados obtenidos por las investigaciones más importantes publicadas hasta la fecha en relación al CI y la intensidad de entrenamiento (Tabla 2).

Autor	Intensidad	RPE
Francis y col., 1999 (1)	Fase principal: 87,2 ± 4,5% FCmáx 73,9 ± 5,5% VO ₂ máx	--
Crompton y col., 1999 (17)	FC media = 153 lpm 83% FCmáx	RPE 1-10 4,1 de media entre todos los sujetos de la muestra.
Scharf-Olson y col., 1999 (18)	FC media = 165 lpm 88% FCmáx 78% VO ₂ máx	--
Richey y col., 1999 (16)	Intensidad media en la zona superior del rango comprendido entre 50-85% VO ₂ máx	--
Kang y col., 2005 (6)	Variable: FC media = 130 ± 2 lpm VO ₂ = 1,17 ± 0,11 l·min ⁻¹ Continua: FC media= 127 ± 2 lpm VO ₂ = 1,15 ± 0,14 l·min ⁻¹	RPE 6-20 Sesión continua: RPE = 9,7 ± 0,7 Sesión variable: RPE = 8,9 ± 0,5
Iscove y col., 2006 (21)	La FCmáx cuantificada fue de 178 ± 4,4 lpm. La mayor parte del tiempo los sujetos estaban en la zona 60-80% FC máx.	--
Rixon y col., 2006. (22)	FC media= 147,5 ± 14,4 lpm 74,3 ± 6,7 %FCmáx.	--

1. INTRODUCCIÓN

Caria y col., 2007 (5)	<p>Hombres:</p> <p>FC media= 136 ± 13 lpm (77,2% FC máx)</p> <p>VO₂ medio= 32,8 ± 5,4 ml·kg⁻¹·min⁻¹ (67,9% VO₂ máx.)</p> <p>Mujeres:</p> <p>FC media= 143 ± 25 lpm (81,7% FCmáx)</p> <p>VO₂ medio= 30 ± 9,9 ml·kg⁻¹·min⁻¹ (73,5% VO₂máx.)</p>	--
Battista y col., 2008 (19)	<p>Clase 1:</p> <p>74 ± 14% VO₂máx.</p> <p>Clase 2:</p> <p>66 ± 15% VO₂máx.</p> <p>El 52% y el 35% del tiempo sobre el umbral ventilatorio</p>	<p>RPE 1-10</p> <p>Sesión 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Minuto 10: 6,3 ± 1,4 - Minuto 20: 7,9 ± 1,8 - Final: 7,6 ± 1,6 <p>Sesión 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Minuto 10: 5,2 ± 1,9 - Minuto 20: 6,2 ± 1,8 - Final: 6,3 ± 1,9
Piacentini y col., 2009 (8)	<p>Hombres:</p> <p>FC media= 163 ± 8 lpm</p> <p>89% FCmáx, 75% VO₂máx</p> <p>Mujeres:</p> <p>FC media= 154 ± 6, 8 lpm</p> <p>82% FCmáx, 83% VO₂máx</p>	--
López-Miñarro y Muyor 2009 (7)	71,1 ± 13,7% FC reserva	<p>RPE 6-20</p> <p>14,2 ± 1,8 fue el valor medio de los sujetos para la sesión de CI.</p>

Tabla 2. Resumen de los estudios publicados hasta la fecha en relación a la intensidad de entrenamiento en CI.

1.4. CI en diferentes grupos de población

Uno de los objetivos principales que se buscan mediante la práctica del CI, es la consecución y mantenimiento de unos niveles óptimos de salud por parte del practicante. Para conseguir tal fin es imprescindible que la intensidad del entrenamiento sea la apropiada en función del grupo de sujetos al que va dirigida la sesión.

Intensidad y salud

Francis y col., 1999 (1) clasificaron el CI como una actividad entre dura y muy dura, ateniéndose a las recomendaciones de práctica de actividad física saludable publicadas por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) en 1998 (20). Solamente 2 de los 14 sujetos que formaban la muestra en el estudio de Francis y col., 1999 (1) superaron las recomendaciones del ACSM, las cuales establecían la necesidad de realizar ejercicio entre 3 y 5 veces por semana, con una duración de entre 20 y 60 minutos y una intensidad de 55/65-90% FC_{máx}, o 40/50-90% VO₂_{máx}. Similares conclusiones encontramos en el estudio realizado por Scharf-Olson y col., 1999 (18) quienes afirmaron que el CI cumplía con las recomendaciones para la mejora del fitness cardiovascular y la pérdida de peso que el ACSM publicó en 1998 (20). Por su parte Richey y col., 1999 (16) clasificaron el CI como una actividad extenuante, ya que según los resultados obtenidos en su investigación, la intensidad media se hallaba próxima al 85% VO₂_{máx}.

Más recientemente Caria y col., 2007 (5) clasificaron el CI como una actividad en el rango entre *moderado a duro/muy duro*. Battista y col., 2008 (19) tras analizar los resultados de su investigación concluyeron que el CI es una actividad de muy alta intensidad pudiendo suponer un riesgo para la salud del

practicante especialmente si no está entrenado o es un principiante. En la misma línea, Piacentini y col., 2009 (8) concluyeron que el CI, dada la elevada intensidad observada en las sesiones, debe ser evitado por sujetos sedentarios, mayores, o con problemas de salud. Incluso dos estudios han sido publicados en los que se encontraron casos de rabdomiolisis severa provocada por la práctica del CI (23,24).

Ante la elevada intensidad observada durante la práctica del CI por todas las investigaciones realizadas hasta la fecha, López-Miñarro y Muyor, 2009 (7) recomendaron la utilización de pulsómetro durante la sesión para monitorizar la intensidad del entrenamiento en tiempo real, y que los sujetos puedan dosificar su nivel de esfuerzo.

Otros autores sin embargo, consideran que la intensidad durante la práctica del CI puede ser adaptada a cualquier nivel de condición física. Así por ejemplo, Bianco y col., 2010 (3) realizaron un protocolo de entrenamiento de CI adaptado para un grupo de mujeres jóvenes, sedentarias y con sobrepeso, obteniendo resultados positivos en la pérdida de peso graso. El protocolo de Bianco y col., 2010 (3) se basó en las recomendaciones del ACSM publicadas en 2006 (25).

CI y composición corporal

Scharf-Olson y col., 1999 (18) clasificaron el CI como una actividad que cumplía con las recomendaciones del ACSM en 1998 (20) para la mejora del fitness cardiovascular y la pérdida de peso.

Bianco y col. 2010 (3), basándose en la “Guía para la prescripción del ejercicio” publicada por el ACSM en 2006 (25), desarrollaron un protocolo de ejercicio en CI dirigido a la pérdida de peso graso. Para ello contaron con una muestra compuesta por 14 mujeres jóvenes, sedentarias y con sobrepeso (IMC entre 25

y 29,9), que realizaron un entrenamiento específico de CI tres veces a la semana durante 12 semanas. Tras este periodo de entrenamiento los resultados observados por Bianco y col, 2010 (3) fueron los siguientes:

- El peso corporal descendió significativamente ($p < 0,05$). La reducción fue de un 2,6% y 3,2% después de la sesión 24 y la 36 respectivamente.
- La masa grasa descendió significativamente ($p < 0,05$), siendo la reducción de un 4,3% y 5% después de la sesión 24 y la 36 respectivamente.
- La masa libre de grasa aumentó significativamente ($p < 0,05$), siendo el incremento de un 2,3% y 2,6% después de la sesión 24 y 36 respectivamente.
- Se encontraron disminuciones significativas ($p < 0,05$) tras 24 sesiones de CI en la circunferencia abdominal, del pecho, de la pantorrilla, del muslo y del brazo. La circunferencia abdominal decreció un 1,7% y un 2,1% tras 24 y 36 sesiones de CI, respectivamente. La circunferencia del pecho decreció un 1,8% y un 2,3% tras 24 y 36 sesiones de CI respectivamente. La circunferencia de la pantorrilla decreció un 2,4% y un 2,8% tras 24 y 26 sesiones de CI respectivamente. La circunferencia del muslo decreció un 1% y un 1,3% tras 24 y 36 sesiones de CI respectivamente. La circunferencia del brazo decreció un 7,3% y un 7,7% tras 24 y 36 sesiones de CI respectivamente.
- El metabolismo basal no sufrió un aumento significativo después de las 36 sesiones realizadas ($1434 \pm 102 \text{ kcal}\cdot\text{día}^{-1}$ Vs $1495 \pm 92 \text{ kcal}\cdot\text{día}^{-1}$).
- No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en el comportamiento de la tensión arterial sistólica ni en la diastólica. La

sistólica paso de $125,5 \pm 11,2$ mmHg de media al inicio del estudio a $121,4 \pm 8$ mmHg tras la sesión 36, mientras que la diastólica pasó de $73,7 \pm 5,7$ mmHg de media al principio del estudio a $72,6 \pm 5,8$ mmHg tras la sesión 36.

- La FC de reposo media descendió significativamente ($p < 0,05$) durante la duración del programa de CI, pasando de $70,2 \pm 10,1$ lpm a $63,9 \pm 3,9$ lpm tras la sesión 36.
- El VO_2 máx aumentó significativamente ($p < 0,01$) pasando de $37,1 \pm 4,3$ ml·kg⁻¹·min⁻¹ al inicio del estudio a $40,2 \pm 4,6$ ml·kg⁻¹·min⁻¹ tras la sesión 36.

Tras el análisis de los resultados, Bianco y col., 2010 (3) afirmaron que el entrenamiento en CI puede ser eficiente para la pérdida de peso en mujeres jóvenes con sobrepeso, así como en la prevención de los factores de riesgo cardiovasculares. Para conseguirlo Bianco y col., 2010 (3) insisten en la relevancia de formular programas de ejercicio con una intensidad adaptada al nivel de condición física del participante.

En otra investigación, Valle y col., 2010 (26) estudiaron los beneficios que la práctica del CI puede reportar sobre la composición corporal y el nivel de lípidos en sangre. En este estudio un grupo de 40 mujeres fue dividido en 4 grupos; un grupo control, otro grupo que realizó tres sesiones semanales de CI durante 12 semanas, otro grupo al que además de la práctica de CI se le añadió restricción calórica (1200 kcal·día⁻¹), y un último grupo al que se le aplicó exclusivamente la restricción calórica. Todos los grupos menos el grupo control redujeron significativamente ($p < 0,05$) sus variables antropométricas tras 12 semanas de intervención (Masa corporal, porcentaje graso e índice de

masa corporal). Solamente en el grupo que realizó restricción calórica se observó un descenso significativo ($p < 0,05$) de la masa libre de grasa (Tabla 3). También redujeron los niveles séricos de colesterol y triglicéridos. Solamente los grupos que practicaron CI (tanto el que tuvo restricción calórica como el que no) aumentaron los niveles de HDL-C (Tabla 4).

Valle y col., 2010 (26) afirman que el CI es una excelente estrategia en la lucha contra el sobrepeso y el control del perfil lipídico, especialmente cuando se combina con una dieta adecuada.

Tabla 3. Comparativa de las medidas antropométricas en los cuatro grupos

	Grupo control		Grupo CI		Grupo CI + Dieta		Grupo dieta	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
MC (kg)	71,85±6,05	72,64±6,28*	60,8 ± 7,08	64,86 ± 6,58*	74,39 ± 8,30	67,05 ± 8,85*	71,43 ± 4,22	65,39 ± 4,35*
%MG	31,66±3,15	32,09±3,08*	32,92 ± 2,25	28,5 ± 2,34*	33,88 ± 5,38	26,68 ± 5,99*	33,09 ± 3,65	30,33 ± 3,51*
IMC (kg·m ⁻²)	27,52±1,68	27,77±1,56	26,77 ± 2,01	25,19 ± 2*	29,38 ± 3,48	26,46 ± 3,49*	27,6 ± 1,54	25,26 ± 1,59*
MLG (kg)	47,17±3,28	49,31 ± 3,21	46,05 ± 3,81	46,27 ± 3,63	49,04 ± 5,53	48,84 ± 4,88	47,68 ± 1,70	45,44 ± 1,64*

MC: masa corporal; %MG: % de masa grasa IMC: Índice de masa corporal; MLG: Masa libre de grasa.

*Diferencias significativas entre pre y post ($p < 0,05$)

Fuente: Valle y col., 2010 (26)

Tabla 4. Comparativa del perfil lipídico en los cuatro grupos

	Grupo control		Grupo CI		Grupo CI + Dieta		Grupo dieta	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
TG (mg·dl ⁻¹)	98,1 ± 6,52	98,9 ± 5,86	102,1 ± 11,8	97,1 ± 11,9*	100,4 ± 18,4	92,7 ± 18,6*	102,6 ± 6,72	96,1 ± 5,45*
CT (mg·dl ⁻¹)	173,3 ± 10,9	175,8 ± 11,2	179,9 ± 11,1	173,1 ± 11,5	172,4 ± 28,1	161,8 ± 26,3*	172,9 ± 10,9	162,3 ± 10,4*
LDL (mg·dl ⁻¹)	114,8 ± 10,7	116,6 ± 18,8	123,4 ± 12,7	114,9 ± 13,2*	112,7 ± 27,7	103,5 ± 26,6*	111,7 ± 11	105 ± 1*
HDL (mg·dl ⁻¹)	41,2 ± 2,57	41,5 ± 2,27	40,8 ± 2,82	44,1 ± 2,18*	41,3 ± 3,92	44,6 ± 2,67*	42,2 ± 2,10	41,4 ± 1,84
VLDL (mg·dl ⁻¹)	17,3 ± 3,50	17,7 ± 2,91	18,3 ± 4,19	14,1 ± 2,56*	18,4 ± 5,93	13,3 ± 3*	19 ± 2,26	15,9 ± 1,6*

TG: Triglicéridos; CT: Colesterol; LDL: Lipoproteína de baja densidad; HDL; Lipoproteína de alta densidad; VLDL: Lipoproteína de muy baja densidad.

* Diferencias significativas entre pre y post ($p < 0,05$)

Fuente: Valle y col., 2010 (26)

CI y Diabetes

La práctica regular de ejercicio es beneficiosa para personas con diabetes, porque la actividad física reduce los niveles de glucosa en sangre. Los principales beneficios del ejercicio sobre las personas que padecen diabetes son la reducción de la tensión arterial y la hiperlipidemia, el aumento de la sensibilidad a la insulina y de los transportadores de glucosa (GLUT4), incremento de la circulación sanguínea y de la vascularización muscular, reducción de los niveles de azúcar en sangre y de la dosis de insulina necesaria para controlar estos niveles y aumento de la sensibilidad hepática a la insulina (27).

Iscoe y col., 2006 (21) monitorizaron los niveles de glucosa en sangre durante tres días en un grupo compuesto por 5 sujetos diabéticos tipo II. El segundo día de monitorización los sujetos realizaron una sesión de CI de 60 minutos de duración a una intensidad entre el 60-80% FC_{máx}. Tras el entrenamiento, 3 de

los 5 sujetos que formaban la muestra experimentaron hipoglucemia postejercicio, mientras que los otros dos manifestaron descensos moderados de la glucemia. Iscoe y col., 2006 (21) consideraron que el CI es un ejercicio vigoroso que puede favorecer la aparición de hipoglucemias nocturnas con consecuencias negativas para la salud del paciente. Para evitarlo recomiendan la utilización de sistemas de monitorización continua de la glucemia.

1.5. Control de la intensidad durante la sesión de CI

La intensidad en los ejercicios de carácter cardiovascular se suele evaluar mediante la monitorización de la FC, el VO_2 , o la RPE. Desafortunadamente en las clases convencionales de CI no se puede medir el VO_2 , ya que requiere de aparataje muy complejo y costoso, así como de personal especializado. Un método de control de intensidad muy habitual en gimnasios y centros de fitness es mediante la FC, utilizando pulsómetros y valores de FC_{máx} teórica (28). No obstante, el método más utilizado suele ser el de la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE)(7). Según Bianco y col., 2010 (3) la monitorización de la FC y el uso de la RPE son herramientas útiles para dosificar la intensidad en el CI, dentro unos márgenes de seguridad, evitando el sobreentrenamiento y obteniendo mayores beneficios a través del entrenamiento.

Para aumentar o disminuir la intensidad del entrenamiento durante la sesión de CI el instructor cuenta con las siguientes herramientas (2):

- La cadencia de pedaleo (en directa relación con el ritmo de la música).
- La resistencia de frenado, la cual debe ser determinada por el instructor.
- La relación cadencia – resistencia.

1. INTRODUCCIÓN

- La posición sobre la bicicleta.
- La variación de los intervalos o de los periodos de reposo.
- La tensión psicológica.

Para el control de la intensidad a lo largo de la sesión el instructor indicará a los participantes la zona trabajo en la que deben permanecer. Barbado y Barranco, 2007 (9) proponen cuatro zonas de entrenamiento en relación a la intensidad (Tabla 5):

Tabla 5. Zonas de entrenamiento en CI

Zonas de entrenamiento	%FCmáx	%FCR	RPE
ZONA 1	< 70%	< 55%	Suave
ZONA 2	70-80%	55-70%	Moderado, algo duro
ZONA 3	81-90%	71-85%	Duro
ZONA 4	> del 90%	> del 85%	Muy Duro

Fuente: Barbado y Barranco, 2007 (9)

1.5.1. La FC

En las sesiones de CI se suele utilizar la FC como marcador de la intensidad del ejercicio durante el entrenamiento (3), debido a la relación lineal existente entre ambas variables (28,29).

Aunque la medición de la FC absoluta en latidos por minuto (lpm) es comúnmente utilizada, también es válido expresar el valor relativo de FC como porcentaje de la FC máxima (%FCmáx); de esta manera la información obtenida puede ser utilizada para determinar la intensidad del entrenamiento de forma más individualizada (29) cuando el entrenamiento va dirigido hacia

un grupo de sujetos, como es el caso del CI. Otra manera de cuantificar la intensidad de entrenamiento mediante la FC es la propuesta por Karvonen y Vuorimaa, 1988 (30), basada en el porcentaje de la Frecuencia Cardíaca de Reserva (FCR) (Tabla 6). Este método tiene en cuenta que la FC de reposo varía con la edad, y con el nivel de condición física.

Tabla 6. Ecuación para determinar la intensidad mediante la FCR

$$\% \text{ FC reserva} = (\text{FCex} - \text{FCrest}) \times 100 / \text{FCmax} - \text{FCrest}$$

FCex corresponde a FC durante el ejercicio; FCrest corresponde a FC en reposo y FCmáx corresponde a FC máxima.

Fuente: Karvonen y Vuorimaa, 1988 (30)

Tras estudiar una muestra compuesta por 81 hombres y 81 mujeres adultos sanos, Swain y col., 1994 (31) observaron la siguiente relación entre %FCmáx y %VO₂máx (Tabla 7):

Tabla 7. Relación entre el %VO₂ máx, el %FCmáx

%VO ₂ máx	%FCmáx
40	63
60	76
80	89
85	92

Fuente: Swain y col., 1994 (31)

Posteriormente Swain y Leutholtz, 1997 (32) observaron una equivalencia entre el %FCR y el %VO₂máx de reserva (VO₂máx – VO₂ en reposo).

1.5.1.1. Estimación de la FC_{máx}

Para poder utilizar la metodología de %FC_{máx}, se debe conocer previamente la FC_{máx} del sujeto. En los centros de fitness y gimnasios la aplicación de pruebas de esfuerzo máximo no son recomendables, principalmente por razones de seguridad. Además, para realizar este tipo de test se requiere de personal médico especializado.

Por lo anterior, se utilizan normalmente ecuaciones de estimación para la FC_{máx} como la de “220 - edad” (33), que es la más utilizada. Esta ecuación proviene de la estimación estadística, en base a la observación, del ajuste lineal de una serie de datos brutos compilados en 1971 (33).

Muchos estudios han criticado la ecuación de estimación de la FC_{máx} de “220-edad” (34-36) manifestando que sobreestima la FC_{máx} en sujetos jóvenes. Tanaka y col., 2001 (34), observaron que se ajusta bastante bien a la ecuación de Tanaka y col., 2001 (34) (208-0,7·edad en años) en sujetos de 40 años de edad y subestima la FC_{máx} en sujetos de más edad. Según Gellish y col., 2007 (36) la fórmula de “220-edad” muestra una desviación estimada de ±10-12 lpm.

Robergs y Landwehr, 2002 (35) llegaron incluso a afirmar que no existía ningún método aceptable para estimar la FC_{máx}, debido al error estadístico que tenían todas las ecuaciones publicadas hasta esa fecha, e instaban a seguir investigando en esta área hasta encontrar métodos de mayor fiabilidad.

En la siguiente tabla se muestran dos de las ecuaciones que se han publicado para la estimación de la FC_{máx} (34,36), además de la más conocida de 220-edad (años) (Tabla 8).

Tabla 8. Fórmulas de estimación de la FCmáx

Autor	Ecuación
Tanaka y col., 2001 (34)	$208-(0,7 \cdot \text{edad})$
Guellish y col., 2007 (36)	$206,9-(0,67 \cdot \text{edad})$

El trabajo elaborado por Tanaka y col., 2001 (34) se realizó mediante un meta análisis que incluyó la revisión de 351 estudios con 492 grupos de sujetos y un total de 18.712 sujetos. Además Tanaka y col., 2001 (34) realizaron un estudio de laboratorio sobre una muestra de 514 personas excluyendo sujetos con patología cardíaca y fumadores, sobre los cuales no se debe utilizar esta ecuación. La correlación observada entre la FCmáx y la edad fue muy cerrada ($r=-0,90$), y la ecuación para predecir la FCmáx en sujetos de ambos sexos y sanos resultante del análisis estadístico fue $208-(0,7 \cdot \text{edad en años})$.

Más recientemente Gellish y col., 2007 (36) obtuvieron similares resultados a los de Tanaka y col., 2001 (34). El estudio longitudinal se desarrolló entre los años 1978 y 2003 y fue realizado sobre una muestra de 132 sujetos de ambos sexos, los cuales realizaron un total de 908 test de esfuerzo máximo, haciendo una media de 6,9 test por sujeto durante los 25 años que duró la investigación. La fórmula de Gellish ($206,9-0,67 \cdot \text{edad}$) tiene una desviación standard de $\pm 5-8$ lpm y está desarrollada para una población entre 30 y 75 años de edad (36).

Debido a los errores mostrados en la estimación de la FCmáx, otras posibilidades han sido valoradas (37). Así Karavirta y col., 2008 (37) realizaron una estimación de la FCmáx a través de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC). Durante el ejercicio incremental aparece una disminución de la VFC que puede ser utilizada para la estimación de la FCmáx. Midiendo latido a latido, el descenso de las altas frecuencias (AF) y la FC durante un test incremental,

Karavirta y col., 2008 (37) observaron que la correlación entre la FC_{máx} y el descenso de la FC al 50% de la AF fue muy fuerte ($r=0,50$, $P<0,001$); mientras que la correlación entre FC_{máx} y la edad fue más débil ($r=-0,36$, $P<0,01$). Tras analizar estadísticamente los resultados del estudio, Karavirta y col., 2008 (37) establecieron la siguiente ecuación para estimar la FC_{máx} mediante la VFC (Tabla 9):

Tabla 9. Ecuación para estimar la FC_{máx} mediante la VFC

$$FC \text{ máx} = 160,633 - 0,603 (\text{edad}) + 0,441(\text{FCAF50\%})$$

Fuente: Karavirta y col., 2008 (37)

1.5.1.2. Interferencias sobre la FC en el ámbito del CI

Existen factores que influyen sobre el comportamiento de la FC durante el esfuerzo, y que se deben tener en cuenta. Así la variación en el día a día de la FC puede ser aproximadamente de 6 latidos por minuto o de hasta un 6,5%. Algunos de los factores que pueden afectar al comportamiento de la FC son:

- Modalidad del ejercicio.
- El estado de entrenamiento del sujeto.
- Condiciones ambientales.
- Estado de hidratación.
- Duración del ejercicio.
- Ingesta de medicamentos.

Modalidad del ejercicio

La FC no es un buen método para la cuantificación de la intensidad en ejercicios de elevada intervención anaeróbica, levantamiento de pesas, entrenamiento interválico de alta intensidad y entrenamiento pliométrico (38). El incremento de la FC durante el ejercicio también depende de los grupos musculares implicados en el mismo, así por ejemplo los ejercicios que requieren de la intervención de los músculos del tren superior provocan mayores incrementos en la FC frente a los ejercicios que solamente requieren de la intervención de los músculos de las piernas (39).

Estado de entrenamiento del sujeto

Durante el ejercicio, los sujetos entrenados presentan valores inferiores de FC submáxima que los sujetos no entrenados, con una misma carga de trabajo; no se aprecian modificaciones en cuanto a la FC_{máx} (39).

Condiciones ambientales

Tanto el aumento de la temperatura como de la humedad aumentan la respuesta de la FC durante el ejercicio (39). Green y col., 2007 (40) observaron valores de FC significativamente más elevados ($p < 0,05$) en sesiones de entrenamiento sobre cicloergómetro realizadas a mayor temperatura ambiente (30°C vs 18°C) en un mismo grupo de sujetos que pedaleaban durante 60 minutos al 90% de su umbral ventilatorio.

Estado de hidratación

La tasa de sudoración está íntimamente ligada a la deshidratación, lo cual a su vez puede vincularse al fenómeno denominado "*Cardiac Drift*", que se da en situaciones de deshidratación, debido a un descenso marcado del volumen sistólico, por una disminución del líquido plasmático del deportista, y que

desemboca en un aumento de la FC para mantener un nivel adecuado de gasto cardiaco (5,41). El “*Cardiac Drift*” podría afectar especialmente a sujetos no entrenados en ejercicios de resistencia, que practicaran CI durante un tiempo prolongado, en salas mal acondicionadas y que no se hidrataran correctamente (5). La ingesta de líquidos durante el desarrollo de la sesión de CI podría ayudar a disminuir este aumento de la FC por el “*cardiac drift*” (8).

En relación a este aspecto, Hazelhurst y Claassen, 2006 (4) midieron la tasa de sudoración durante una sesión de CI de 90 minutos de duración en una muestra de 14 hombres y 12 mujeres. Para ello pesaron a los sujetos semidesnudos antes y después de la sesión de CI, así como la bebida ingerida durante el entrenamiento. Los resultados indicaron que la tasa de sudoración durante la práctica de CI fue muy elevada: $1,12 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ para los hombres y $0,57 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ para las mujeres. La diferencia entre sexos se debe a que las mujeres sudan menos porque tienen más superficie corporal en relación a su masa corporal por lo que pierden más calor a través de otros sistemas termorreguladores como la radiación o la convección (4). Además se ha observado que las mujeres, segregan menos cantidad de sudor por cada glándula sudorípara, por lo que tienen menos tasa de sudoración que los hombres (42).

Duración del ejercicio

Se observa un aumento de la FC relacionado con el tiempo de duración del ejercicio, debido al descenso del líquido plasmático. Este incremento de la FC se ve acentuado en situaciones de calor ambiental y deshidratación del deportista, y suele aparecer cuando el ejercicio cardiovascular supera los 20 minutos de duración (39).

Ingesta de medicamentos

El aumento de la FC durante el ejercicio se debe en gran medida a la actividad del sistema nervioso simpático. La ingesta de medicamentos que inhiben la actividad simpática, como los betabloqueantes, provoca un descenso de la FC durante el ejercicio (43).

1.5.1.3. Aspectos determinantes de la respuesta de la FC en la sesión de CI

Cadencia de pedaleo

Durante la sesión de CI la cadencia de pedaleo está determinada por la velocidad de la música. El instructor debe seleccionar un ritmo musical adecuado para cada fase de la sesión.

La velocidad de pedaleo influye en el control de la intensidad. Encontramos cadencias de pedaleo muy rápidas en las sesiones registradas por Francis y col., 1999 (1). En este estudio se registró una cadencia media de $93,4 \pm 10,9$ rpm, y se alcanzó una cadencia máxima de $160 \pm 35,4$ rpm. Estas elevadas cadencias de pedaleo se justifican porque el estudio data del año 1999, y entonces los programas de entrenamiento utilizaban esas elevadas cadencias. Ya en este estudio Francis y col., 1999 (1) advertían que las cadencias rápidas podrían ser interesantes para ciclistas sprinters, pero podían suponer un problema de seguridad en el entrenamiento de sujetos que solamente buscaban mejorar su fitness cardiovascular. Dettory y Norvell, 2006 (44) en un estudio de revisión sobre las lesiones no traumáticas más comunes en el ciclismo, relacionaron las cadencias rápidas con la inflamación de la banda iliotibial.

Las sesiones de CI registradas en investigaciones más recientes ponen de manifiesto que las cadencias de pedaleo que se utilizan en los programas de entrenamiento actuales son menos rápidas:

- Caria y col., 2007 (5) midieron una cadencia media durante las sesiones registradas de 83 ± 8 rpm para los hombres y de 77 ± 13 rpm para las mujeres, no llegando en ningún momento de la sesión a superar los 120 rpm.
- En la investigación desarrollada por Piacentini y col., 2009 (8) la cadencia objetivo máxima durante la sesión fue de 110 rpm. La cadencia media más alta se obtuvo durante un tramo de pedaleo sentado de dos minutos de duración en el que se alcanzó una cadencia media de $101,5 \pm 4,0$ rpm.
- López-Miñarro y Muyor, 2009 (7) establecieron en su protocolo una cadencia objetivo máxima de 100 rpm.
- En la investigación llevada a cabo por Bianco y col., 2010 (3) la cadencia objetivo máxima establecida en el protocolo de entrenamiento fue 102 rpm.

En referencia a la cadencia más adecuada durante la práctica del CI no disponemos de ningún estudio que haya investigado este aspecto.

Referente al ciclismo convencional, Whitty y col., 2009 (45) analizaron la eficiencia mecánica durante el pedaleo con diferentes cargas y distintas cadencias en un grupo de 18 sujetos que no eran ciclistas. En este estudio se observó que la cadencia más eficiente fue de 50 rpm, en comparación a 80 rpm y a 110 rpm ($p < 0,05$); sin embargo, cuando se permitió seleccionar a los sujetos una cadencia elegida libremente (CEL), éstos pedalearon a una media de 80 rpm ($80 \pm 5,6$ rpm cuando pedaleaban al 40% $W_{m\acute{a}x}$, $80 \pm 9,4$ rpm cuando pedaleaban al 50% $W_{m\acute{a}x}$, $80 \pm 8,3$ cuando pedaleaban al 60% $W_{m\acute{a}x}$). Con una carga estable de 200 W, la cadencia de 80 rpm y la de 110 rpm

generaron menos momento de fuerza ($p < 0,05$) sobre los pedales que la cadencia de 50 rpm ($49,1 \pm 4,1$ Nm para la cadencia de 50 rpm, $39,1 \pm 4,7$ Nm para la cadencia de 80 rpm y $28,4 \pm 3,7$ Nm para la cadencia de 110 rpm), sin embargo la RPE (1-10) durante el protocolo con la CEL (80 rpm) fue significativamente menor ($p < 0,05$) que cuando la cadencia fue de 50 rpm y de 110 rpm. Para Whitty y col., 2009 (45) estos datos muestran que en sujetos no ciclistas, existe preferencia por pedalear más rápido, para reducir la tensión muscular y la carga mecánica, a pesar de que esto produzca una pérdida de la eficiencia de la pedalada.

Según Hansen y Smith., 2009 (46) la CEL en ciclismo convencional está influenciada por los siguientes aspectos:

- Edad: A mayor edad menor es la CEL, aproximadamente existe una reducción de 3 rpm por década entre los 25 y los 65 años.
- Potencia aeróbica máxima (VO_2 máx): A mayor valor de VO_2 máx, mayor CEL.
- Potencia máxima (W máx): A mayor valor de W máx, mayor CEL.
- Inclinación: A mayor inclinación del terreno, menor CEL.
- Pedaleo contra el viento: Menor CEL cuando el ciclista pedalea contra el viento.
- Duración: Menos CEL cuanto mayor es la duración del entrenamiento.

Leepers y col., 2001 (47) realizaron un estudio con triatletas bien entrenados que pedalaron durante 30 minutos al 80% VO_2 máx en tres sesiones diferentes. Cada sesión se realizó a una cadencia distinta correspondiente a CEL (86 rpm), CEL+20% (103 rpm) y CEL-20% (69 rpm). Los investigadores no

observaron diferencias significativas en el comportamiento de la FC y del VO_2 entre los tres protocolos. Según los autores, esto puede deberse a la adaptación de los triatletas entrenados para realizar cambios de cadencia habitualmente en la competición. Sí observaron diferencias significativas ($p < 0,01$) en la ventilación (VE), siendo mayores ($p < 0,05$) los valores de VE en el protocolo realizado con CEL+20% con respecto a CEL-20% tanto en el minuto 5 ($117,7 \pm 5,2 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ por $102,2 \pm 13,4 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ respectivamente), como en el minuto 15 ($131 \pm 18,2 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ por $111,5 \pm 14,6 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ respectivamente), no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en la VE en el minuto 30. Según Lepers y col., 2001 (47) las diferencias en la VE podrían deberse a una mayor contribución del metabolismo anaeróbico durante los primeros 15 minutos en el protocolo realizado con mayor cadencia.

Por su parte Denadai y col., 2005 (48) estudiaron el efecto de la cadencia a dos velocidades distintas (50 rpm y 100rpm) sobre el comportamiento de la FC y el nivel de lactato en sangre (La) durante el ejercicio con carga constante y carga incremental. No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre la cadencia de 50 rpm y 100 rpm en los valores de $\text{FC}_{\text{máx}}$ ($191,1 \pm 8,8 \text{ lpm}$ y $192,6 \pm 9,9 \text{ lpm}$ respectivamente), ni para $\% \text{FC}_{\text{máx}}$ correspondiente con el máximo estado estable de lactato (OBLA) ($85,4 \pm 6,3\%$ y $83,6 \pm 4,2\%$ respectivamente). Sin embargo sí se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las cadencias de 50 rpm y 100 rpm en los valores de potencia máxima ($\text{W}_{\text{máx}}$) ($263,9 \pm 18,6\text{W}$ y $240,9 \pm 12,6\text{W}$ respectivamente), y en la potencia en el OBLA ($186,1 \pm 21,2\text{W}$ y $148,1 \pm 15,4\text{W}$ respectivamente). En el protocolo incremental se cuantificó la FC y el La en sangre al 50, 60, 70, 80, 90 y 100% $\text{W}_{\text{máx}}$, hallando valores significativamente más elevados ($p < 0,05$) en el protocolo realizado a 100 rpm en todas las mediciones excepto al 90 y al 100%. En el caso del La en sangre los valores fueron significativamente más elevados

para el protocolo de 100 rpm en todas las mediciones excepto en la última (100% W).

Resistencia de frenado

Durante la sesión de CI el participante regula libremente la resistencia de frenado de su bicicleta mediante una ruleta, atendiendo a las órdenes dictadas por el instructor en cada fase de la sesión.

Piacentini y col., 2009 (8) observaron durante el registro de una sesión de CI que el incremento de la resistencia de frenado se asoció a unos valores más elevados de VO_2 y de FC.

Posición sobre la bicicleta

Otra variable muy importante para el control de la intensidad durante la sesión de CI es la posición sobre la bicicleta. Francis y col, 1999 (1) observaron mayores picos de intensidad cuando los sujetos pedaleaban de pie con una carga constante que cuando pedaleaban sentados. Similares resultados fueron observados en otros estudios más recientes que obtuvieron valores de FCR más elevados en las fases en las que los sujetos pedaleaban de pie simulando subir una montaña (7). Ya existían otros estudios anteriores realizados en ciclismo convencional que observaron aumentos de un 8% en la FC y de un 12% en el VO_2 cuando los ciclistas pedaleaban de pie con respecto a cuándo pedaleaban sentados (49).

Más recientemente Hansen y Waldeland, 2008 (50) compararon el pedaleo de pie y sentado en ciclistas entrenados. Para ello hallaron previamente los $W_{m\acute{a}x}$ que los sujetos pudieron generar sobre un cicloergómetro en un test incremental, y posteriormente realizaron cuatro test de corta duración hasta la extenuación con diferentes niveles de potencia generada (86, 96, 118 y 165%

Wmáx hallados en el test previo). No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en el comportamiento de la FC alcanzada durante la realización de los test en ninguna de las cargas de trabajo. Sí se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el VO_2 , alcanzando valores más elevados cuando se pedaleó de pie con elevadas cargas de trabajo con respecto a cuando se pedaleó sentado (118% Wmáx y 165% Wmáx) (Tabla 10).

Tabla 10. Resultados de los test hasta la extenuación con un 10% de inclinación			
	Cadencia (Rev·min⁻¹)	FC (lpm)	Vo₂ (ml·min⁻¹)
86% Wmáx			
Sentado	89 ± 5*	187 ± 5	5269 ± 520
De pie	72 ± 6	187 ± 5	5318 ± 479
96% Wmáx			
Sentado	92 ± 2*	184 ± 4	5278 ± 508
De pie	74 ± 3	186 ± 5	5303 ± 380
118%Wmáx			
Sentado	101 ± 3*	181 ± 7	4946 ± 290*
De pie	80 ± 6	184 ± 4	5247 ± 436
165% Wmáx			
Sentado	104 ± 3*	176 ± 5	3527 ± 733*
De pie	89 ± 4	179 ± 4	4816 ± 502

* Diferencias significativas ($p < 0,05$)

Fuente: Hansen y Waldeland, 2008

Hansen y Waldeland, 2008 (50) consideraron tras analizar los datos obtenidos en su investigación que los ciclistas entrenados alcanzaron un mayor rendimiento al pedalear de pie con elevadas cargas de trabajo (165% Wmáx) y cuesta arriba (10%). En caso de pedalear con una menor carga de trabajo (86% Wmáx) no hubo diferencia de rendimiento entre pedalear de pie o sentado.

1.5.2. Percepción del esfuerzo (RPE)

La utilización de escalas de percepción del esfuerzo (RPE) es una herramienta muy habitual para la cuantificación de la intensidad del entrenamiento. Este método se basa en el ajuste de la intensidad del entrenamiento en base a la percepción subjetiva del esfuerzo realizado por el propio sujeto (29).

La RPE se podría definir como la intensidad del esfuerzo percibido, stress o sensación de discomfort durante la práctica de actividad física. Se trata de un método simple y válido para la regulación de la intensidad durante la práctica de actividad física (7,38).

Diferentes escalas de RPE son utilizadas durante la práctica de actividad física, la más habitual es la Escala de Borg (51) (Tabla 11) cuyas puntuaciones van desde el valor 6 hasta el 20. Esta tabla fue modificada por el mismo Borg posteriormente (52), estableciendo una puntuación entre 1 y 10 (Tabla 12).

6	
7	Very, very light
8	
9	Very light
10	
11	Fairly light
12	
13	Somewath hard
14	
15	Hard
16	
17	Very hard
18	
19	Very, very hard
20	
Fuente: Borg, 1973 (51)	

0	Nothing at all
0,5	Very, very light
1	Very light
2	Fairly Light
3	Moderate
4	Somewath hard
5	Hard
6	
7	Very hard
8	
9	
10	Very, very hard
Fuente: Borg, 1982 (52)	

Además otras tablas de RPE han sido desarrolladas para su utilización específicamente en ciclismo (53). La escala de Robertson y col., 2004 (53), denominada escala OMNI está validada para el ejercicio en bicicleta, y es específica para sujetos adultos. Contiene descriptores numéricos y gráficos (Figura 13).

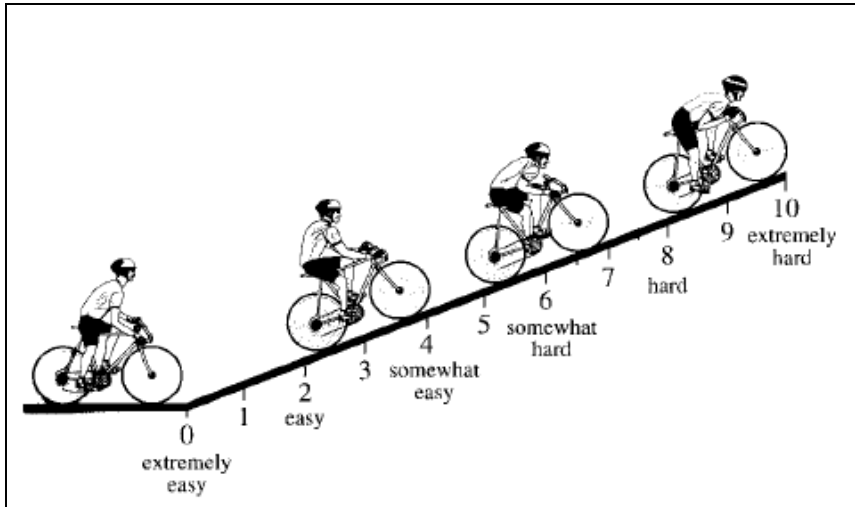


Figura 13. Escala ONMI validada para ciclismo.
Fuente: Robertson y col., 2004 (53)

1.5.2.1. Relación entre la RPE y otros marcadores de intensidad

López-Miñarro y Muyor, 2009 (7) observaron correlación entre la RPE (6-20) y la frecuencia cardiaca de reserva (FCR) en sesiones de CI. La correlación fue baja, pero significativa ($r=0,41$, $p<0,05$). Una causa que pudo influir en la baja correlación fue la utilización de diferentes estilos musicales, ya que la música puede influir sobre la RPE (7). También pudo influir la poca experiencia en la práctica del CI que tenían los sujetos que formaban parte de la muestra (4-12 semanas, 2-3 sesiones por semana).

Existe evidencia científica sobre la correlación entre la RPE y los marcadores de intensidad metabólica medidos durante el ejercicio en bicicleta, como el VO_2 y la FC (6,29,53-56).

En relación al CI, Kan y col., 2005 (6), compararon una sesión de CI de intensidad variable con una de intensidad continua. Los valores de RPE (6-20) fueron de $8,9 \pm 0,5$ y de $9,7 \pm 0,7$, respectivamente, no existiendo diferencias significativas ($p>0,05$). Sin embargo, en el entrenamiento variable, los valores

de lactato (La) medidos en sangre al finalizar el ejercicio ($7,2 \pm 0,8 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) fueron significativamente mayores ($p < 0,05$) respecto a los observados después del entrenamiento de intensidad continua ($2,7 \pm 0,3 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$).

Green y col., 2005 (54) realizaron una investigación con el fin de correlacionar el RPE (6-20) con la FC y la tasa de La en ejercicio en bicicleta con carga constante durante 60 minutos. Para ello sometieron a 14 sujetos a un protocolo en cicloergómetro con carga constante, la carga era la asociada a $2,5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ de La. La RPE fue registrada cada 5 minutos durante el ejercicio. El La en sangre se incrementó progresivamente hasta el minuto 20, a partir de ese momento empezó a decrecer poco a poco; sin embargo tanto la RPE como la FC aumentaron significativamente entre el minuto 20 y el 60. Los resultados de esta investigación muestran correlación entre la RPE general y la FC ($r=0,43$, $p < 0,01$), mientras que entre la RPE general y el La, la correlación no fue significativa ($r=-0,11$, $p=0,32$).

El mismo grupo de investigación, realizó un estudio similar pero con un protocolo de entrenamiento interválico de alta intensidad (55). Los sujetos completaron 5 intervalos de 2 minutos, con una carga asociada a $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ de lactato en sangre y 3 minutos de recuperación entre intervalos. En esta ocasión sí se encontró correlación entre La y la RPE, aunque la correlación fue mayor entre la RPE y la FC tanto en la fase de carga de los intervalos (RPE-FC: $r=0,63$, $p < 0,05$; RPE-La: $r=0,43$, $p < 0,05$) como en los períodos de recuperación (RPE-FC: $r=0,44$, $p < 0,05$; RPE-La: $r=0,34$, $p < 0,05$). Los autores concluyeron que tanto la RPE como la FC son más sensibles a los cambios de carga de trabajo que a las concentraciones de lactato en sangre.

1.5.2.2 Interferencias sobre la RPE como marcador de intensidad

Existen diferentes aspectos que pueden influir sobre la relación RPE – FC en el ámbito del CI, destacando los siguientes:

- Utilización de la música.
- Visualización de imágenes durante el ejercicio.
- Experiencia de los participantes.
- Temperatura ambiental.
- Edad de los participantes.

Influencia de la música sobre la RPE

Shaulov y Lufi, 2009 (14) realizaron un estudio sobre la influencia que puede tener la música sobre la percepción del esfuerzo, la fatiga o la sensación de bienestar durante una sesión de CI. Para ello contaron con una muestra de 14 sujetos que realizaron 4 sesiones de CI en diferentes situaciones; con música y luz elevada, sin música y luz tenue, con música y luz tenue, y sin música y luz elevada. Posteriormente los sujetos rellenaron el cuestionario “Why I participate in sport” elaborado por Weingarten y Pirst en 1985. El cuestionario consta de 41 items a los que se responde con una escala del 1 al 5. Tras analizar las respuestas de los participantes Shaulov y Lufi, 2009 (14) observaron que los sujetos experimentaron más sensación de placer cuando entrenaron con música (Música y luz elevada: $3,6 \pm 0,9$; Música y luz tenue: $4 \pm 0,7$; Sin música y con luz tenue: $2,8 \pm 0,7$; escala de puntuación entre 1 y 5). No se observaron efectos de la música y la luz sobre las variables fisiológicas medidas (FC y gasto calórico).

Así pues, los autores concluyeron que con música y luces tenues los participantes en las sesiones de CI no entrenaron a mayor intensidad, pero percibieron una mayor sensación de placer y satisfacción.

Yamashita y col., 2006 (57) realizaron un estudio en el cual 8 sujetos pedalearon sobre un cicloergómetro a dos intensidades constantes (40% VO_2 máx y 60% VO_2 máx) durante 30 minutos con y sin música. No encontraron diferencias significativas en la RPE entre el ejercicio realizado con y sin música al 60% VO_2 máx; por contra, sí encontraron diferencias significativas en la RPE ($p < 0,05$) entre el ejercicio realizado con o sin música cuando la intensidad fue del 40% VO_2 máx (Con música RPE= $9,63 \pm 2,3$; Sin música RPE= $12,38 \pm 2,6$). Según los autores los efectos de la música pueden influir sobre la RPE a intensidades bajas, pero no a altas intensidades de entrenamiento.

Visualización de imágenes

Robergs y col., 1998 (58) realizaron una investigación en la que un grupo de 12 sujetos pedalearon sobre un cicloergómetro seleccionando libremente la resistencia de frenado de la bicicleta. La prueba se realizó en dos condiciones diferentes, visualizando o no un vídeo de ciclismo al aire libre. Cuando los sujetos pedalearon a la vez que visualizaban el vídeo, se observaron valores significativamente más elevados ($p < 0,05$) de potencia, RPE, FC y VO_2 en comparación a la sesión sin vídeo. Según los resultados de esta investigación, la visualización de imágenes durante un entrenamiento podrían motivar al deportista y hacer que entrenara a mayor intensidad, modificando tanto la percepción del esfuerzo, como la capacidad para autoseleccionar la carga de entrenamiento (58).

Experiencia previa de los participantes

La experiencia previa en la práctica de actividad física y en la utilización de escalas de esfuerzo percibido, así como el nivel de condición física del practicante, podría afectar a la precisión con la que el sujeto es capaz de modular la carga de entrenamiento mediante la utilización de la RPE (59-61).

Eston y col., 2005 (60) realizaron un estudio cuyo objetivo fue predecir el $\text{VO}_2\text{máx}$ en 10 hombres jóvenes y entrenados mediante la realización de tres test en cicloergómetro a diferentes intensidades submáximas controladas exclusivamente por la RPE, dejando 48 horas de descanso entre cada test. Eston y col., 2005 (60) observaron que la predicción del $\text{VO}_2\text{máx}$ mejoró con la experiencia de los sujetos, disminuyendo el intervalo de confianza al 95% en la segunda y tercera prueba (Primer test: $5,4 \pm 11,3 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; segundo test: $4,4 \pm 8,7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; tercer test: $2,3 \pm 8,4 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). Tras analizar los resultados, Eston y col., 2005 (60) concluyeron que la habilidad para entrenar a una intensidad asociada a un determinado valor de la RPE podría mejorar con el entrenamiento, al menos en hombres con buena condición física. Similares resultados fueron obtenidos con posterioridad por el mismo grupo de investigación al realizar los protocolos en un grupo de 13 sujetos sedentarios (61). Por su parte, Fulkner y col., 2007 (59) realizaron tres test a intensidades submáximas controlando la carga de trabajo mediante la RPE. La muestra estuvo compuesta por cuatro grupos; mujeres activas, mujeres sedentarias, hombres activos y hombres sedentarios. En los grupos formados por sujetos sedentarios se observaron mayores diferencias ($p < 0,05$) en la carga de trabajo entre el primer y el tercer test. Los autores concluyeron que los sujetos sedentarios tuvieron más dificultad para controlar la intensidad de entrenamiento mediante la RPE que los sujetos entrenados.

Temperatura ambiental

Otro elemento determinante en la realización de sesiones de CI y que parece tener gran influencia sobre la RPE es la temperatura ambiental. Green y col., 2007 (40) realizaron una investigación en la que los sujetos completaron una misma sesión de entrenamiento sobre cicloergómetro a dos temperaturas ambientales diferentes (18°C vs 30°C). La sesión consistió en pedalear durante 60 minutos a una cadencia de 60 rpm a la intensidad correspondiente al 90% del umbral ventilatorio. Durante las sesiones de entrenamiento se tomó la RPE cada 5 minutos. Los resultados obtenidos reflejan valores de RPE significativamente mayores ($p < 0,05$) en la sesión realizada a mayor temperatura.

Edad

Por último cabe destacar que la RPE también puede estar influenciada por la edad de los sujetos sobre los cuales se aplica. Gros Lambert y Mahon, 2006 (62) tras realizar una extensa revisión sobre este tema, observaron que durante la adolescencia, la relación entre la RPE y la FC es menor que en sujetos adultos. Estos autores concluyeron que en sujetos sanos de mediana edad y personas mayores, la efectividad de la RPE no está asociada a la edad, y puede ser complementada con la FC como herramienta para el control de la intensidad del ejercicio.

2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO Y OBJETIVOS

2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO Y OBJETIVOS

2.1. Justificación del trabajo

El interés por valorar la intensidad del entrenamiento en el CI, surge principalmente por la escasez de estudios publicados al respecto. Los trabajos realizados hasta la fecha (1,5-8,16-19) se realizaron con muestras pequeñas y registrando un número muy limitado de sesiones. En nuestro conocimiento, no existe ninguna investigación hasta la fecha, en la que se haya registrado un número elevado de sesiones, impartidas por distintos profesores pertenecientes a diferentes escuelas y metodologías de entrenamiento en CI. Mediante la presente investigación se pretende obtener un perfil real de la intensidad de entrenamiento en el CI.

La mayor parte de las escasas investigaciones previas se han llevado a cabo en situaciones aisladas de laboratorio, a diferencia del presente estudio, en el que las mediciones han sido tomadas en sesiones reales de CI. El hecho de situar la valoración en un entorno de laboratorio, aporta la posibilidad de utilizar metodologías de medición muy precisas, como por ejemplo la potencia en vatios, o el VO_2 por análisis de gases, pero sin embargo limita aspectos fundamentales en la práctica del CI como la motivación de practicar actividad física en grupo, escuchar la música a un determinado volumen, o ser motivado directamente por el instructor. En esta investigación se han registrado sesiones de CI más cercanas a la realidad que las que se pueden registrar en una situación de laboratorio, donde solamente se puede simular la práctica de CI.

2.2. Objetivos

El principal objetivo de esta investigación fue **cuantificar la intensidad del entrenamiento durante sesiones de CI realizadas en clubes de fitness, por sujetos sanos, entrenados y habituados a la práctica de CI.**

Los objetivos secundarios fueron:

1. Comprobar si la intensidad desarrollada durante las sesiones de CI se vio afectada por las variables sexo, edad, experiencia previa en la práctica, utilización habitual del pulsómetro, utilización del sistema de anclaje para el pedal, pérdida de peso durante la sesión, incremento de temperatura e incremento de humedad.
2. Comprobar la relación entre la frecuencia cardiaca (FC) y la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) durante las sesiones de CI, y si esta correlación se vio afectada por las variables sexo, edad, experiencia previa en la práctica, utilización habitual del pulsómetro, utilización del sistema de anclaje para el pedal, pérdida de peso durante la sesión, incremento de temperatura e incremento de humedad.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3. MATERIAL Y MÉTODOS

Las mediciones se realizaron en sesiones reales de CI. Para ello los participantes llevaron a cabo una sesión de CI en una sala destinada a tal fin, perteneciente a un club de fitness. Las sesiones fueron impartidas por distintos instructores, que dirigieron el entrenamiento en grupo, al ritmo de la música, como realizaban habitualmente en sus sesiones cotidianas. Los instructores que impartían las sesiones no estaban condicionados por ninguna norma referente a la manera de dirigir la sesión, que era impartida según la metodología que aplicaban normalmente, siendo además los instructores habituales de los sujetos participantes en la investigación.

3.1. Muestra

La muestra en esta investigación estuvo compuesta por 300 sujetos, de los que 16 fueron instructores de CI; 184 hombres y 116 mujeres. La edad media fue de $41,84 \pm 8,24$ años para los hombres y $39,81 \pm 7,61$ años para las mujeres.

Los participantes en la investigación manifestaron una experiencia media en la práctica de CI de $3,60 \pm 3,32$ años y practicaban esta actividad con una frecuencia media de $2,92 \pm 1,25$ días por semana. El 80% de la muestra practicaba además alguna otra actividad física al menos un día por semana.

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 caféina ni otros estimulantes, en las 3 horas previas a la realización de la prueba, ni realizaron ejercicio extenuante en las 24 horas previas a la sesión monitorizada de CI.

Las características antropométricas básicas de los sujetos se muestran en la tabla 13.

Tabla 13. Características antropométricas de la muestra (N=300)

Variable	Sexo	Media	DE
Talla (cm)	Hombres	175,4	7,48
	Mujeres	163,12	5,87
Peso (kg)	Hombres	82,05	11,8
	Mujeres	61,47	7,66
IMC (kg·talla ⁻²)	Hombres	26,64	3,34
	Mujeres	23,09	2,98

DE= desviación estándar

3.2. Procedimientos

Una vez seleccionada la muestra, los sujetos cumplimentaron un cuestionario de hábitos de práctica de actividad física, en el cual se valoraron los siguientes apartados:

- Tiempo de práctica de actividad física regular.
- Modalidad de actividad física que practicó en el pasado.
- Práctica simultanea de alguna otra actividad además del CI.
- Tiempo que lleva practicando CI con regularidad (2-3 días por semana).
- Frecuencia semanal de la práctica de CI en los últimos 6 meses.
- Utilización de pulsómetro en las sesiones de CI en los últimos 6 meses.

- Utilización del pedal automático (SPD) en las sesiones de CI en los últimos 6 meses, y durante la sesión de CI registrada.

Los sujetos fueron pesados y tallados con ropa deportiva (camiseta de manga corta y culote de ciclista o pantalón corto), antes del inicio y al final de cada sesión de CI. Los sujetos debían secarse con una toalla antes del segundo pesaje. Se utilizó una báscula de precisión de 0,01 kg. (Seca 784, Hamburgo, Alemania), y un estadiómetro de pared (Seca 437, Hamburgo, Alemania) con precisión de 1 mm. También se cuantificó el líquido ingerido mediante pesaje del recipiente de la bebida, antes y después de finalizar la sesión de CI, para ello se utilizó una balanza de precisión de 0,05 gr (Baxtran bat 1500, Girona, España). Con estas medidas se estimó la tasa de sudoración producida durante la sesión de CI, mediante la metodología de diferencia de pesos, ya utilizada en estudios previos (4,40). Para conocer con exactitud el posible error en la diferencia de peso derivado del sudor que pudiera permanecer en la ropa tras la finalización de la sesión, se pesó la ropa de 50 sujetos antes y después de la sesión. La ropa tuvo un incremento de peso medio de 233 ± 65 gr.

Por otra parte se midió la temperatura (°C) y la humedad (%) de la sala, al inicio y al final de la sesión de entrenamiento, utilizando una estación meteorológica (Oregon Scientific Bar 806, Portland, Oregón, USA).

Para realizar comparaciones entre grupos se segmentó la muestra con las siguientes agrupaciones:

- Sexo: Diferenciamos entre hombres y mujeres. La muestra estaba compuesta por 184 hombres y 116 mujeres.
- Edad: Diferenciamos entre los sujetos con 35 años o menos ($n=71$; edad media de $30,15 \pm 3,88$ años) (Edad1), sujetos con más de 35 y hasta 45 años ($n=136$; edad media de $40,58 \pm 2,87$ años) (Edad2), y

sujetos mayores de 45 años o más (n=93; edad media de $50,08 \pm 3,59$ años) (Edad3).

- Experiencia: Diferenciamos la experiencia en tres grupos. Sujetos con 1 año de experiencia o menos (n=86; experiencia media de $0,54 \pm 0,31$ años) (Exp1); sujetos con una experiencia mayor a 1 año y menor o igual a 5 años (n=142) (Exp2; experiencia media de $2,89 \pm 1,08$ años), y sujetos con más de 5 años de experiencia (n=72; experiencia media de $8,65 \pm 2,38$ años)(Exp3).
- Instructores: Diferenciamos entre los sujetos que recibieron las sesiones (n=284) y los que las impartieron (n=16).
- SPD: Diferenciamos entre los sujetos que utilizaron durante las sesiones pedal automático con sistema de anclaje SPD (n=208) (SPD SI) y los que no lo utilizaron (n=92) (SPD NO).
- Pulsómetro: Diferenciamos entre los sujetos que utilizan habitualmente pulsómetro en sus sesiones de entrenamiento (n=147) (Pulsómetro SI) y los que no lo utilizan habitualmente (n=143) (Pulsómetro NO).
- Diferencia de peso neto: Diferenciamos entre los sujetos que tuvieron una pérdida de peso neto (tasa de sudoración) mayor o igual a 750 ml (TS1) (n=76; tasa de sudoración media de $1114,91 \pm 209,32$ ml), entre 751 y 400 ml (TS2) (n=143; tasa de sudoración media de $562,80 \pm 96,57$ ml), e inferior a 400 ml (TS3) (n=81; tasa de sudoración media de $275,86 \pm 102,84,32$ ml).
- Incremento de temperatura: Diferenciamos entre las sesiones en las que se registró un incremento de temperatura menor o igual a $0,2^{\circ}\text{C}$

($\Delta T1$) ($n=86$; incremento de temperatura medio de $-0,21 \pm 0,34^{\circ}\text{C}$), entre $0,3$ y $1,5^{\circ}\text{C}$ ($\Delta T2$) ($n=141$; incremento de temperatura medio de $1,04 \pm 0,34^{\circ}\text{C}$) y superior a $1,5^{\circ}\text{C}$ ($\Delta T3$) ($n=73$; incremento de temperatura medio de $2,83 \pm 0,71^{\circ}\text{C}$).

- Incremento de humedad: Diferenciamos entre las sesiones en las que se registró un incremento de humedad menor o igual a 2 puntos ($\Delta H1$) ($n=79$; incremento de humedad medio de $-0,15 \pm 1,65$ puntos), entre 3 y 15 puntos ($\Delta H2$) ($n=150$; incremento de humedad medio de $9,05 \pm 3,48$ puntos) y superior a 15 puntos ($\Delta H3$) ($n=71$; incremento de humedad medio de $18,23 \pm 1,70$ puntos).

Las variables segmentadas en tres grupos (edad, experiencia, diferencia de peso neto, incremento de temperatura e incremento de humedad) se dividieron en cuartiles, correspondiendo el primer cuartil (25% de la muestra) al grupo 1, el segundo y tercero (50% de la muestra) al grupo intermedio, y el cuarto cuartil (25% de la muestra) al grupo 3.

Estimación de la FC máxima teórica (FC_{máx} teórica)

Para estimar la FC_{máx} teórica de cada sujeto se utilizó la fórmula de “220–edad” (33). Seleccionamos esta ecuación de estimación para la FC_{máx}, porque es una de las más utilizadas en los centros de fitness debido a su sencillez. En cualquier caso, realizamos estudio comparativo de los resultados obtenidos mediante la aplicación de la fórmula de Fox (33), Tanaka (34), y Guellish (36). Las diferencias encontradas entre dichas ecuaciones mostraron significación estadística, aunque fueron tan escasas que en ningún caso podrían modificar los resultados obtenidos (Tabla 14 y 15). Las escasas diferencias entre las tres ecuaciones están determinadas por la edad media de nuestra muestra ($41,06 \pm$

8,05); que está en el rango de valores donde menos diferencias se aprecian en los resultados de las tres ecuaciones (34).

Tabla 14. Estadísticos de muestras relacionadas para comparar la fórmula de Fox con la de Guellish y Tanaka

		Media	N	Desviación típ.	Error típ. De la media
Par 1	Fox	178,97	300	8,03	,46
	Guellish	179,41	300	5,38	,31
Par 2	Fox	178,97	300	8,03	,46
	Tanaka	179,28	300	5,62	,32

Tabla 15. Prueba de muestras relacionadas para comparar la fórmula de Fox con la de Guellish y Tanaka

		Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. De la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	Fox – Guellish	-,43	2,65	,15	-,73	-,13	-2,85	299	,005
Par 2	Fox – Tanaka	-,30	2,41	,13	-,58	-,03	-2,20	299	,028

Determinación de las zonas de entrenamiento:

Antes del inicio de las sesiones de CI se establecieron las zonas de entrenamiento de cada sujeto en base a su edad. Teniendo en cuenta la FCmáx teórica de cada sujeto, se delimitaron 4 zonas de entrenamiento:

- Zona 1: Por debajo del 70% de la FCmáx teórica
- Zona 2: Entre el 70 y el 89% de la FCmáx teórica
- Zona 3: Entre el 90 y el 100% de la FCmáx teórica
- Zona 4: Por encima del 100% de la FCmáx teórica

Las sesiones de CI

Un total de 39 sesiones de CI fueron analizadas, con una participación media de $7,71 \pm 3,43$ sujetos por sesión. La duración media por sesión fue de $46,46 \pm 2,41$ min. Las sesiones fueron dirigidas por 16 instructores certificados por diferentes escuelas de 73itness y se realizaron en un total de 9 gimnasios de Madrid y su área metropolitana:

- Gimnasio Covibar (Rivas Vaciamadrid) – 97 registros
- Palestra Rivas (Rivas Vaciamadrid) – 43 registros
- Palestra Quevedo (Madrid) – 50 registros
- Polideportivo Parque del Sureste (Rivas Vaciamadrid) – 23 registros
- Gimnasio Stargym (Madrid) – 13 registros
- Espacio Deportivo El Capricho (Madrid) – 22 registros
- Zest Abasota (Madrid) – 23 registros
- Paidesport Parquesur (Leganés) – 15 registros
- Gimnasio Fitnessdromo (Alcorcón) – 14 registros

Se prestó especial atención a los siguientes elementos:

- Las sesiones se realizaron en los horarios habituales de los diferentes clubes.

- No hubo intervención sobre la metodología aplicada para impartir la sesión de CI.
- Se respetó el entorno de entrenamiento de los sujetos, para no modificar sus conductas o comportamientos habituales.
- Se recreó una situación real de entrenamiento en CI, evitando una situación aislada de laboratorio.
- El registro de FC se inició en el momento en que los sujetos comenzaron a pedalear y finalizó cuando se detuvieron. Esto incluyó fases de calentamiento, parte principal y vuelta a la calma.
- Se evitó dar a los participantes cualquier información o feedback referente al estudio que pudiera modificar su patrón de conducta habitual.
- No se permitió a los participantes conocer su FC en ninguna parte de la sesión.
- Los participantes durante la sesión realizaron reposición hídrica *ad libitum*.

Registros durante la sesión

Para monitorizar la FC de los sujetos durante las sesiones de CI se utilizó un sistema de registro de FC inalámbrico para grupos (Suunto Team Pod, Vantaa, Finlandia), el cual permitió registrar la FC segundo a segundo en grupos de sujetos simultáneamente. Todos los datos del Suunto Team Pod fueron registrados por una antena instalada en un ordenador, almacenándose en éste sin necesidad de receptor de pulsera, siendo así más sencillo evitar que el sujeto viera su FC durante la sesión de entrenamiento.

La FC no fue registrada durante los ejercicios de estiramiento propios del final de la sesión.

Los sujetos acomodaron la resistencia de frenado de su bicicleta de forma subjetiva, atendiendo a su percepción del esfuerzo y al feedback emitido por el instructor en cada momento.

Las variables registradas relacionadas con la FC durante las sesiones fueron:

- FC más alta durante la sesión en valores absolutos (lpm): FCmáx durante la sesión.
- FC media de la sesión; en valores absolutos (lpm) y relativos (%FCmáx teórica): FC media
- FC media entre el minuto 1 y el 15, en valores absolutos (lpm) y relativos (%FCmáx teórica):FCmedia1
- FC media entre el minuto 16 y el 30, en valores absolutos (lpm) y relativos (%FCmáx teórica): FCmedia2
- FC media entre el minuto 31 y el último pico de FC de la sesión, en valores absolutos (lpm) y relativos (%FCmáx teórica): FCmedia3. De esta forma la FCmedia3 no estuvo influenciada por la bajada de pulsaciones propia de la última parte de la sesión (Vuelta a la calma). Para tomar esta medición se desestimaron los datos de FC a partir del último pico de FC de la sesión. Para hallar el último pico se visualizó la curva de FC registrada segundo a segundo.
- FC en el minuto 15, en valores absolutos (lpm) y relativos (%FCmáx teórica): FC15

3. MATERIAL Y MÉTODOS

- FC en el minuto 30, en valores absolutos (lpm) y relativos (%FCmáx teórica): FC30
- FC en el minuto 45, en valores absolutos (lpm) y relativos (%FCmáx teórica): FC45
- Tiempo en zona 1 (<70% FCmáx teórica): TZ1
- Tiempo en zona 2 (70-89% FCmáx teórica): TZ2
- Tiempo en zona 3 (90-100% FCmáx teórica): TZ3
- Tiempo en zona 4 (>100% FCmáx teórica): TZ4

Para valorar la percepción del esfuerzo de los sujetos se utilizó la Escala OMNI de Robertson validada para ciclismo (53) (Figura 14).

Previamente a la realización de la sesión los sujetos fueron informados sobre la forma de interpretar y utilizar la Escala OMNI de Robertson y se leyeron en voz alta las recomendaciones para su uso (tabla 16). Los sujetos colgaron en el manillar de su bicicleta una cartulina con las imágenes y valores de la Escala OMNI de Robertson y un rotulador, de manera que podían anotar su puntuación de RPE sin dejar de pedalear y sin bajarse de la bicicleta. Anotaron estos valores en el minuto 15, 30 y 45 de cada sesión, registrando los siguientes datos:

- RPE minuto 15: RPE15
- RPE minuto 30: RPE30
- RPE minuto 45: RPE45

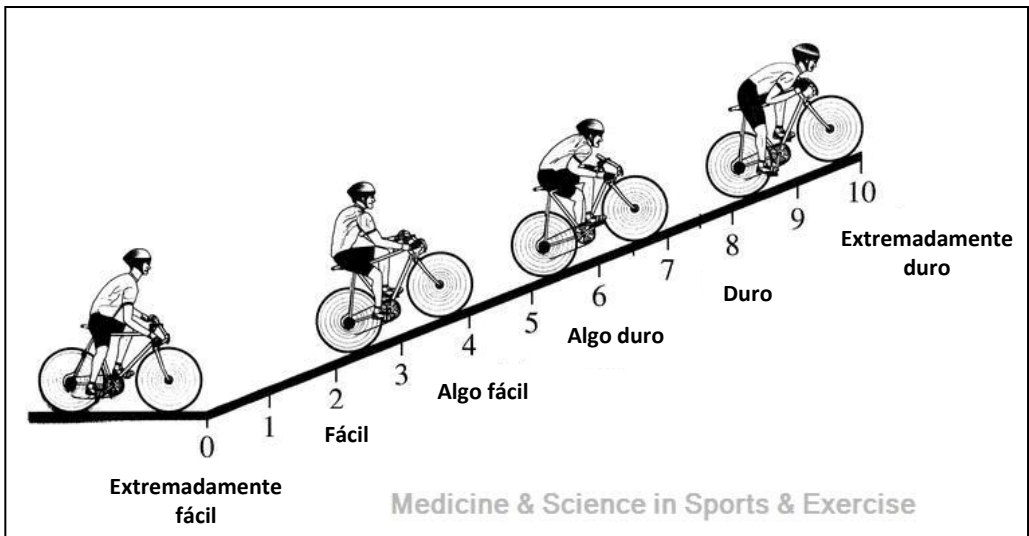


Figura 14. OMNI-Scale validada para ciclismo.
Fuente: Modificado de Robertson y col., 2004

1. Durante esta sesión de entrenamiento queremos que se fije en la sensación de fatiga que le supone el ejercicio.
2. Esa sensación debe reflejar la percepción total de esfuerzo y fatiga, combinando todas las sensaciones de sobrecarga física.
3. No lo confunda con sensación de dolor en las piernas o dificultad para respirar.
4. Trate de ser preciso en sus respuestas.

Tabla16. Recomendaciones para el uso de la OMNI-Scale.
Fuente: Robertson y col., 2004

3.3. Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa SPSS 19.0 para Windows. Los métodos estadísticos utilizados fueron los siguientes (SPSS, 2010)(63):

- Estadística descriptiva de las variables cuantitativas para la descripción de las muestras: media, desviación estándar, máximo, mínimo, mediana, desviación estándar de la media, etc. (64).
- Estadística descriptiva de las variables cualitativas, con la obtención de frecuencias y porcentajes de las categorías (64).
- Relación bivalente entre variables continuas, con la obtención del coeficiente de correlación de Pearson (64).
- Test de la t de Student para la comparación de dos medias (hombre y mujer) en variables cuantitativas, asumiendo o no igualdad de varianzas (método paramétrico). Se asume la normalidad en los datos. La igualdad de varianzas se contrasta con el test de Levene (lo que nos indicará si es más adecuado el test asumiendo varianzas iguales o desiguales) (64).
- Análisis de la varianza, ANOVA, para la comparación de múltiples medias. Cuando el valor global de la F de Snedecor es significativo nos indica que las medias en los grupos no son iguales. Se muestra el test de Duncan que realiza comparaciones múltiples de medias, ordenando las medias de menor a mayor y compara las diferencias entre pares (menor-mayor), conectando los grupos que no difieren significativamente. De esta manera halla subconjuntos de medias no

significativamente diferentes. Si dos medias se agrupan en un mismo subconjunto no son diferentes significativamente, en otro caso serán diferentes significativamente. (64,65).

- Test de la t de Student pareada para la comparación muestras relacionadas comparando las medias de un atributo en dos examinadores (64).

4. RESULTADOS

4. RESULTADOS

Se llevaron a cabo un total de 39 registros, con una participación media de $7,71 \pm 3,43$ sujetos por sesión. El tiempo medio de duración de las sesiones registradas fue de $46,46 \pm 2,41$ min. La edad media de los sujetos participantes fue de $41,06 \pm 8,05$ años. De la totalidad de la muestra ($n=300$) 147 sujetos utilizaron el pulsómetro durante las sesiones realizadas en los últimos 6 meses, y 208 hicieron la propio con el sistema de anclaje en los pedales (SPD); además 240 sujetos practicaron con regularidad (2-3 días/semana) algún otro tipo de ejercicio físico durante los últimos 6 meses.

4.1. Hidratación y características ambientales

La ingesta media de líquido para la totalidad de la muestra durante la sesión de CI fue de $366,24 \pm 216,08$ ml, mientras que la diferencia de peso neto (Tasa de sudoración estimada) por diferencia de pesaje durante la sesión fue de $576,07 \pm 280,61$ ml (tabla 17). La temperatura ambiental media antes del comienzo y tras la finalización de la sesión fue de $22,47 \pm 2,49^{\circ}\text{C}$ y de $23,54 \pm 2,61^{\circ}\text{C}$ respectivamente, siendo esta diferencia significativa ($p<0,01$). El incremento medio de la temperatura (ΔT) durante las sesiones fue de $1,06 \pm 1,18^{\circ}\text{C}$. La humedad cuantificada antes y después fue de $45,59 \pm 7,55\%$ y de $54,76 \pm 8,75\%$ respectivamente, siendo esta diferencia significativa ($p<0,01$). El incremento medio de la humedad (ΔH) durante las sesiones fue $9,17 \pm 6,84$ puntos porcentuales.

Tabla 17. Diferencia de peso neto e ingesta de líquido durante la sesión

Tasa de sudoración estimada (ml)		Ingesta de líquido (ml)	
Media	DE	Media	DE
576,07	280,61	366,24	216,08

Hidratación y tasa de sudoración en función del sexo

No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en la cantidad de líquido ingerido durante la sesión en función del sexo (tabla 18).

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,01$) en función del sexo en la diferencia de peso neto, los valores medios fueron de $663,79 \pm 285,99$ ml en el caso de los hombres, y de $437,11 \pm 206,92$ ml en el caso de las mujeres (tabla 18).

Tabla 18. Diferencia de peso neto e ingesta de líquido en función del sexo

	Tasa de sudoración estimada (ml)		Ingesta de líquido (ml)	
	Media	DE	Media	DE
Hombres	663,79**	285,99	364,53	216,55
Mujeres	437,11	206,92	375,98	226,22

** $p < 0,01$

Hidratación y tasa de sudoración en función de la edad

No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en la cantidad de líquido ingerido durante la sesión en función de la edad (tabla 19).

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en función de la edad en la diferencia de peso neto; los valores medios fueron de $555,01 \pm 281,24$ ml para el grupo Edad1; $629,89 \pm 308,46$ ml para el grupo Edad2 y $514,33 \pm 218,62$ ml para el grupo Edad3 (tabla 19).

Tabla 19. Diferencia de peso neto e ingesta de líquido en función de la edad

	Tasa de sudoración estimada (ml)		Ingesta de líquido (ml)	
	Media	DE	Media	DE
Edad1	555,01	281,24	362,69	219,42
Edad2	629,89*	308,46	380,26	215,05
Edad3	514,33	218,62	348,62	215,93

Edad1: ≤ 35 años; Edad2: > 35 ≤ 45 años; Edad3: > 45 años.

* $p < 0,05$, Edad1 vs Edad3

Hidratación y tasa de sudoración en función de la experiencia

No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en la cantidad de líquido ingerido durante la sesión en función de la experiencia (tabla 20).

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,01$) en función de la experiencia en la diferencia de peso neto; los valores medios fueron de $497,85 \pm 229,49$ ml para el grupo Exp1; $571,49 \pm 266,70$ ml para el grupo Exp2 y $682,10 \pm 331,77$ ml para el grupo Exp3 (tabla 20).

Tabla 20. Diferencia de peso neto e ingesta de líquido en función de la experiencia

	Tasa de sudoración estimada (ml)		Ingesta de líquido (ml)	
	Media	DE	Media	DE
Exp1	497,85	229,49	369,50	184,74
Exp2	571,49	266,70	378,64	223,65
Exp3	682,10**	331,77	336,68	235,63

Exp1: ≤ 1 año de experiencia; Exp2: >1 año y ≤ 5 años; Exp3: > 5 años.

** $p < 0,01$ respecto a Exp1 y Exp2.

Hidratación y tasa de sudoración en función del uso habitual del pulsómetro

No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en la cantidad de líquido ingerido durante la sesión en función del uso habitual del pulsómetro (tabla 21).

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,01$) en función del uso habitual del pulsómetro en la diferencia de peso neto; los valores medios fueron de $662,04 \pm 288,27$ ml para el grupo Pulsómetro SI, y $494,68 \pm 247,86$ ml para el grupo Pulsómetro NO (tabla 21).

Tabla 21. Diferencia de peso neto e ingesta de líquido en función del uso habitual del pulsómetro

	Tasa de sudoración estimada (ml)		Ingesta de líquido (ml)	
	Media	DE	Media	DE
Pulsómetro SI	662,04**	288,27	375,18	237,51
Pulsómetro NO	494,68	247,86	357,77	194,06

Pulsómetro SI: Uso habitual pulsómetro en los últimos 6 meses. Pulsómetro NO: No uso habitual del pulsómetro en los últimos 6 meses.

** $p < 0,01$

Hidratación y tasa de sudoración en función del uso del pedal SPD

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la cantidad de líquido ingerido durante la sesión en función del uso de pedal SPD (tabla 22).

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,01$) en función del uso del pedal SPD en la diferencia de peso neto; los valores medios fueron de $618,14 \pm 271,25$ ml para el grupo SPD SI, y $483,13 \pm 280,01$ ml para el grupo SPD NO (tabla 22).

Tabla 22. Diferencia de peso neto e ingesta de líquido en función del uso de pedal SPD

	Tasa de sudoración estimada (ml)		Ingesta de líquido (ml)	
	Media	DE	Media	DE
SPD SI	618,14**	271,25	383,90*	218,09
SPD NO	483,13	280,01	327,22	207,44

SPD SI: Uso pedal SPD durante la sesión. SPD NO: No uso pedal SPD durante la sesión.

** $p < 0,01$; * $p < 0,05$

Hidratación y tasa de sudoración en función de la tasa de sudoración estimada

No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en la cantidad de líquido ingerido durante la sesión en función de la tasa de sudoración estimada (tabla 23).

Tabla 23. Diferencia de peso neto e ingesta de líquido en función de la tasa de sudoración estimada

	Ingesta de líquido (ml)	
	Media	DE
TS1	401,26	249,35
TS2	358,81	209,23
TS3	349,94	196,59

TS1: ≥ 750 ml de pérdida de peso neto, TS2: < 750 y ≥ 400 ml de pérdida de peso neto ; TS3: < 400 ml de pérdida de peso neto

Hidratación y tasa de sudoración en función del incremento de temperatura durante la sesión

No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en la cantidad de líquido ingerido durante la sesión en función del ΔT durante la sesión (tabla 24).

Tampoco se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en función del ΔT durante la sesión en la tasa de sudoración; los valores medios fueron de $569,80 \pm 294,49$ ml para el grupo $\Delta T1$, $579,38 \pm 274,53$ ml para el grupo $\Delta T2$ y $577,15 \pm 279,10$ ml para el grupo $\Delta T3$ (tabla 24).

Tabla 24. Diferencia de peso neto e ingesta de líquido en función del incremento de temperatura durante la sesión

	Tasa de sudoración estimada (ml)		Ingesta de líquido (ml)	
	Media	DE	Media	DE
$\Delta T1$	569,80	294,49	388,91	222,98
$\Delta T2$	579,38	274,53	348,08	202,36
$\Delta T3$	577,15	279,10	375,63	234,90

$\Delta T1$: $\leq 0,2^\circ\text{C}$; $\Delta T2$: $> 0,2$ y $\leq 1,5^\circ\text{C}$; $\Delta T3$: $> 1,5^\circ\text{C}$.

Hidratación y tasa de sudoración en función del incremento de humedad durante la sesión

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la cantidad de líquido ingerido durante la sesión en función del ΔH durante la sesión (tabla 25).

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,01$) en función del ΔH durante la sesión en la diferencia de peso neto; los valores medios fueron de $635,55 \pm 332,54$ ml para el grupo $\Delta H1$, $524,79 \pm 232,51$ ml para el grupo $\Delta H2$ y $624,90 \pm 300,07$ ml para el grupo $\Delta H3$ (tabla 25).

Tabla 25. Diferencia de peso neto e ingesta de líquido en función del incremento de humedad durante la sesión

	Tasa de sudoración estimada (ml)		Ingesta de líquido (ml)	
	Media	DE	Media	DE
$\Delta H1$	635,55	332,54	422,41*	211,94
$\Delta H2$	524,79**	232,51	341,47	205,97
$\Delta H3$	624,90	300,07	362,39	233,13

$\Delta H1$: $\leq 2\%$; $\Delta H2$: $> 2\%$ y $\leq 15\%$; $\Delta H3$: $> 15\%$.

** $p < 0,01$ con respecto a $\Delta H1$ y $\Delta H3$; * $p < 0,05$ con respecto a $\Delta H2$.

4.2. Cuantificación de la intensidad del entrenamiento

Análisis de la FC

Analizados los registros de FC durante la sesión de CI, los valores de FC media fueron de $144,84 \pm 15,59$ lpm, lo que se correspondió con un $80,95 \pm 8,30$ %FCmáx teórica.

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,01$) entre los valores correspondientes a cada parte de la sesión tanto en valores absolutos como relativos a la FCmáx teórica (tabla 26).

Tabla 26. FC media durante la sesión de CI

	FC media (lpm)		%FCmáx teórica	
	Media	DE	Media	DE
Sesión completa	144,84	15,59	80,95	8,30
FCmedia1	135,37**	16,50	75,68**	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

4. RESULTADOS

En relación a la FC_{máx} durante la sesión se cuantificó una media de $170,13 \pm 14,6$ lpm; mientras que la media de la FC_{máx} teórica para la totalidad de la muestra fue de $178,94 \pm 8,05$ lpm. Se observaron diferencias significativas ($p < 0,01$) entre la FC_{máx} alcanzada durante la sesión y la FC_{máx} teórica.

Se observaron diferencias significativas entre FC15, FC30, FC45, tanto en valores absolutos (lpm) como en relativos (%FC_{máx} teórica) (tabla 27).

	FC media (lpm)		%FC _{máx} teórica	
	Media	DE	Media	DE
FC15	146,43**	19,79	81,79**	10,70
FC30	150,93**	19,12	84,36**	10,45
FC45	142,98**	25,29	79,97**	13,75

FC15: FC minuto 15, FC30: FC minuto 30, FC45: FC minuto 45.

** $p < 0,01$ respecto al resto de grupos

En relación al tiempo transcurrido en las distintas zonas de intensidad previamente descritas se observaron diferencias significativas ($p < 0,01$) entre los valores correspondientes a cada zona, excepto entre TZ1 y TZ3 (tabla 28).

Tabla 28. Tiempo en cada zona de FC

	Tiempo (min)	
	Media	DE
TZ1	8,49	9,85
TZ2	26,92**	11,19
TZ3	9,37	9,56
TZ4	1,65**	5,19

TZ1: Tiempo <70% FCmáx teórica. TZ2: Tiempo entre 70-89% FCmáx teórica. TZ3: Tiempo entre 90-100% FCmáx teórica. TZ4: Tiempo >100% FCmáx teórica.

**p<0,01 respecto al resto de grupos

Análisis de la RPE (OMNI Scale 1-10)

En relación a la monitorización de la RPE durante la práctica de CI en las sesiones registradas, se observaron diferencias significativas ($p<0,01$) entre RPE15 y RPE30 ($5,39 \pm 1,72$ y $7,14 \pm 1,34$), y entre RPE15 y RPE45 ($5,39 \pm 1,72$ y $7,14 \pm 2,44$), pero no entre RPE30 y RPE45 ($7,14 \pm 1,34$ y $7,14 \pm 2,44$) (tabla 29).

Tabla 29. Valores de la RPE a lo largo de la sesión de CI

	RPE (1-10)	
	Media	DE
RPE15	5,39**	1,72
RPE30	7,14	1,34
RPE45	7,14	2,44

RPE15: RPE minuto 15. RPE30: RPE minuto 30. RPE45: RPE minuto 45.

**p<0,01 respecto al resto de grupos

4.3. Variables que pudieron afectar al comportamiento de la FC y la RPE (OMNI scale 1-10) durante la sesión de entrenamiento

Influencia de la variable sexo

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre hombres y mujeres en la edad ($41,84 \pm 8,24$ años para los hombres y $39,81 \pm 7,61$ para las mujeres).

No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) ligadas al sexo en los valores de FC media (tabla 30). La FC media durante la sesión fue $143,77 \pm 15,38$ lpm para los hombres ($80,73 \pm 8,51\%$ FCmáx teórica), y $146,54 \pm 15,83$ lpm para las mujeres ($81,30 \pm 7,97\%$ FCmáx teórica).

Tabla 30. FC media para la totalidad de la sesión según el sexo

	FC media (lpm)		%FCmáx teórica	
	Media	DE	Media	DE
Hombres	143,77	15,38	80,73	8,51
Mujeres	146,54	15,83	81,3	7,97

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) ligadas al sexo en la FCmedia1 ($133,66 \pm 16,20$ para los hombres y $138,09 \pm 16,67$ para las mujeres). No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en relación al sexo en FCmedia2, ni en FCmedia3 (tabla 31).

Tabla 31. FC media en los diferentes periodos de la sesión según el sexo

	FCmedia1 (lpm)		FCmedia1 (%FCmáx)		FCmedia2 (lpm)		FCmedia2 (%FCmáx)		FCmedia3 (lpm)		FCmedia3 (%FCmáx)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Hombres	133,66*	16,20	75,05	8,93	147,83	15,81	83,04	8,77	153,24	16,70	86,09	9,08
Mujeres	138,09	16,67	76,68	8,69	150,43	15,89	83,47	7,96	154,65	16,62	85,72	8,13

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.

* $p < 0,05$

En referencia a los valores de FCmáx alcanzada durante la sesión no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) ligadas al sexo ($169,86 \pm 15,04$ para los hombres y $170,57 \pm 14,09$ para las mujeres).

Tampoco se evidenciaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre sexos en FC15, FC30 o FC45. En el caso de los hombres la FC15 fue de $144,91 \pm 19,90$ lpm, la FC30 fue de $150,23 \pm 19,61$ lpm, y la FC45 fue de $142,99 \pm 26,08$ lpm; mientras que en las mujeres los valores fueron de $148,84 \pm 19,44$ lpm, $152,03 \pm 18,34$ lpm, y de $142,97 \pm 24,08$ lpm respectivamente.

En referencia al tiempo de permanencia en cada zona de intensidad no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en función del sexo (tabla 32).

Tabla 32. Tiempo de permanencia en cada zona de entrenamiento según sexo

	TZ1 (min)		TZ2 (min)		TZ3 (min)		TZ4 (min)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Hombres	8,81	10,26	26,52	11,28	9,33	9,28	1,86	5,36
Mujeres	7,96	9,16	27,57	11,05	9,42	10,03	1,31	4,89

TZ1: Tiempo <70% FCmáx teórica. TZ2: Tiempo entre 70-89% FCmáx teórica. TZ3: Tiempo entre 90-100% FCmáx teórica. TZ4: Tiempo >100 %FCmáx teórica.

4. RESULTADOS

Respecto a los valores de la RPE registrados, no se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre ambos sexos. La RPE15 fue de $5,26 \pm 1,70$ para los hombres y de $5,58 \pm 1,74$ para las mujeres, la RPE30 fue de $7,08 \pm 1,37$ para los hombres y de $7,24 \pm 1,27$ para las mujeres, y la RPE45 fue de $7,20 \pm 2,36$ para los hombres y de $7,03 \pm 2,56$ para las mujeres (tabla 33).

Tabla 33. Valores de la RPE según el sexo

	RPE15 (1-10)		RPE30 (1-10)		RPE45 (1-10)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Hombres	5,26	1,70	7,08	1,37	7,20	2,36
Mujeres	5,58	1,74	7,24	1,27	7,03	2,56

RPE15: RPE minuto 15. RPE30: RPE minuto 30. RPE45: RPE minuto 45.

Influencia de la variable edad

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,01$) ligadas a la edad en la FC media solamente cuando los resultados se interpretaron en valores absolutos (lpm) (tabla 34). La FC media durante la sesión fue $151,97 \pm 14,99$ lpm para el grupo Edad1 ($80,03 \pm 7,80\%$ FCmáx teórica), $144,93 \pm 13,24$ lpm para el grupo Edad2 ($80,79 \pm 7,43\%$ FCmáx teórica) y $139,28 \pm 17,06$ lpm para el grupo Edad3 ($81,88 \pm 9,75\%$ FCmáx teórica).

Tabla 34. FC media en la totalidad de la sesión para los diferentes grupos de edad

	FC media (lpm)		%FCmáx teórica	
	Media	DE	Media	DE
Edad1	151,97**	14,99	80,03	7,80
Edad2	144,93**	13,24	80,79	7,43
Edad3	139,28**	17,06	81,84	9,75

Edad1: ≤ 35 años; Edad2: $> 35 \leq 45$ años; Edad3: > 45 años.

** $p < 0,01$ respecto a Edad1

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) ligadas a la edad en las variables FCmedia1, FCmedia2 y FCmedia3 solamente cuando los resultados se interpretaron en valores absolutos (tabla 35).

Tabla 35. FC media en cada parte de la sesión para los diferentes grupos de edad

	FC media1 (lpm)		FCmedia1 (%FCmáx)		FC media2 (lpm)		FCmedia2 (%FCmáx)		FC media3 (lpm)		FCmedia3 (%FCmáx)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Edad1	141,35**	17,47	74,43	8,94	155,87**	15,35	82,09	7,97	162,32**	16,17	85,52	8,55
Edad2	135,61**	14,16	75,63	8,02	148,84**	13,63	82,99	7,55	153,67**	14,16	85,65	7,86
Edad3	130,46**	17,49	76,70	9,89	143,46**	17,24	84,37	9,90	147,37**	17,51	86,69	9,95

Edad1: ≤ 35 años; Edad2: $> 35 \leq 45$ años; Edad3: > 45 años. 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

En referencia a los valores de FCmáx alcanzada durante la sesión se observaron diferencias significativas ($p < 0,01$) ligadas a la edad ($178,01 \pm 12,07$ lpm para el grupo Edad1; $169,93 \pm 12,63$ lpm para el grupo Edad2; y $164,42 \pm 16,50$ lpm para el grupo Edad3).

No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en la FC15, FC30 y FC45 cuando los datos se analizaron en valores relativos (%FCmáx teórica). En el grupo Edad1 se observó una FC15 del $80,23 \pm 9,79\%$ FCmáx teórica, una FC30 del $83,47 \pm 9,65\%$ FCmáx teórica y una FC45 del $81,33 \pm 12,55\%$ FCmáx teórica. En el grupo Edad2 los valores observados para la FC15 fueron del $82,18 \pm 9,90\%$ FCmáx teórica, para la FC30 fueron del $83,57 \pm 9,98\%$ FCmáx teórica, y para la FC45 fueron del $79,40 \pm 13,38\%$ FCmáx teórica. En el grupo de Edad3 los valores de FC15 fueron de $82,39 \pm 12,36\%$ FCmáx teórica, para la FC30

4. RESULTADOS

fueron de $86,16 \pm 11,52\%$ FCmáx teórica y para la FC45 fueron del $79,76 \pm 15,14\%$ FCmáx teórica.

En referencia al tiempo de permanencia en cada zona de intensidad se observaron diferencias significativas ($p < 0,01$) en función de la edad. El grupo Edad3 permaneció menos tiempo ($p < 0,01$) que los grupos Edad1 y Edad2 en TZ2 y más en TZ4 (tabla 36).

Tabla 36. Tiempo en cada zona de entrenamiento para los diferentes grupos de edad

	TZ1 (min)		TZ2 (min)		TZ3 (min)		TZ4 (min)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Edad1	9,19	10,11	27,77	10,57	9,88	1,17	0,61	2,61
Edad2	7,96	8,76	28,65	10,67	8,95	0,76	1,18	4,19
Edad3	8,72	11,14	23,70**	11,81	10,12	1,05	3,14**	7,30

Edad1: ≤ 35 años; Edad2: $> 35 \leq 45$ años; Edad3: > 45 años. TZ1: Tiempo $< 70\%$ FCmáx teórica. TZ2: Tiempo entre $70-89\%$ FCmáx teórica. TZ3: Tiempo entre $90-100\%$ FCmáx teórica. TZ4: Tiempo $> 100\%$ FCmáx teórica.

** $p < 0,01$ respecto al resto de grupos.

Respecto a los valores de la RPE registrados, no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tres grupos de edad. La RPE15 fue de $5,38 \pm 1,73$ para el grupo Edad1; $5,60 \pm 1,68$ para el grupo Edad2 y $5,08 \pm 1,74$ para el grupo Edad3. La RPE30 fue de $7,21 \pm 1,37$ para el grupo Edad1; $7,23 \pm 1,15$ para el grupo Edad2 y $6,95 \pm 1,54$ para el grupo Edad3. La RPE45 fue de $7,31 \pm 2,28$ para el grupo Edad1; $7,36 \pm 2,37$ para en grupo Edad2 y $6,68 \pm 2,61$ para el grupo Edad3 (tabla 37).

Tabla 37. Valores de la RPE para los diferentes grupos de edad

	RPE15 (1-10)		RPE30 (1-10)		RPE45 (1-10)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Edad1	5,38	1,73	7,21	1,37	7,31	2,28
Edad2	5,60	1,68	7,23	1,15	7,36	2,37
Edad3	5,08	1,74	6,95	1,54	6,68	2,61

Edad1: ≤ 35 años; Edad2: $> 35 \leq 45$ años; Edad3: > 45 años. RPE15: RPE minuto 15. RPE30: RPE minuto 30. RPE45: RPE minuto 45.

Influencia de la variable experiencia

No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) ligadas a la experiencia en los valores de FC media (tabla 38). La FC media durante la sesión fue $146,15 \pm 16,43$ lpm para el grupo Exp1 ($80,99 \pm 8,45\%$ FCmáx teórica); $144,49 \pm 15,90$ lpm para el grupo Exp2 ($80,75 \pm 8,07\%$ FCmáx teórica) y $143,97 \pm 13,97$ para el grupo Exp3 ($81,28 \pm 8,67\%$ FCmáx teórica).

Tabla 38. FC media en la totalidad de la sesión en función de la experiencia

	FC media (lpm)		%FCmáx teórica	
	Media	DE	Media	DE
Exp1	146,15	16,43	80,99	8,45
Exp2	144,49	15,90	80,75	8,07
Exp3	143,97	13,97	81,28	8,67

Exp1: ≤ 1 año de experiencia; Exp2: > 1 año y ≤ 5 años; Exp3: > 5 años.

No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) ligadas a la experiencia en la FCmedia1, FCmedia2, ni FCmedia3 (tabla 39).

Tabla 39. FC media en cada parte de la sesión en función de la experiencia

	FC media1 (lpm)		FCmedia1 (%FCmáx)		FC media2 (lpm)		FCmedia2 (%FCmáx)		FC media3 (lpm)		FCmedia3 (%FCmáx)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Exp1	137,62	17,26	76,28	9,02	150,12	16,01	83,22	0,89	155,20	18,07	85,98	9,13
Exp2	134,79	16,81	75,34	8,64	148,44	16,68	82,99	0,71	152,83	16,45	85,44	8,22
Exp3	133,85	14,80	75,63	9,18	148,10	13,95	83,61	1,02	153,98	15,31	86,90	9,17

Exp1: ≤ 1 año de experiencia; Exp2: >1 año y ≤ 5 años; Exp3: > 5 años. 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.

En referencia a los valores de FCmáx alcanzada durante la sesión no se observaron diferencias significativas ($p>0,05$) ligadas a la experiencia ($170,28 \pm 16,48$ para el grupo Exp1; $169,64 \pm 14,47$ para el grupo Exp2 y $170,93 \pm 12,76$ para el grupo Exp3).

No se observaron diferencias significativas ($p>0,05$) en la FC15, FC30 y FC45. En el grupo Exp1 se observó una FC15 del $82,84 \pm 10,27\%$ FCmáx teórica, una FC30 del $83,83 \pm 9,40\%$ FCmáx teórica y una FC45 del $79,70 \pm 13,79\%$ FCmáx teórica. En el grupo Exp2 los valores observados para la FC15 fueron del $81,26 \pm 11,10\%$ FCmáx teórica, para la FC30 fueron del $84,28 \pm 10,93\%$ FCmáx teórica, y para la FC45 fueron del $79,87 \pm 13,44\%$ FCmáx teórica. En el grupo de Exp3 los valores de FC15 fueron de $81,55 \pm 10,44\%$ FCmáx teórica, para la FC30 fueron de $85,10 \pm 10,75\%$ FCmáx teórica y para la FC45 fueron del $80,48 \pm 14,44\%$ FCmáx teórica.

En referencia al tiempo de permanencia en cada zona de intensidad no se observaron diferencias significativas ($p>0,05$) en función de la experiencia (tabla 40).

Tabla 40. Tiempo en cada zona de entrenamiento en función de la experiencia

	TZ1 (min)		TZ2 (min)		TZ3 (min)		TZ4 (min)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Exp1	8,36	10,54	27,61	12,46	8,49	9,50	1,93	5,87
Exp2	8,39	10,08	27,26	10,81	9,49	9,47	1,16	4,12
Exp3	8,83	10,54	25,41	10,27	10,17	9,85	2,27	6,13

Exp1: ≤ 1 año de experiencia; Exp2: >1 año y ≤ 5 años; Exp3: > 5 años. TZ1: Tiempo $< 70\%$ FCmáx teórica. TZ2: Tiempo entre $70-89\%$ FCmáx teórica. TZ3: Tiempo entre $90-100\%$ FCmáx teórica. TZ4: Tiempo $>100\%$ FCmáx teórica.

Respecto a los valores de la RPE registrados, no se observaron diferencias significativas ($p>0,05$) entre los tres grupos de experiencia. La RPE15 fue de $5,59 \pm 1,39$ para el grupo Exp1; $5,38 \pm 1,85$ para el grupo Exp2 y $5,16 \pm 1,81$ para el grupo Exp3. La RPE30 fue de $7,12 \pm 1,29$ para el grupo Exp1; $7,08 \pm 1,36$ para el grupo Exp2 y $7,27 \pm 1,35$ para el grupo Exp3. La RPE45 fue de $7,44 \pm 2,28$ para el grupo Exp1; $7,18 \pm 2,33$ para en grupo Edad2 y $6,70 \pm 2,77$ para el grupo Exp3 (tabla 41).

Tabla 41. Valores de la RPE en función de la experiencia

	RPE15 (1-10)		RPE30 (1-10)		RPE45 (1-10)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Exp1	5,59	1,39	7,12	1,29	7,44	2,28
Exp2	5,38	1,85	7,08	1,36	7,18	2,33
Exp3	5,16	1,81	7,27	1,35	6,70	2,77

Exp1: ≤ 1 año de experiencia; Exp2: >1 año y ≤ 5 años; Exp3: > 5 años. RPE15: RPE minuto 15. RPE30: RPE minuto 30. RPE45: RPE minuto 45.

Influencia de la variable pulsómetro

El grupo Pulsómetro SI tenía más experiencia ($p>0,01$) en la práctica de CI que el grupo Pulsómetro NO ($4,32 \pm 3,42$ años vs $2,90 \pm 3,06$ años).

4. RESULTADOS

No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) ligadas al uso habitual del pulsómetro en los valores de FC media (tabla 42). La FC media durante la sesión fue $146,61 \pm 13,58$ lpm para el grupo Pulsómetro SI ($81,86 \pm 7,41\%$ FCmáx teórica), y $143,14 \pm 17,17$ lpm para el grupo Pulsómetro NO ($80,07 \pm 9,01\%$ FCmáx teórica).

Tabla 42. FC media durante la sesión en función de la utilización habitual del pulsómetro

	FC media (lpm)		%FCmáx teórica	
	Media	DE	Media	DE
Pulsómetro SI	146,61	14,58	81,86	7,41
Pulsómetro NO	143,14	17,17	80,07	9,01

Pulsómetro SI: Uso habitual pulsómetro en los últimos 6 meses. Pulsómetro NO: No uso habitual del pulsómetro en los últimos 6 meses.

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) ligadas al uso habitual del pulsómetro en la FCmedia3 ($155,90 \pm 14,92$ lpm para el grupo Pulsómetro SI y $151,70 \pm 18,01$ lpm para el grupo Pulsómetro NO). No se observaron diferencias significativas en relación al uso habitual del pulsómetro en FCmedia1, ni en FCmedia2 (tabla 43).

Tabla 43. FC media en cada periodo de la sesión en función del uso habitual del pulsómetro

	FCmedia1 (lpm)		FCmedia1 (%FCmáx)		FC media2 (lpm)		FCmedia2 (%FCmáx)		FC media3 (lpm)		FCmedia3 (%FCmáx)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Pulsómetro SI	136,83	14,45	76,38	7,81	150,47	13,95	84,01	7,61	155,9*	14,92	87,04*	8,15
Pulsómetro NO	133,97	18,18	75,00	9,74	147,27	17,38	82,43	9,16	151,70	18,01	84,86	9,12

Pulsómetro SI: Uso habitual pulsómetro en los últimos 6 meses. Pulsómetro NO: No uso habitual del pulsómetro en los últimos 6 meses. 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.

* $p < 0,05$

En referencia a los valores de FC_{máx} alcanzada durante la sesión se observaron diferencias significativas ($p < 0,01$) ligadas al uso habitual del pulsómetro (172,46 \pm 12,30 lpm para el grupo Pulsómetro SI y 167,90 \pm 16,35 lpm para el grupo Pulsómetro NO).

También se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en referencia a la utilización habitual del pulsómetro en FC15, FC30 y FC45. En el caso del grupo Pulsómetro SI la FC15 fue de 83,21 \pm 9,34% FC_{máx} teórica, la FC30 fue de 86,25 \pm 10,01% FC_{máx} teórica, y la FC45 fue de 82,24 \pm 13,24% FC_{máx} teórica; mientras que en el grupo Pulsómetro NO los valores fueron de 80,41 \pm 11,72% FC_{máx} teórica, 82,52 \pm 10,56% FC_{máx} teórica, y de 77,79 \pm 13,90% FC_{máx} teórica respectivamente.

En referencia al tiempo de permanencia en cada zona de intensidad se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en función del uso habitual del pulsómetro tanto en TZ1 (7,04 \pm 7,75 min para el grupo Pulsómetro SI y 9,87 \pm 11,35 min para el grupo Pulsómetro NO) como en TZ2 (28,22 \pm 10,89 min para el grupo Pulsómetro SI y 25,68 \pm 11,36 min para el grupo Pulsómetro NO). No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en TZ3 ni en TZ4 (tabla 44).

Tabla 44. Tiempo en cada zona de entrenamiento en función de la utilización habitual del pulsómetro

	TZ1 (min)		TZ2 (min)		TZ3 (min)		TZ4 (min)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Pulsómetro SI	7,04*	7,75	28,22*	10,89	9,58	9,36	1,77	5,07
Pulsómetro NO	9,87	11,35	25,68	11,36	9,17	9,76	1,53	5,3

Pulsómetro SI: Uso habitual pulsómetro en los últimos 6 meses. Pulsómetro NO: No uso habitual del pulsómetro en los últimos 6 meses. TZ1: Tiempo <70% FC_{máx} teórica. TZ2: Tiempo entre 70-89% FC_{máx} teórica. TZ3: Tiempo entre 90-100% FC_{máx} teórica. TZ4: Tiempo >100% FC_{máx} teórica.

* $p < 0,05$

4. RESULTADOS

Respecto a los valores de la RPE registrados, solamente se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre ambos grupos en la RPE30 ($7,30 \pm 1,31$ para el grupo Pulsómetro SI vs $6,99 \pm 1,35$ para el grupo Pulsómetro NO). La RPE15 fue de $5,54 \pm 1,70$ para el grupo Pulsómetro SI y de $5,24 \pm 1,73$ para el grupo Pulsómetro NO y la RPE45 fue de $7,32 \pm 2,54$ para el grupo Pulsómetro SI y de $6,97 \pm 2,32$ para el grupo Pulsómetro NO (tabla 45).

	RPE15 (1-10)		RPE30 (1-10)		RPE45 (1-10)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Pulsómetro SI	5,54	1,70	7,30*	1,31	7,32	2,54
Pulsómetro NO	5,24	1,73	6,99	1,35	6,97	2,23

Pulsómetro SI: Uso habitual pulsómetro en los últimos 6 meses. Pulsómetro NO: No uso habitual del pulsómetro en los últimos 6 meses. RPE15: RPE minuto 15. RPE30: RPE minuto 30. RPE45: RPE minuto 45.

* $p < 0,05$

Influencia de la variable SPD

El grupo SPD SI tenía más experiencia ($p < 0,01$) en la práctica de CI que el grupo SPD NO ($4,24 \pm 3,39$ años vs $2,14 \pm 2,63$ años).

No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) ligadas al uso del pedal SPD en los valores de FC media interpretada en valores absolutos, las diferencias sí fueron significativas ($p < 0,05$) cuando la FC se expresó en valores relativos (%FCmáx teórica) (tabla 46). La FC media durante la sesión fue $145,87 \pm 15,03$ lpm para el grupo SPD SI ($81,70 \pm 8,16\%$ FCmáx teórica), y $142,52 \pm 16,62$ lpm para el grupo SPD NO ($79,24 \pm 8,41\%$ FCmáx teórica).

Tabla 46. FC media durante la sesión en función de la utilización del sistema SPD

	FC media (lpm)		%FCmáx teórica	
	Media	DE	Media	DE
SPD SI	145,87	15,03	81,70*	8,16
SPD NO	142,52	16,62	79,24	8,41

SPD SI: Uso pedal SPD durante la sesión. SPD NO: No uso pedal SPD durante la sesión.

* $p < 0,05$

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) ligadas al uso del pedal SPD en la FCmedia2 ($150,09 \pm 15,33$ lpm para el grupo SPD SI y $146,01 \pm 16,70$ lpm para el grupo SPD NO). No se observaron diferencias significativas en relación al uso del pedal SPD en FCmedia1. Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre ambos grupos en FCmedia3 solamente cuando los datos se interpretaron en valores relativos (%FCmáx teórica) (tabla 47).

Tabla 47. FC media en los diferentes periodos de la sesión en función del uso del pedal SPD

	FC media1 (lpm)		FCmedia1 (%FCmáx)		FC media2 (lpm)		FCmedia2 (%FCmáx)		FC media3 (lpm)		FCmedia3 (%FCmáx)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
SPD SI	136,07	16,19	76,23	8,78	150,09*	15,33	84,09*	8,31	154,88	15,74	86,75*	8,53
SPD NO	133,80	17,15	74,44	8,97	146,01	16,70	81,21	8,48	151,32	18,41	84,11	8,88

SPD SI: Uso pedal SPD durante la sesión. SPD NO: No uso pedal SPD durante la sesión. 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.

* $p < 0,05$

En referencia a los valores de FCmáx alcanzada durante la sesión se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) ligadas al uso del pedal SPD ($171,76 \pm 13,74$ lpm para el grupo SPD SI y $166,45 \pm 16,03$ lpm para el grupo SPD NO).

No se evidenciaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en referencia a la utilización del pedal SPD en FC15, FC30 o FC45. En el caso del grupo SPD SI la FC15 fue de $83,66 \pm 10,56\%$ FCmáx teórica, la FC30 fue de $85,38 \pm 10,42\%$ FCmáx teórica, y la FC45 fue de $80,38 \pm 13,48\%$ FCmáx teórica; mientras que en el grupo SPD NO los valores fueron de $79,79 \pm 10,80\%$ FCmáx teórica, $82,03 \pm 10,17\%$ FCmáx teórica, y de $77,04 \pm 14,36\%$ FCmáx teórica respectivamente. En referencia al tiempo de permanencia en cada zona de intensidad se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en función del uso del pedal SPD en TZ3 ($10,27 \pm 9,49$ min para el grupo SPD SI y $7,31 \pm 9,44$ min para el grupo SPD NO) y en TZ4 ($p < 0,01$) ($2,08 \pm 5,74$ min para el grupo SPD SI y $0,64 \pm 3,42$ min para el grupo SPD NO). No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en TZ1 ni en TZ2 (tabla 48).

Tabla 48. Tiempo en cada zona de entrenamiento en función del uso del pedal SPD

	TZ1 (min)		TZ2 (min)		TZ3 (min)		TZ4 (min)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Sí SPD	7,81	8,92	26,23	10,81	10,27*	9,49	2,08**	5,74
No SPD	10,04	11,61	28,5	11,90	7,31	9,44	0,64	3,42

SPD SI: Uso pedal SPD durante la sesión. SPD NO: No uso pedal SPD durante la sesión. TZ1: Tiempo $< 70\%$ FCmáx teórica. TZ2: Tiempo entre $70-89\%$ FCmáx teórica. TZ3: Tiempo entre $90-100\%$ FCmáx teórica. TZ4: Tiempo $> 100\%$ FCmáx teórica.

* $p < 0,05$

** $p < 0,01$

Respecto a los valores de la RPE registrados, solamente se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre ambos grupos en la RPE45 ($6,95 \pm 2,58$ para el grupo SPD SI vs $7,57 \pm 2,04$ para el grupo SPD NO). La RPE15 fue de $5,47 \pm 1,69$ para el grupo SPD SI y de $5,20 \pm 1,78$ para el grupo SPD NO y la RPE30

fue de $7,22 \pm 1,21$ para el grupo SPD SI y de $6,95 \pm 1,58$ para el grupo SPD NO (tabla 49).

Tabla 49. Valores de la RPE en función de la utilización del pedal SPD

	RPE15 (1-10)		RPE30 (1-10)		RPE45 (1-10)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
SPD SI	5,47	1,69	7,22	1,21	6,95*	2,58
SPD NO	5,20	1,78	6,95	1,58	7,57	2,04

SPD SI: Uso pedal SPD durante la sesión. SPD NO: No uso pedal SPD durante la sesión. RPE15: RPE minuto 15. RPE30: RPE minuto 30. RPE45: RPE minuto 45.

* $p < 0,05$

Influencia de la variable diferencia de peso neto

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) ligadas a la diferencia de peso neto, entre el grupo TS1 y TS3, en la FC media tanto en valores relativos, como en valores absolutos (tabla 50). La FC media durante la sesión fue $148,22 \pm 12,17$ lpm para el grupo TS1 ($82,68 \pm 7,18\%$ FCmáx teórica); $145,20 \pm 15,78$ lpm para el grupo TS2 ($81,19 \pm 8,16\%$ FCmáx teórica) y $141,73 \pm 17,39$ para el grupo TS3 ($79,04 \pm 9,07\%$ FCmáx teórica).

Tabla 50. FC media en la totalidad de la sesión en función de la diferencia de peso neto

	FC media (lpm)		%FCmáx teórica	
	Media	DE	Media	DE
TS1	148,22*	12,17	82,68*	7,18
TS2	145,20	15,78	81,19	8,16
TS3	141,73	17,39	79,04	9,07

TS1: ≥ 750 ml de pérdida de peso neto; TS2: < 750 y ≥ 400 ml de pérdida de peso neto; TS3: < 400 ml de pérdida de peso neto

* $p < 0,05$, TS1 vs TS3

4. RESULTADOS

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la FCmedia2 entre los grupos TS1 y TS3, solamente cuando los datos se analizaron en valores relativos ($84,80 \pm 7,40\%$ FCmáx teórica para TS1 vs $81,43 \pm 9,22\%$ FCmáx teórica para TS3). También se observaron diferencias significativas ($p < 0,01$) en la FCmedia3 entre los grupos TS1 y TS3 ($158,24 \pm 12,63$ lpm para TS1 vs $149,47 \pm 18,29$ para TS3). Las diferencias observadas entre los tres grupos no fueron significativas ($p > 0,05$) en la FCmedia1 (tabla 51).

Tabla 51. FC media en cada parte de la sesión en función de la diferencia de peso neto

	FC media1 (lpm)		FCmedia1 (%FCmáx)		FC media2 (lpm)		FCmedia2 (%FCmáx)		FC media3 (lpm)		FCmedia3 (%FCmáx)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
TS1	137,00	13,98	76,44	8,21	152,00	12,56	84,80*	7,40	158,24**	12,63	88,29**	7,29
TS2	136,30	17,28	76,21	8,96	149,16	16,03	83,41	8,33	154,28	16,88	86,27	8,56
TS3	132,53	17,17	73,94	9,13	145,90	17,69	81,43	9,22	149,47	18,29	83,31	9,37

TS1: ≥ 750 ml de pérdida de peso neto; TS2: < 750 y ≥ 400 ml de pérdida de peso neto; TS3: < 400 ml de pérdida de peso neto. 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.

* $p < 0,05$, TS1 vs TS3

** $p < 0,01$, TS1 vs TS3

En referencia a los valores de FCmáx alcanzada durante la sesión, se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre TS1 y TS3, ligadas a la pérdida de peso neto durante la sesión. El valor medio de FCmáx alcanzada por TS1 fue de $173,34 \pm 10,70$ lpm, para TS2 fue de $170,57 \pm 14,70$ lpm y para TS3 fue de $166,47 \pm 17,06$ lpm.

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la FC15 entre los grupos TS1 y TS3 ($84,29 \pm 8,71\%$ FCmáx teórica para TS1 vs $79,81 \pm 11,39\%$ FCmáx teórica). También se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en FC30 entre TS1 con respecto a TS3 ($86,78 \pm 9,99\%$ FCmáx teórica para TS1 vs $82,61 \pm$

10,53% FCmáx teórica para TS3) y en FC45 ($p < 0,05$) entre TS1 con TS2 y TS3 ($83,75 \pm 13,16\%$ FCmáx teórica para TS1; $78,77 \pm 13,87\%$ FCmáx teórica para TS2 y $78,38 \pm 13,82\%$ FCmáx teórica para TS3).

En referencia al tiempo de permanencia en cada zona de intensidad se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en función de la diferencia de peso neto en TZ1 entre los grupos TS1 y TS3. Las diferencias observadas no fueron significativas ($p > 0,05$) en TZ2, TZ3 y TZ4 (tabla 52).

Tabla 52. Tiempo en cada zona de entrenamiento en función de la diferencia de peso neto

	TZ1 (min)		TZ2 (min)		TZ3 (min)		TZ4 (min)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
TS1	6,29*	6,06	27,87	11,35	11,09	10,54	1,90	4,97
TS2	8,18	9,80	26,74	10,66	9,52	9,01	1,55	5,04
TS3	10,96	12,13	26,52	12,06	7,77	9,55	1,43	5,42

TS1: ≥ 750 ml de pérdida de peso neto; TS2: < 750 y ≥ 400 ml de pérdida de peso neto; TS3: < 400 ml de pérdida de peso neto. TZ1: Tiempo $< 70\%$ FCmáx teórica. TZ2: Tiempo entre 70-89% FCmáx teórica. TZ3: Tiempo entre 90-100% FCmáx teórica. TZ4: Tiempo $> 100\%$ FCmáx teórica.

* $p < 0,05$, TS1 vs TS3

Respecto a los valores de la RPE registrados, no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre ninguno de los tres grupos en RPE15, RPE30 ni RPE45 (tabla 53).

Tabla 53. Valores de la RPE en función de la pérdida de peso neto

	RPE15 (1-10)		RPE30 (1-10)		RPE45 (1-10)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
TS1	5,43	1,75	7,33	1,36	7,21	2,62
TS2	5,39	1,69	7,02	1,36	7,02	2,46
TS3	5,38	1,77	7,14	1,29	7,21	2,30

TS1: ≥ 750 ml de pérdida de peso neto; TS2: < 750 y ≥ 400 ml de pérdida de peso neto; TS3: < 400 ml de pérdida de peso neto. RPE15: RPE minuto 15. RPE30: RPE minuto 30. RPE45: RPE minuto 45.

Influencia de la variable incremento de temperatura (ΔT)

Se observó que los sujetos pertenecientes al grupo $\Delta T2$ eran significativamente más jóvenes ($p < 0,01$) ($39,35 \pm 8,14$ años) que los sujetos que formaron el grupo $\Delta T1$ ($42,83 \pm 7,70$ años) y el grupo $\Delta T3$ ($42,27 \pm 7,69$ años)

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) ligadas al ΔT durante la sesión en la FC media en valores absolutos, entre los grupos $\Delta T1$ y $\Delta T2$. La FC media en el grupo $\Delta T1$ fue $141,01 \pm 16,38$ ($79,62 \pm 9,01\%$ FCmáx teórica), para el grupo $\Delta T2$ fue $146,95 \pm 15,29$ ($81,32 \pm 7,91\%$ FCmáx teórica) y para el grupo $\Delta T3$ fue $145,29 \pm 14,53$ ($81,78 \pm 8,10\%$ FCmáx teórica) (tabla 54).

Tabla 54. FC media en la totalidad de la sesión en función del incremento de temperatura

	FC media (lpm)		%FCmáx teórica	
	Media	DE	Media	DE
$\Delta T1$	141,01*	16,38	79,62	9,01
$\Delta T2$	146,95	15,29	81,32	7,91
$\Delta T3$	145,29	14,53	81,78	8,10

$\Delta T1$: $\leq 0,2^\circ\text{C}$; $\Delta T2$: $> 0,2$ y $\leq 1,5^\circ\text{C}$; $\Delta T3$: $> 1,5^\circ\text{C}$.

* $p < 0,05$, $\Delta T1$ vs $\Delta T2$

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la FCmedia1 entre los grupos $\Delta T1$ y $\Delta T2$, solamente cuando los datos se analizaron en valores

absolutos ($131,72 \pm 17,99$ lpm para $\Delta T1$ vs $137,38 \pm 16,24$ lpm para $\Delta T2$). También se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la FCmedia2 entre los grupos $\Delta T1$ y $\Delta T2$ ($144,77 \pm 16,19$ lpm para $\Delta T1$ vs $151,09 \pm 15,70$ lpm para $\Delta T2$), así como en la FCmedia3 ($p < 0,05$) ($150,11 \pm 16,25$ lpm para $\Delta T1$ vs $156,04 \pm 16,58$ lpm para $\Delta T2$) (tabla 55).

Tabla 55. FC media en cada parte de la sesión en función del incremento de temperatura

	FC media1 (lpm)		FCmedia1 (%FCmáx)		FC media2 (lpm)		FCmedia2 (%FCmáx)		FC media3 (lpm)		FCmedia3 (%FCmáx)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
$\Delta T1$	131,72*	17,99	74,40	10,03	144,77*	16,19	81,79	8,83	150,11*	16,25	84,75	8,72
$\Delta T2$	137,38	16,24	76,04	8,56	151,09	15,70	83,63	8,14	156,04	16,58	86,34	8,36
$\Delta T3$	135,81	14,52	76,48	7,87	149,27	14,98	84,04	8,51	153,80	16,73	86,65	9,36

$\Delta T1$: $\leq 0,2^\circ\text{C}$; $\Delta T2$: $> 0,2$ y $\leq 1,5^\circ\text{C}$; $\Delta T3$: $> 1,5^\circ\text{C}$. 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.

* $p < 0,05$, $\Delta T1$ vs $\Delta T2$

En referencia a los valores de FCmáx alcanzada durante la sesión no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$). La FCmáx alcanzada durante la sesión por el grupo $\Delta T1$ fue de $167,88 \pm 14,28$ lpm, para el grupo $\Delta T2$ fue de $171,91 \pm 14,58$ lpm, y para el grupo $\Delta T3$ fue de $169,36 \pm 15,03$ lpm.

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,01$) en la FC15, hallando valores más bajos para $\Delta T1$ ($76,98 \pm 11,94$ lpm) que para $\Delta T2$ y $\Delta T3$ ($83,51 \pm 9,46\%$ FCmáx teórica y $84,10 \pm 9,70\%$ FCmáx teórica). También se observaron diferencias significativas en FC30 ($p < 0,05$), en esta ocasión los valores fueron más elevados para el grupo $\Delta T3$ ($87,01 \pm 9,92\%$ FCmáx teórica) que para los grupos $\Delta T1$ e $\Delta T2$ ($82,77 \pm 13,12\%$ FCmáx teórica y $83,94 \pm 8,52\%$ FCmáx teórica). Con respecto a la FC45, las diferencias entre grupos también fueron

significativas ($p < 0,01$), observándose valores más bajos para el grupo $\Delta T1$ ($75,50 \pm 14,74\%$ FCmáx teórica) que para los grupos $\Delta T2$ e $\Delta T3$ ($81,76 \pm 13,30\%$ FCmáx teórica y $81,78 \pm 12,28\%$ FCmáx teórica).

En referencia al tiempo de permanencia en cada zona de intensidad, no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en función del ΔT en ninguna de las zonas de intensidad propuestas (tabla 56).

Tabla 56. Tiempo en cada zona de entrenamiento en función del incremento de temperatura

	TZ1 (min)		TZ2 (min)		TZ3 (min)		TZ4 (min)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
$\Delta T1$	10,11	10,08	25,57	10,57	8,54	9,14	1,88	5,88
$\Delta T2$	7,99	9,52	27,86	11,32	9,31	9,13	1,55	5,21
$\Delta T3$	7,53	10,08	26,71	11,60	10,46	10,80	1,56	4,23

$\Delta T1$: $\leq 0,2^\circ\text{C}$; $\Delta T2$: $> 0,2$ y $\leq 1,5^\circ\text{C}$; $\Delta T3$: $> 1,5^\circ\text{C}$. TZ1: Tiempo $< 70\%$ FCmáx teórica. TZ2: Tiempo entre 70 - 89% FCmáx teórica. TZ3: Tiempo entre 90 - 100% FCmáx teórica. TZ4: Tiempo $> 100\%$ FCmáx teórica.

Respecto a los valores de la RPE registrados, se observaron diferencias significativas ($p < 0,01$) en la RPE15. Los valores observados en el grupo $\Delta T1$ ($4,44 \pm 1,75$) fueron significativamente más bajos que los valores de los grupos $\Delta T2$ ($5,64 \pm 1,58$) y $\Delta T3$ ($6,00 \pm 1,49$). También se observaron diferencias significativas ($p < 0,01$) en la RPE30, entre los grupos $\Delta T1$ ($6,81 \pm 1,41$) y $\Delta T3$ ($7,52 \pm 1,28$); y en la RPE45 ($p < 0,01$), donde los valores observados en el grupo $\Delta T1$ ($6,36 \pm 2,59$) fueron significativamente inferiores a los valores de los grupos $\Delta T2$ ($7,48 \pm 2,39$) e $\Delta T3$ ($7,39 \pm 2,15$) (tabla 57).

Tabla 57. Valores de la RPE en función del incremento de temperatura

	RPE15 (1-10)		RPE30 (1-10)		RPE45 (1-10)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
$\Delta T1$	4,44**	1,75	6,81**	1,41	6,36**	2,59
$\Delta T2$	5,64	1,58	7,14	1,27	7,48	2,39
$\Delta T3$	6,00	1,49	7,52	1,28	7,39	2,15

$\Delta T1$: $\leq 0,2^{\circ}\text{C}$; $\Delta T2$: $> 0,2$ y $\leq 1,5^{\circ}\text{C}$; $\Delta T3$: $> 1,5^{\circ}\text{C}$. RPE15: RPE minuto 15. RPE30: RPE minuto 30. RPE45: RPE minuto 45.

** $p < 0,01$ respecto al resto de grupos

Influencia de la variable incremento de humedad (ΔH)

No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) ligadas al ΔH durante la sesión en la FC media. La FC media en el grupo $\Delta H1$ fue $143,35 \pm 14,19$ ($80,72 \pm 8,41\%$ FCmáx teórica), para el grupo $\Delta H2$ fue $144,66 \pm 16,91$ ($80,44 \pm 8,62\%$ FCmáx teórica) y para el grupo $\Delta H3$ fue $146,89 \pm 14,06$ ($82,26 \pm 7,40\%$ FCmáx teórica) (tabla 58).

Tabla 58. FC media en la totalidad de la sesión en función del incremento de humedad

	FC media (lpm)		%FCmáx teórica	
	Media	DE	Media	DE
$\Delta H1$	143,35	14,19	80,72	8,41
$\Delta H2$	144,66	16,91	80,44	8,62
$\Delta H3$	146,89	14,06	82,26	7,40

$\Delta H1$: $\leq 2\%$; $\Delta H2$: $> 2\%$ y $\leq 15\%$; $\Delta H3$: $> 15\%$.

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la FCmedia1 cuando los datos se analizaron en valores relativos. La FCmedia1 en grupo $\Delta H3$ fue mayor ($77,93 \pm 7,60\%$ FCmáx teórica) que en los grupos $\Delta H1$ ($74,91 \pm 9,38\%$ FCmáx teórica) y $\Delta H2$ ($75,02 \pm 9,01\%$ FCmáx teórica). No se observaron diferencias

4. RESULTADOS

significativas ($p>0,05$) en la FCmedia2 ni en la FCmedia3 en función del ΔH durante la sesión (tabla 59).

Tabla 59. FC media en cada parte de la sesión en función del incremento de humedad

	FC media1 (lpm)		FCmedia1 (%FCmáx)		FC media2 (lpm)		FCmedia2 (%FCmáx)		FC media3 (lpm)		FCmedia3 (%FCmáx)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
$\Delta H1$	132,90	16,11	74,91	9,38	147,80	14,65	83,26	8,79	151,38	14,12	85,26	8,35
$\Delta H2$	134,91	17,48	75,02	9,01	149,11	17,01	82,92	8,61	153,45	17,95	85,35	9,11
$\Delta H3$	139,10	14,19	77,93*	7,60	149,41	14,71	83,74	7,81	157,12	16,15	87,91	8,06

$\Delta H1$: $\leq 2\%$; $\Delta H2$: >2 y $\leq 15\%$; $\Delta H3$: $> 15\%$. 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.

* $p<0,05$ respecto al resto de grupos

En referencia a los valores de FCmáx alcanzada durante la sesión no se observaron diferencias significativas ($p>0,05$). La FCmáx alcanzada durante la sesión por el grupo $\Delta H1$ fue de $168,86 \pm 12,23$ lpm, para el grupo $\Delta H2$ fue de $170,21 \pm 16,43$ lpm, y para el grupo $\Delta H3$ fue de $171,39 \pm 13,17$ lpm.

No se observaron diferencias significativas ($p>0,05$) en la FC15, FC30 y FC45. En el grupo $\Delta H1$ se observó una FC15 del $81,11 \pm 11,43\%$ FCmáx teórica, una FC30 del $83,29 \pm 11,43\%$ FCmáx teórica y una FC45 del $81,69 \pm 13,70\%$ FCmáx teórica. En el grupo $\Delta H2$ los valores observados para la FC15 fueron del $81,68 \pm 10,75\%$ FCmáx teórica, para la FC30 fueron del $83,91 \pm 9,58\%$ FCmáx teórica, y para la FC45 fueron del $78,06 \pm 13,34\%$ FCmáx teórica. En el grupo de $\Delta H3$ los valores de FC15 fueron de $82,75 \pm 9,78\%$ FCmáx teórica, para la FC30 fueron de $83,91 \pm 9,58\%$ FCmáx teórica y para la FC45 fueron del $82,08 \pm 14,25\%$ FCmáx teórica.

En referencia al tiempo de permanencia en cada zona de intensidad, no se observaron diferencias significativas ($p>0,05$) en función del ΔH en ninguna de las zonas de intensidad propuestas (tabla 60).

Tabla 60. Tiempo en cada zona de entrenamiento en función del incremento de humedad

	TZ1 (min)		TZ2 (min)		TZ3 (min)		TZ4 (min)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
$\Delta H1$	8,97	9,09	27,59	10,65	8,80	9,19	2,00	6,20
$\Delta H2$	9,11	10,71	26,23	11,22	8,94	9,17	1,58	5,12
$\Delta H3$	6,64	8,55	27,63	11,74	10,89	10,67	1,39	4,02

$\Delta H1$: $\leq 2\%$; $\Delta H2$: >2 y $\leq 15\%$; $\Delta H3$: $> 15\%$. TZ1: Tiempo $<70\%$ FCmáx teórica. TZ2: Tiempo entre 70-89% FCmáx teórica. TZ3: Tiempo entre 90-100% FCmáx teórica. TZ4: Tiempo $>100\%$ FCmáx teórica.

Respecto a los valores de la RPE registrados, se observaron diferencias significativas ($p<0,01$) en la RPE15. El valor medio de la RPE15 registrado en el grupo $\Delta H1$ fue menor ($4,83 \pm 1,96$) que el del grupo $\Delta H2$ ($5,57 \pm 1,63$) y $\Delta H3$ ($5,62 \pm 1,48$). También se observaron diferencias significativas en la RPE30 ($p<0,05$) entre el grupo $\Delta H1$ ($6,82 \pm 1,28$) y el grupo $\Delta H3$ ($7,43 \pm 1,32$). El valor de la RPE30 para el grupo $\Delta H2$ fue $7,17 \pm 1,35$. No se observaron diferencias significativas ($p>0,05$) en la RPE45. El valor de la RPE45 en el grupo $\Delta H1$ fue $7,08 \pm 2,34$, en el grupo $\Delta H2$ fue $7,06 \pm 2,42$ y en el grupo $\Delta H3$ fue $7,37 \pm 2,60$ (tabla 61).

4. RESULTADOS

Tabla 61. Valores de la RPE en función del incremento de humedad

	RPE15 (1-10)		RPE30 (1-10)		RPE45 (1-10)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
ΔH1	4,83**	1,96	6,82*	1,28	7,08	2,34
ΔH2	5,57	1,63	7,17	1,35	7,06	2,42
ΔH3	5,62	1,48	7,43	1,32	7,37	2,60

ΔH1: ≤ 2%; ΔH2: >2 y ≤ 15%; ΔH3: > 15%. RPE15: RPE minuto 15. RPE30: RPE minuto 30. RPE45: RPE minuto 45.

** p<0,01 respecto al resto de grupos

*p<0,05 respecto a ΔH3

4.3. Correlación entre la FC y la RPE

Analizados los datos de toda la muestra se observaron correlaciones significativas (p<0,01) entre la RPE y la FC en el minuto 15, en el 30 y en el 45, tanto cuando la FC se analizó en valores absolutos, como cuando se hizo en valores relativos (tabla 62).

Tabla 62. Correlaciones entre la FC y la RPE en las sesiones de CI

	RPE15 - FC15 (lpm)	RPE30 - FC30 (lpm)	RPE45 - FC45 (lpm)
Corr de Pearson	0,336**	0,291**	0,459**
Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000
N	300	300	300

	RPE15 - FC15 (%FCmáx teórica)	RPE30 - FC30 (%FCmáx teórica)	RPE45 - FC45 (%FCmáx teórica)
Corr de Pearson	0,324**	0,275**	0,464**
Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000
N	300	300	300

RPE15: RPE minuto 15, RPE30: RPE minuto 30, RPE45: RPE minuto 45, FC15: FC minuto 15, FC30: FC minuto 30, FC45: FC minuto 45.

*p<0,05; **p<0,01

Correlación entre la FC y la RPE en función del sexo

Analizados los datos en función del sexo de los participantes, se observaron correlaciones significativas ($p < 0,01$) en los hombres (tabla 63) y en las mujeres (tabla 64), entre la RPE y la FC en el minuto 15, en el 30 y en el 45, tanto cuando la FC se expresó en valores absolutos, como cuando se hizo en valores relativos.

Tabla 63. Correlaciones entre la FC y la RPE en los hombres			
	RPE15 - FC15 (lpm)	RPE30 - FC30 (lpm)	RPE45 - FC45 (lpm)
Corr de Pearson	0,354**	0,341**	0,452**
Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000
N	184	184	184

	RPE15 - FC15 (%FCmáx teórica)	RPE30 - FC30 (%FCmáx teórica)	RPE45 - FC45 (%FCmáx teórica)
Corr de Pearson	0,366**	0,318**	0,459**
Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000
N	184	184	184

RPE15: RPE minuto 15, RPE30: RPE minuto 30, RPE45: RPE minuto 45, FC15: FC minuto 15, FC30: FC minuto 30, FC45: FC minuto 45.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tabla 64. Correlaciones entre la FC y la RPE en las mujeres

	RPE15 - FC15 (lpm)	RPE30 - FC30 (lpm)	RPE45 - FC45 (lpm)
Corr de Pearson	0,292**	0,194*	0,475**
Sig. (bilateral)	0,001	0,037	0,000
N	116	116	116
	RPE15 - FC15 (%FCmáx teórica)	RPE30 - FC30 (%FCmáx teórica)	RPE45 - FC45 (%FCmáx teórica)
Corr de Pearson	0,247**	0,191*	0,476**
Sig. (bilateral)	0,008	0,040	0,000
N	116	116	116

RPE15: RPE minuto 15, RPE30: RPE minuto 30, RPE45: RPE minuto 45, FC15: FC minuto 15, FC30: FC minuto 30, FC45: FC minuto 45.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Correlación entre la FC y la RPE en función de la edad

Analizados los datos en función de los grupos de edad, se observaron correlaciones significativas ($p < 0,01$) en los sujetos pertenecientes al grupo Edad1 entre la FC y la RPE en el minuto 15 y en el 45, pero no en el minuto 30 ($r = 0,136$; $p = 0,260$) (tabla 65). En los grupos Edad2 (tabla 66), y Edad 3 (tabla 67) las correlaciones entre la RPE y la FC fueron significativas ($p < 0,01$) en el minuto 15, 30 y 45, tanto cuando la FC se expresó en valores absolutos, como cuando se hizo en valores relativos.

Tabla 65. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo Edad1 (35 años o menos)

	RPE15 - FC15 (lpm)	RPE30 - FC30 (lpm)	RPE45 - FC45 (lpm)
Corr de Pearson	0,377**	0,136	0,395**
Sig. (bilateral)	0,001	0,260	0,001
N	71	71	71

	RPE15 - FC15 (%FCmáx teórica)	RPE30 - FC30 (%FCmáx teórica)	RPE45 - FC45 (%FCmáx teórica)
Corr de Pearson	0,374**	0,133	0,393**
Sig. (bilateral)	0,001	0,268	0,001
N	71	71	71

RPE15: RPE minuto 15, RPE30: RPE minuto 30, RPE45: RPE minuto 45, FC15: FC minuto 15, FC30: FC minuto 30, FC45: FC minuto 45.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tabla 66. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo Edad2 (>35-45 años o menos)

	RPE15 - FC15 (lpm)	RPE30 - FC30 (lpm)	RPE45 - FC45 (lpm)
Corr de Pearson	0,285**	0,309**	0,534**
Sig. (bilateral)	0,001	0,000	0,000
N	136	136	136

	RPE15 - FC15 (%FCmáx teórica)	RPE30 - FC30 (%FCmáx teórica)	RPE45 - FC45 (%FCmáx teórica)
Corr de Pearson	0,302**	0,317**	0,532**
Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000
N	136	136	136

RPE15: RPE minuto 15, RPE30: RPE minuto 30, RPE45: RPE minuto 45, FC15: FC minuto 15, FC30: FC minuto 30, FC45: FC minuto 45.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tabla 67. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo Edad3 (>45 años)

	RPE15 - FC15 (lpm)	RPE30 - FC30 (lpm)	RPE45 - FC45 (lpm)
Corr de Pearson	0,343**	0,361**	0,397**
Sig. (bilateral)	0,001	0,000	0,000
N	93	93	93

	RPE15 - FC15 (%FCmáx teórica)	RPE30 - FC30 (%FCmáx teórica)	RPE45 - FC45 (%FCmáx teórica)
Corr de Pearson	0,337**	0,355**	0,432**
Sig. (bilateral)	0,001	0,000	0,000
N	93	93	93

RPE15: RPE minuto 15, RPE30: RPE minuto 30, RPE45: RPE minuto 45, FC15: FC minuto 15, FC30: FC minuto 30, FC45: FC minuto 45.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Correlación entre la FC y la RPE en función de la experiencia

Analizados los datos en función de la experiencia de los participantes, en el grupo Exp1 se observaron correlaciones significativas ($p < 0,01$) entre la FC y la RPE en el minuto 15 y 45; en el minuto 30 se observaron correlaciones significativas pero más débiles ($p < 0,05$) (tabla 68). En el grupo Exp2 se observaron correlaciones significativas ($p < 0,01$) entre la RPE y la FC en el minuto 15, 30 y 45, tanto cuando la FC se expresó en valores absolutos, como cuando se hizo en valores relativos (tabla 69). En el grupo Exp3 se observaron correlaciones significativas ($p < 0,01$) entre la FC y la RPE en el minuto 30 y 45, pero no en el minuto 15 ($p > 0,05$) (tabla 70).

Tabla 68. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo Exp1 (menos de 1 año)

	RPE15 - FC15 (lpm)	RPE30 - FC30 (lpm)	RPE45 - FC45 (lpm)
Corr de Pearson	0,323**	0,224*	0,436**
Sig. (bilateral)	0,002	0,038	0,000
N	86	86	86
	RPE15 - FC15 (%FCmáx teórica)	RPE30 - FC30 (%FCmáx teórica)	RPE45 - FC45 (%FCmáx teórica)
Corr de Pearson	0,329**	0,222*	0,444**
Sig. (bilateral)	0,002	0,040	0,000
N	86	86	86

RPE15: RPE minuto 15, RPE30: RPE minuto 30, RPE45: RPE minuto 45, FC15: FC minuto 15, FC30: FC minuto 30, FC45: FC minuto 45.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tabla 69. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo Exp2 (1-5 años)

	RPE15 - FC15 (lpm)	RPE30 - FC30 (lpm)	RPE45 - FC45 (lpm)
Corr de Pearson	0,383**	0,284**	0,500**
Sig. (bilateral)	0,000	0,001	0,000
N	142	142	142
	RPE15 - FC15 (%FCmáx teórica)	RPE30 - FC30 (%FCmáx teórica)	RPE45 - FC45 (%FCmáx teórica)
Corr de Pearson	0,369**	0,252**	0,534**
Sig. (bilateral)	0,000	0,003	0,000
N	142	142	142

RPE15: RPE minuto 15, RPE30: RPE minuto 30, RPE45: RPE minuto 45, FC15: FC minuto 15, FC30: FC minuto 30, FC45: FC minuto 45.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tabla 70. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo Exp3 (más de 5 años)

	RPE15 - FC15 (lpm)	RPE30 - FC30 (lpm)	RPE45 - FC45 (lpm)
Corr de Pearson	0,222	0,387**	0,428**
Sig. (bilateral)	0,061	0,001	0,000
N	72	72	72

	RPE15 - FC15 (%FCmáx teórica)	RPE30 - FC30 (%FCmáx teórica)	RPE45 - FC45 (%FCmáx teórica)
Corr de Pearson	0,220	0,371**	0,393**
Sig. (bilateral)	0,063	0,001	0,001
N	72	72	72

RPE15: RPE minuto 15, RPE30: RPE minuto 30, RPE45: RPE minuto 45, FC15: FC minuto 15, FC30: FC minuto 30, FC45: FC minuto 45.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Correlación entre la FC y la RPE en función del uso habitual del pulsómetro

Analizados los datos en función del uso habitual del pulsómetro, se observaron correlaciones significativas ($p < 0,01$) en el grupo Pulsómetro NO (tabla 71) y en el grupo Pulsómetro SI (tabla 72), entre la RPE y la FC en el minuto 15, 30 y 45, tanto cuando la FC se expresó en valores absolutos, como cuando se hizo en valores relativos.

Tabla 71. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo Pulsómetro NO

	RPE15 - FC15 (lpm)	RPE30 - FC30 (lpm)	RPE45 - FC45 (lpm)
Corr de Pearson	0,371**	0,222**	0,439**
Sig. (bilateral)	0,000	0,006	0,000
N	153	153	153
	RPE15 - FC15 (%FCmáx teórica)	RPE30 - FC30 (%FCmáx teórica)	RPE45 - FC45 (%FCmáx teórica)
Corr de Pearson	0,380**	0,226**	0,468**
Sig. (bilateral)	0,000	0,005	0,000
N	153	153	153

RPE15: RPE minuto 15, RPE30: RPE minuto 30, RPE45: RPE minuto 45, FC15: FC minuto 15, FC30: FC minuto 30, FC45: FC minuto 45. Pulsómetro NO: No utilizaron el pulsómetro habitualmente en los 6 meses previos.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tabla 72. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo Pulsómetro SI

	RPE15 - FC15 (lpm)	RPE30 - FC30 (lpm)	RPE45 - FC45 (lpm)
Corr de Pearson	0,275**	0,339**	0,475**
Sig. (bilateral)	0,001	0,000	0,000
N	147	147	147
	RPE15 - FC15 (%FCmáx teórica)	RPE30 - FC30 (%FCmáx teórica)	RPE45 - FC45 (%FCmáx teórica)
Corr de Pearson	0,236**	0,299**	0,453**
Sig. (bilateral)	0,004	0,000	0,000
N	147	147	147

RPE15: RPE minuto 15, RPE30: RPE minuto 30, RPE45: RPE minuto 45, FC15: FC minuto 15, FC30: FC minuto 30, FC45: FC minuto 45. Pulsómetro SI: Sí utilizaron el pulsómetro habitualmente en los 6 meses previos.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Correlación entre la FC y la RPE en función del uso del pedal SPD

Analizados los datos en función del uso habitual del pedal SPD, se observaron correlaciones significativas ($p < 0,01$) en el grupo SPD NO (tabla 73) y en el grupo SPD SI (tabla 74), entre la RPE y la FC en el minuto 15, en el 30 y en el 45, tanto cuando la FC se analizó en valores absolutos, como cuando se hizo en valores relativos.

Tabla 73. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo SPD NO			
	RPE15 - FC15 (lpm)	RPE30 - FC30 (lpm)	RPE45 - FC45 (lpm)
Corr de Pearson	0,403**	0,270**	0,536**
Sig. (bilateral)	0,000	0,009	0,000
N	92	92	92
	RPE15 - FC15 (%FCmáx teórica)	RPE30 - FC30 (%FCmáx teórica)	RPE45 - FC45 (%FCmáx teórica)
Corr de Pearson	0,384**	0,230*	0,528**
Sig. (bilateral)	0,000	0,028	0,000
N	92	92	92

RPE15: RPE minuto 15, RPE30: RPE minuto 30, RPE45: RPE minuto 45, FC15: FC minuto 15, FC30: FC minuto 30, FC45: FC minuto 45. SPD NO: No utilizaron el sistema SPD durante la sesión.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tabla 74. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo SPD SI

	RPE15 - FC15 (lpm)	RPE30 - FC30 (lpm)	RPE45 - FC45 (lpm)
Corr de Pearson	0,297**	0,294**	0,445**
Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000
N	208	208	208
	RPE15 - FC15 (%FCmáx teórica)	RPE30 - FC30 (%FCmáx teórica)	RPE45 - FC45 (%FCmáx teórica)
Corr de Pearson	0,288**	0,290**	0,458**
Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000
N	208	208	208

RPE15: RPE minuto 15, RPE30: RPE minuto 30, RPE45: RPE minuto 45, FC15: FC minuto 15, FC30: FC minuto 30, FC45: FC minuto 45. SPD NO: Sí utilizaron el sistema SPD durante la sesión.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Correlación entre la FC y la RPE en función de la diferencia de peso neto

Analizados los datos en función de la diferencia de peso neto de los participantes, en el grupo TS1 se observaron correlaciones significativas ($p < 0,05$) entre la FC y la RPE en el minuto 15; en el minuto 30 y 45 se observaron correlaciones significativas más fuertes ($p < 0,01$) (tabla 75). En el grupo TS2 se observaron correlaciones significativas ($p < 0,01$) entre la RPE y la FC en el minuto 15, en el 30 y en el 45, tanto cuando la FC se analizó en valores absolutos, como cuando se hizo en valores relativos (tabla 76). En el grupo TS3 se observaron correlaciones significativas ($p < 0,01$) entre la FC y la RPE en el minuto 15, 30 y 45 (tabla 77).

Tabla 75. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo TS1 (≥ 750 ml)

	RPE15 - FC15 (lpm)	RPE30 - FC30 (lpm)	RPE45 - FC45 (lpm)
Corr de Pearson	0,291*	0,390**	0,380**
Sig. (bilateral)	0,011	0,000	0,001
N	76	76	76
	RPE15 - FC15 (%FCmáx teórica)	RPE30 - FC30 (%FCmáx teórica)	RPE45 - FC45 (%FCmáx teórica)
Corr de Pearson	0,275*	0,345**	0,360**
Sig. (bilateral)	0,016	0,002	0,001
N	76	76	76

RPE15: RPE minuto 15, RPE30: RPE minuto 30, RPE45: RPE minuto 45, FC15: FC minuto 15, FC30: FC minuto 30, FC45: FC minuto 45.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tabla 76. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo TS2 ($> 750 \leq 400$ ml)

	RPE15 - FC15 (lpm)	RPE30 - FC30 (lpm)	RPE45 - FC45 (lpm)
Corr de Pearson	0,325**	0,219**	0,524**
Sig. (bilateral)	0,000	0,009	0,000
N	143	143	143
	RPE15 - FC15 (%FCmáx teórica)	RPE30 - FC30 (%FCmáx teórica)	RPE45 - FC45 (%FCmáx teórica)
Corr de Pearson	0,331**	0,226**	0,523**
Sig. (bilateral)	0,000	0,007	0,000
N	143	143	143

RPE15: RPE minuto 15, RPE30: RPE minuto 30, RPE45: RPE minuto 45, FC15: FC minuto 15, FC30: FC minuto 30, FC45: FC minuto 45.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tabla 77. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo TS3 (>400 ml)

	RPE15 - FC15 (lpm)	RPE30 - FC30 (lpm)	RPE45 - FC45 (lpm)
Corr de Pearson	0,407**	0,309**	0,420**
Sig. (bilateral)	0,000	0,005	0,000
N	81	81	81

	RPE15 - FC15 (%FCmáx teórica)	RPE30 - FC30 (%FCmáx teórica)	RPE45 - FC45 (%FCmáx teórica)
Corr de Pearson	0,370**	0,270*	0,460**
Sig. (bilateral)	0,001	0,015	0,000
N	81	81	81

RPE15: RPE minuto 15, RPE30: RPE minuto 30, RPE45: RPE minuto 45, FC15: FC minuto 15, FC30: FC minuto 30, FC45: FC minuto 45.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Correlación entre la FC y la RPE en función del incremento de la temperatura

Analizados los datos en función del incremento de temperatura durante la sesión, en el grupo $\Delta T1$ se observaron correlaciones significativas ($p < 0,01$) entre la FC y la RPE en el minuto 15, 30 y 45 (tabla 78). En el grupo $\Delta T2$ se observaron correlaciones significativas ($p < 0,05$) entre la FC y la RPE en el minuto 15 y también en el minuto 45 ($p < 0,01$), pero no en el minuto 30 ($r = 0,085$; $p = 0,314$) (tabla 79). En el grupo $\Delta T3$ se observaron correlaciones significativas ($p < 0,01$) entre la FC y la RPE en el minuto 15, 30 y 45 (tabla 80).

4. RESULTADOS

Tabla 78. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo $\Delta T1$ ($\leq 0,2^\circ\text{C}$)

	RPE15 - FC15 (lpm)	RPE30 - FC30 (lpm)	RPE45 - FC45 (lpm)
Corr de Pearson	0,315**	0,420**	0,419**
Sig. (bilateral)	0,003	0,000	0,000
N	86	86	86
	RPE15 - FC15 (%FCmáx teórica)	RPE30 - FC30 (%FCmáx teórica)	RPE45 - FC45 (%FCmáx teórica)
Corr de Pearson	0,335**	0,396**	0,398**
Sig. (bilateral)	0,002	0,000	0,000
N	86	86	86

RPE15: RPE minuto 15, RPE30: RPE minuto 30, RPE45: RPE minuto 45, FC15: FC minuto 15, FC30: FC minuto 30, FC45: FC minuto 45.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tabla 79. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo $\Delta T2$ ($> 0,2^\circ\text{C} \leq 1,5^\circ\text{C}$)

	RPE15 - FC15 (lpm)	RPE30 - FC30 (lpm)	RPE45 - FC45 (lpm)
Corr de Pearson	0,173*	0,085	0,433**
Sig. (bilateral)	0,040	0,314	0,000
N	141	141	141
	RPE15 - FC15 (%FCmáx teórica)	RPE30 - FC30 (%FCmáx teórica)	RPE45 - FC45 (%FCmáx teórica)
Corr de Pearson	0,174*	0,068	0,471**
Sig. (bilateral)	0,039	0,422	0,000
N	141	141	141

RPE15: RPE minuto 15, RPE30: RPE minuto 30, RPE45: RPE minuto 45, FC15: FC minuto 15, FC30: FC minuto 30, FC45: FC minuto 45.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tabla 80. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo $\Delta T3$ ($>1,5^\circ\text{C}$)

	RPE15 - FC15 (lpm)	RPE30 - FC30 (lpm)	RPE45 - FC45 (lpm)
Corr de Pearson	0,343**	0,356**	0,456**
Sig. (bilateral)	0,003	0,002	0,000
N	73	73	73

	RPE15 - FC15 (%FCmáx teórica)	RPE30 - FC30 (%FCmáx teórica)	RPE45 - FC45 (%FCmáx teórica)
Corr de Pearson	0,258*	0,333**	0,441**
Sig. (bilateral)	0,027	0,004	0,000
N	73	73	73

RPE15: RPE minuto 15, RPE30: RPE minuto 30, RPE45: RPE minuto 45, FC15: FC minuto 15, FC30: FC minuto 30, FC45: FC minuto 45.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Correlación entre la FC y la RPE en función del incremento de la humedad

Analizados los datos en función del incremento de humedad durante la sesión, en el grupo $\Delta H1$ se observaron correlaciones significativas ($p < 0,01$) entre la FC y la RPE en el minuto 15, 30 y 45 (tabla 81). En el grupo $\Delta H2$ también se observaron correlaciones significativas ($p \leq 0,01$) entre la FC y la RPE en el minuto 15, 30 y 45 ($p < 0,01$) (tabla 82). En el grupo $\Delta H3$ las correlaciones observadas entre la FC y la RPE fueron menos cerradas que en los grupos $\Delta H1$ y $\Delta H2$ ($p < 0,05$) en el minuto 15, 30 y 45 (tabla 83).

Tabla 81. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo $\Delta H1$ ($\leq 2\%$)

	RPE15 - FC15 (lpm)	RPE30 - FC30 (lpm)	RPE45 - FC45 (lpm)
Corr de Pearson	0,327**	0,320**	0,511**
Sig. (bilateral)	0,003	0,004	0,000
N	79	79	79
	RPE15 - FC15 (%FCmáx teórica)	RPE30 - FC30 (%FCmáx teórica)	RPE45 - FC45 (%FCmáx teórica)
Corr de Pearson	0,334**	0,298**	0,483**
Sig. (bilateral)	0,003	0,008	0,000
N	79	79	79

RPE15: RPE minuto 15, RPE30: RPE minuto 30, RPE45: RPE minuto 45, FC15: FC minuto 15, FC30: FC minuto 30, FC45: FC minuto 45.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tabla 82. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo $\Delta H2$ ($> 2 \leq 15\%$)

	RPE15 - FC15 (lpm)	RPE30 - FC30 (lpm)	RPE45 - FC45 (lpm)
Corr de Pearson	0,352**	0,264**	0,528**
Sig. (bilateral)	0,000	0,001	0,000
N	150	150	150
	RPE15 - FC15 (%FCmáx teórica)	RPE30 - FC30 (%FCmáx teórica)	RPE45 - FC45 (%FCmáx teórica)
Corr de Pearson	0,355**	0,254**	0,562**
Sig. (bilateral)	0,000	0,002	0,000
N	150	150	150

RPE15: RPE minuto 15, RPE30: RPE minuto 30, RPE45: RPE minuto 45, FC15: FC minuto 15, FC30: FC minuto 30, FC45: FC minuto 45.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tabla 83. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo $\Delta H3$ (>15%)

	RPE15 - FC15 (lpm)	RPE30 - FC30 (lpm)	RPE45 - FC45 (lpm)
Corr de Pearson	0,279*	0,260*	0,285*
Sig. (bilateral)	0,018	0,029	0,016
N	71	71	71

	RPE15 - FC15 (%FCmáx teórica)	RPE30 - FC30 (%FCmáx teórica)	RPE45 - FC45 (%FCmáx teórica)
Corr de Pearson	0,224	0,250*	0,264*
Sig. (bilateral)	0,060	0,036	0,026
N	71	71	71

RPE15: RPE minuto 15, RPE30: RPE minuto 30, RPE45: RPE minuto 45, FC15: FC minuto 15, FC30: FC minuto 30, FC45: FC minuto 45.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

5. DISCUSIÓN

5. DISCUSIÓN

El principal hallazgo de nuestra investigación fue el registro de una alta intensidad de entrenamiento en las sesiones de ciclismo indoor (FC media: $144,84 \pm 15,59$ lpm y RPE entre 5,39 y 7,14). La FC expresada en valores relativos (FC media: $80,95 \pm 8,30\%$ FCmáx teórica) se corresponde con un rango de intensidad que el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) considera “intensidad vigorosa” (66).

Otro hallazgo relevante, fue que la intensidad se mantuvo elevada durante largos periodos de tiempo; así por ejemplo, el tiempo medio que los sujetos permanecieron por encima del 70% de la FCmáx teórica fue de 37,94 minutos, y la FC media en la parte final de la sesión alcanzó el $85,95 \pm 8,72\%$ FCmáx teórica.

Otros estudios similares fueron realizados con anterioridad (1,5,7,8,16-19) aunque nuestra investigación es la que ha contado con una muestra de mayor tamaño hasta la fecha y en la que se ha registrado un mayor número de sesiones. Además, algunos de los estudios publicados previamente no se realizaron en una situación real de CI. Francis y col., 1999 (1) registraron el VO_2 y la FC durante una sesión de CI realizada individualmente por 14 sujetos, que desarrollaron la sesión mientras visualizaban un vídeo en el que un instructor les daba las indicaciones pertinentes. Por su parte, Caria y col., 2007 (5) realizaron una sesión de CI de manera individual en un laboratorio, con una muestra de 12 sujetos sanos, registrándose el VO_2 , la FC y la potencia generada. En otro estudio, Battista y col., 2008 (19) registraron el VO_2 , la FC y la RPE en dos sesiones de CI realizadas en laboratorio en la que los sujetos de manera individual visualizaban un vídeo que les indicaba las técnicas de ejercicio en cada momento.

Las condiciones de laboratorio en las que se realizaron estas investigaciones son muy diferentes a la que se dan habitualmente en una sesión de CI realizada en un gimnasio; así, el hecho de visualizar un vídeo en vez de estar dirigida por un instructor elimina la posibilidad de corrección o feedback hacia el participante; además, el comportamiento del sujeto podría estar influenciado por realizar la sesión fuera de su entorno habitual y de manera individual.

Otras investigaciones registraron sesiones de CI impartidas por un instructor y realizadas en grupo, tal y como es habitual en una sesión de CI convencional. Piacentini y col., 2009 (8) registraron el VO_2 , la FC y la potencia generada en una sesión de CI, realizada por 15 sujetos entrenados, que desarrollaron las sesiones en grupos de cinco personas, mientras eran dirigidos por un instructor. Por su parte, López-Miñarro y Muyor, 2009 (7) registraron la FC y la RPE en un grupo de 59 sujetos mientras realizaban una sesión de CI simultáneamente, y dirigidos también por un instructor.

Además, existen estudios previos con un diseño longitudinal en los que se han estudiado los beneficios de la práctica del CI a medio plazo. Así, Valle y col., 2009 (26) monitorizaron durante 12 semanas a un grupo compuesto por 20 mujeres que realizaron 3 sesiones de CI por semana durante 12 semanas. Esa misma distribución de sesiones también la encontramos en el estudio de Bianco y col., 2010 (3) que monitorizaron a un grupo de 14 mujeres.

En relación a nuestros resultados, otros autores que ya habían observado intensidades elevadas durante la práctica del CI llegaron a calificar de peligrosa la práctica a estos niveles de intensidad (5,8,19). Actualmente muchos sujetos participantes en las sesiones no utilizan pulsómetro y determinan la intensidad de entrenamiento sobre la bicicleta exclusivamente mediante la RPE. En nuestra investigación hemos estudiado la correlación entre la RPE y la FC

durante las sesiones de CI, obteniendo una relación significativa pero débil (minuto 15: $r=0,336$; $p<0,01$; minuto 30: $r=0,291$; $p<0,01$; minuto 45: $r=0,459$; $p<0,01$). Estos resultados sugieren que para controlar la intensidad del ejercicio durante las sesiones de CI, ambos métodos deberían ser utilizados simultáneamente.

En este sentido, Piacentini y col., 2009 (8) observaron que en sujetos entrenados que no utilizaron la FC para controlar la intensidad del entrenamiento durante una sesión de CI, se superó la FC objetivo determinada por el instructor en el 80% de la duración de la sesión.

Por otra parte, también las características ambientales en las que se desarrollaron las sesiones de ejercicio fueron estudiadas en nuestra investigación, ya que distintos estudios han observado que el calor y la humedad afectan sobre la respuesta de la FC (41,67-69) y de la RPE durante el ejercicio (55,70).

Nuestros resultados mostraron que la temperatura durante las sesiones registradas experimentó un incremento moderado (ΔT : $1,06 \pm 1,18^\circ\text{C}$), posiblemente debido a la utilización de sistemas de aire acondicionado en las salas. Así, la temperatura media al finalizar las sesiones fue de $23,54 \pm 2,61^\circ\text{C}$, lo que permitió una adecuada termorregulación. Distintos estudios han constatado que cuando la temperatura ambiental se mantiene en valores inferiores a los de la temperatura de la piel ($>30^\circ\text{C}$ durante el ejercicio), el organismo pierde calor principalmente por convección y radiación (71).

Por el contrario, los valores de humedad sufrieron un incremento de $9,17 \pm 6,84$ puntos porcentuales, con lo que las sesiones finalizaron con una humedad relativa media del $54,76 \pm 8,75\%$. El aumento de la humedad pudo deberse a que las salas en las que se realizaron las sesiones fueron pequeñas en relación al número de participantes, y con sistemas de renovación de aire limitados.

Hay que tener en cuenta que con el aumento de la humedad relativa, la diferencia entre la humedad de la piel y la humedad del aire disminuye, dificultando la evaporación del sudor; si a esto se añade la ausencia de corrientes de aire sobre la piel, habitual en la práctica de ejercicios en espacios interiores, la evaporación del sudor se ve dificultada (71).

En relación al flujo de aire sobre la piel y su influencia sobre la termorregulación, Mora y col., 2007 (72) realizaron un estudio con una muestra de 10 ciclistas moderadamente entrenados, que consistió en pedalear sobre cicloergómetro, a una carga constante (60% VO_2 máx), durante 60 minutos, en un ambiente caluroso y seco ($36 \pm 1^\circ\text{C}$, $29 \pm 2\%$). Los sujetos realizaron el protocolo en 4 ocasiones, (1) sin rehidratación y sin flujo de aire, (2) solamente con rehidratación (100% del líquido perdido por el sudor), (3) solamente con flujo de aire ($2,55 \text{ m}\cdot\text{sg}^{-1}$) y (4) combinando rehidratación y flujo de aire. Los resultados mostraron que cuando los sujetos realizaron el protocolo con flujo de aire, tanto la temperatura rectal, como la temperatura de la piel fue más baja al finalizar el protocolo de ejercicio, demostrando así que el flujo de aire es un determinante principal para la correcta termorregulación durante la práctica de ejercicio físico; además, los autores observaron que con la restricción del flujo de aire, la rehidratación por sí sola no fue capaz de reducir la hipertermia y los sujetos alcanzaron temperaturas corporales similares a cuando realizaban ejercicio sin rehidratarse.

Así pues, el hecho de que el CI sea una actividad estática, en la que el flujo de aire sobre la piel es muy escaso, dificulta la capacidad de evaporación durante las sesiones, lo cual disminuye la capacidad termorreguladora del sujeto, perjudicando al rendimiento aeróbico (73).

En nuestro estudio, el aumento de los niveles de humedad durante las sesiones y la ausencia de flujo de aire sobre la piel, pudieron ser los mayores

impedimentos ambientales para el correcto mantenimiento de la temperatura corporal durante las sesiones registradas. Sin embargo, a pesar de las adversas condiciones ambientales comentadas con anterioridad, no se observaron signos de deshidratación por parte de los sujetos, que alcanzaron una tasa de sudoración media de $576,07 \pm 280,61$ ml, valor moderado o bajo en comparación a otras disciplinas deportivas (74).

5.1. Hidratación y tasa de sudoración

El posicionamiento más reciente publicado por el ACSM (74) en relación a la reposición hídrica y el ejercicio, considera que el nivel de deshidratación de un sujeto es grave cuando la pérdida de peso por déficit de agua es mayor del 2% del peso corporal. En nuestra investigación, los sujetos experimentaron una pérdida de peso media de $211,55 \pm 329,72$ gr, correspondiente a un descenso inferior al 0,5% del peso corporal, lo que indica un grado de deshidratación moderado.

Como dato de comparación, González-Alonso y col., 1995 (75) observaron pérdidas de un 4,9% del peso corporal en ciclistas que pedalearon durante 120 minutos al 62% VO_2 máx en un ambiente caluroso (35°C). Los datos de nuestra investigación vienen determinados por la menor duración de las sesiones registradas, así como por el hecho de que los sujetos que formaron parte de la muestra del estudio de González Alonso y col., 1995 (75) eran ciclistas muy entrenados, lo cual pudo determinar una mayor tasa de sudoración (71,76); además, la temperatura ambiente en las que se desarrollaron nuestras sesiones de entrenamiento fue más baja (temperatura media al finalizar la sesión: $23,54 \pm 2,61^\circ\text{C}$).

La ingesta de líquido durante las sesiones de CI en nuestra muestra fue de $366,24 \pm 216,08$ ml, lo que equivale a una ingesta voluntaria de $477,70$ ml·h⁻¹. Estos valores son similares a los observados en otras disciplinas deportivas como el voleibol, fútbol o carrera, y superior a la natación o el waterpolo. Baloncesto, fútbol americano o tenis mostraron ingestas superiores (74). Hazelhust y Claasen, 2006 (4) observaron una ingesta media de líquido durante una sesión de CI mayor a la registrada en nuestra investigación (hombres, 800 ml·h⁻¹ vs mujeres, 840 ml·h⁻¹), al igual que en nuestro estudio, la ingesta de líquido fue *ad libitum*, aunque desconocemos las características ambientales del entorno en el que se desarrolló la sesión.

Montain y Coyle, 1992 (68) clasificaron la ingesta de líquido durante el ejercicio en función al líquido perdido a través del sudor; de este modo, consideraron que una ingesta equivalente al 20% del líquido perdido a través del sudor durante el ejercicio se considera baja, una ingesta del 48% se considera moderada, y una ingesta del 81% se considera alta. Los sujetos de nuestra muestra realizaron una ingesta equivalente aproximadamente al 64% de los líquidos perdidos a través del sudor, por lo que podría considerarse una ingesta de líquido entre moderada y alta. Según Montain y Coyle, 1992 (68), una ingesta que represente al menos el 81% de los líquidos perdidos mediante el sudor sería la más adecuada para contrarrestar el aumento de la temperatura corporal.

La tasa de sudoración media estimada en las sesiones registradas en nuestra investigación fue de $576,07 \pm 280,61$ ml, lo que equivale a $751,30$ ml·h⁻¹; estos valores son similares a la tasa de sudoración registrada en voleibol o en la parte de ciclismo del triatlón ironman, superior al waterpolo o la natación, e inferior a los registros obtenidos en otras disciplinas deportivas como la media maratón, tenis, baloncesto, squash, fútbol o fútbol americano (74). En este

sentido, Cheuvront y Haymes, 2001 (77), en un estudio en el cual se revisaron más de 30 investigaciones sobre la tasa de sudoración en el maratón, observaron que la tasa de sudoración media de los estudios revisados fue de $1200 \text{ ml}\cdot\text{h}^{-1}$. Según estos datos, la tasa de sudoración registrada en las sesiones de CI de nuestro estudio, ocupa un puesto medio-bajo en comparación a otras disciplinas deportivas.

Otro elemento a considerar, es que los sujetos sometidos a mayores niveles de humedad, tienen menor capacidad de evaporación del sudor, y su ropa queda más empapada al finalizar el entrenamiento, lo cual implica una menor diferencia de peso entre antes y después. Este fenómeno ya fue descrito por Cheuvront y Haymes, 2001 (77), quienes establecieron un error aproximado del 10% en las investigaciones que utilizaron esta metodología, que normalmente subestima la tasa de sudoración real del deportista. Montain y Coyle, 1992 (68), también consideran que este aspecto debe ser contemplado a la hora de comparar la tasa de sudoración obtenida en su estudio con la de otras investigaciones. Con el fin de tener una referencia aproximada del incremento de peso de la ropa de los sujetos de nuestro estudio tras la realización de una sesión de entrenamiento, procedimos al pesaje de 50 vestimentas diferentes antes y después de las sesiones de CI. El resultado fue un incremento medio del peso de $233 \pm 97 \text{ gr}$. Estos resultados indican que, la metodología de la diferencia de peso, utilizada en nuestra investigación, provocó que se subestimaran los valores de tasa de sudoración, especialmente en los sujetos que permanecieron en un ambiente más húmedo, y que por lo tanto tuvieron menor capacidad de evaporación, constituyendo una limitación metodológica de nuestra investigación.

Sexo

En nuestro estudio no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en la ingesta de líquido en función del sexo ($364,53 \pm 216,55$ ml en los hombres vs $375,98 \pm 226,22$ ml en las mujeres), sin embargo la tasa de sudoración estimada fue significativamente mayor ($p < 0,01$) para los hombres que para las mujeres ($663,79 \pm 285,99$ ml vs $437,11 \pm 206,92$ ml). El grado de rehidratación para los hombres fue equivalente al $54 \pm 14\%$ de los líquidos perdidos durante la sesión, indicando una rehidratación moderada (68); en el caso de las mujeres la rehidratación supuso el $86 \pm 12\%$ de la pérdida de líquido estimada, indicando una rehidratación elevada (68).

Chevront y Haymes, 2001 (77), en un estudio de revisión sobre la diferencia en la termorregulación en función del sexo, concluyeron que las mujeres requieren una ingesta de líquido menor que los hombres para mantener constante su temperatura corporal, aunque este estudio se centró en atletas de maratón, cuya duración es bastante mayor que la de las sesiones de CI.

En relación a nuestra disciplina, similares resultados a los nuestros fueron obtenidos por Hazelhurst y col., 2006 (4), observando diferencias significativas entre sexos en la tasa de sudoración estimada (1120 ± 45 ml·h⁻¹ en los hombres vs 570 ± 26 ml·h⁻¹ en las mujeres), pero no en la ingesta de líquido (1200 ± 30 ml en los hombres vs 1260 ± 62 ml en las mujeres) durante una sesión de CI de 90 minutos de duración. La tasa de sudoración observada en nuestra investigación equivale a $865,68$ ml·h⁻¹ para los hombres y a $570,14$ ml·h⁻¹ para las mujeres, siendo este resultado sensiblemente inferior al obtenido por Hazelhurst y col., 2006 (4) en el caso de los hombres y similar en las mujeres.

El hecho de que los hombres no bebieran más que las mujeres, a pesar de perder más líquido, se debe a que la sensación de sed solamente aparece

cuando los sujetos están muy deshidratados (pérdida de peso superior al 2% del peso corporal) (76,68), cosa que no ocurrió en nuestras sesiones.

Según Hazelhurst y col., 2006 (4) la menor tasa de sudoración observada en el sexo femenino durante el ejercicio podría deberse a que las mujeres tienen más superficie corporal en relación a la masa corporal, y esto favorece que pierdan más calor por convección y radiación; además el hecho de que las mujeres tengan normalmente una menor masa corporal hace que generen menos calor durante la práctica de ejercicio físico (77). Por otra parte, la menor capacidad para aumentar la tasa de sudoración de las mujeres también viene determinada por el hecho de que las glándulas sudoríparas de la mujer producen menos sudor que las de los hombres (42,77).

Aplicando la fórmula de Dubois y Dubois, 1916 (78) para la estimación de la superficie corporal, los hombres que formaron nuestra muestra tuvieron una superficie corporal de $1,98 \pm 0,4 \text{ m}^2$, teniendo en cuenta que la masa corporal media en los hombres fue $82 \pm 12 \text{ kg}$, el ratio superficie corporal-masa corporal fue de $241,46 \pm 35 \text{ cm}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$, aplicando la misma metodología con las mujeres obtenemos una superficie corporal media significativamente menor ($p < 0,05$) que la de los hombres ($1,66 \pm 0,2 \text{ m}^2$) y una ratio superficie corporal-masa corporal significativamente mayor ($p < 0,05$), con un valor de $272,13 \pm 47 \text{ cm}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$. Estos resultados son similares a los obtenidos por Hazelhurst y col., 2006 (4), quienes observaron unas ratios de $248 \text{ cm}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$ en los hombres y $279 \text{ cm}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$ en las mujeres. El tener una ratio superficie corporal-masa corporal elevado supone una ventaja en la termorregulación (71).

Edad

No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en la ingesta de líquido durante las sesiones de CI en función de la edad. El grado de rehidratación fue

equivalente al $65 \pm 9\%$ de la pérdida de líquido estimada durante la sesión para el grupo Edad1, un $60 \pm 7\%$ para el grupo Edad2 y un $67 \pm 9\%$ para el grupo Edad3, por lo que podemos afirmar que la rehidratación durante las sesiones de CI fue entre moderada y alta en los tres grupos (68).

Los sujetos pertenecientes al grupo Edad2 experimentaron una mayor ($p < 0,05$) tasa de sudoración que los sujetos más jóvenes y los más mayores (Edad1: $555,01 \pm 281,24$ ml; Edad2: $629,89 \pm 308,46$ ml; Edad3: $514,33 \pm 218,62$ ml). Dado que las condiciones de temperatura y humedad en las que realizaron las sesiones no fueron diferentes a las de los otros grupos, y que los sujetos pertenecientes al grupo Edad2 tampoco bebieron más líquido durante la sesión, ni realizaron la misma a una mayor intensidad que los sujetos de los grupos Edad1 y Edad3, esta diferencia podría deberse a que los sujetos que forman este grupo tuvieran una condición física mayor que los otros dos grupos, ya que los sujetos más adaptados poseen una mayor capacidad para aumentar la tasa de sudoración (71,76,79,80).

El grupo Edad3 presentó una tasa de sudoración similar ($p > 0,05$) al grupo Edad1. En este sentido, Buono y col., 1991 (81) observaron que a pesar de que lo habitual es apreciar un descenso de la tasa de sudoración asociado a la edad en sujetos sedentarios, en sujetos entrenados en resistencia aeróbica la tasa de sudoración parece mantenerse estable independientemente de la edad. En este sentido, Buono y col., 1991 (81) observaron en un grupo de sujetos mayores entrenados una tasa de sudoración más alta que en un grupo de jóvenes sedentarios durante la práctica de actividad física.

En la línea opuesta, Inbar y col., 2004 (82) observaron niveles de sudoración menores (626 ± 34 ml·h⁻¹) en sujetos de edad avanzada (71 ± 1 años) físicamente activos, en comparación a sujetos de mediana edad (837 ± 57 ml·h⁻¹) que realizaron un protocolo en cicloergómetro que consistió

en 3 series de 20 minutos al 50% $VO_{2m\acute{a}x}$ con recuperaciones de 7 minutos entre series. Esta reducción en la tasa de sudoración podría estar relacionada con la menor perfusión a la piel y la menor capacidad de evaporación observada en los mayores. No obstante la avanzada edad de la muestra del estudio de Inbar y col., 2004 (82) hace que no sea comparable a la muestra de nuestra investigación.

Experiencia

La ingesta de líquido durante la sesión no presentó diferencias significativas entre los tres grupos en función de la experiencia. El grado de rehidratación fue equivalente al $74 \pm 17\%$ de la pérdida de líquido estimada a través del sudor en el grupo Exp1, del $66 \pm 14\%$ en el grupo Exp2, y del $49 \pm 6\%$ en el grupo Exp3. Según estos datos, y teniendo en cuenta las recomendaciones de Montain y Coyle, 1992 (68), los grupos Exp1 y Exp2 realizaron una rehidratación media entre moderada y alta, pero el grupo Exp3 realizó una ingesta entre baja y moderada.

Montain y Coyle, 1992 (68) observaron que los sujetos que realizaban una ingesta más baja de líquido en relación al líquido perdido por el sudor (20%) no alcanzaban una tasa de sudoración diferente a los que ingerían una mayor cantidad de líquido (80%) en relación a la pérdida de líquido a través del sudor; sin embargo en nuestra investigación, observamos que el grupo con mayor experiencia de práctica (Exp3), que fue el que mostró una menor ingesta en función del líquido perdido a través del sudor, alcanzó una tasa de sudoración mayor ($p < 0,001$) que los otros dos grupos (Exp1 y Exp2). No obstante, esto puede estar relacionado con que los sujetos más aclimatados muestran una mayor tasa de sudoración (71,80,83). Igualmente es lógico pensar que los sujetos que llevan más tiempo practicando CI tengan un nivel de fitness

cardiovascular más alto, lo cual también se relaciona con una tasa de sudoración más elevada con respecto a los sujetos menos entrenados (71,80). Así pues, los resultados mostraron que el grupo con más experiencia (Exp3) alcanzó una mayor tasa de sudoración, probablemente este hecho esté relacionado con que estaban más aclimatados y tenían un mayor nivel de condición física que los grupos Exp1 y Exp2.

Pulsómetro

La ingesta de líquido durante la sesión no presentó diferencias significativas entre los dos grupos en función de la utilización del pulsómetro, mientras que el grado de rehidratación fue equivalente al $56 \pm 9\%$ de los líquidos perdidos mediante la sudoración durante la sesión en el grupo Pulsómetro SI y al $72 \pm 12\%$ en el grupo Pulsómetro NO. Este grado de rehidratación se considera moderado para el grupo Pulsómetro SI y moderado-alto para el grupo Pulsómetro NO, ateniéndonos a la recomendación de Montain y Coyle, 1992 (68).

Las diferencias observadas ($p < 0,01$) en la tasa de sudoración estimada entre el grupo Pulsómetro SI ($662,04 \pm 288,27$ ml) y el grupo Pulsómetro NO ($494,68 \pm 247,86$ ml), podrían estar relacionadas con que los sujetos del grupo Pulsómetro SI eran sujetos con más experiencia ($p > 0,01$) en la práctica de CI que el grupo Pulsómetro NO ($4,32 \pm 3,42$ años vs $2,90 \pm 3,06$ años), y asumiendo que este hecho puede estar relacionado con la capacidad de resistencia aeróbica, los sujetos más entrenados tienen una mayor pérdida de líquidos por el sudor (68,76,80).

Además, la mayor tasa de sudoración observada en el grupo Pulsómetro SI, podría estar relacionada con que este grupo entrenó a una mayor intensidad, ya que el grupo Pulsómetro SI alcanzó una mayor ($p < 0,05$) FC media entre el

minuto 30 y el último pico de intensidad de la sesión (FC_{media3} para Pulsómetro SI: $155,9 \pm 14,92$ lpm vs $151,70 \pm 18,01$ lpm para Pulsómetro NO), permaneció menos tiempo ($p < 0,05$) por debajo del 70% FC_{máx} teórica durante las sesiones (TZ1 para Pulsómetro SI: $7,04 \pm 7,75$ min vs $9,87 \pm 11,35$ min para Pulsómetro NO) y más ($p < 0,05$) entre el 70-90% FC_{máx} teórica (TZ2 para Pulsómetro SI: $28,22 \pm 10,89$ min vs $25,68 \pm 11,36$ min para Pulsómetro NO) y alcanzó un valor mayor ($p < 0,05$) de RPE en el minuto 30 (RPE30 para Pulsómetro SI: $7,30 \pm 1,31$ vs $6,99 \pm 1,35$ para Pulsómetro NO).

A mayor intensidad de entrenamiento, mayor temperatura corporal (77,84), y por tanto de la tasa de sudoración (71), lo que podría justificar que el grupo Pulsómetro SI alcanzara una mayor tasa de sudoración que el grupo Pulsómetro NO.

Pedal SPD

La ingesta de líquido durante la sesión presentó diferencias significativas entre el grupo SPD SÍ y el grupo SPD NO ($383,90 \pm 218,09$ ml vs $327,22 \pm 207,44$ ml respectivamente, $p < 0,05$). El grado de rehidratación fue equivalente al $62 \pm 10\%$ de los líquidos perdidos mediante la sudoración durante la sesión en el grupo SPD SI, y al $67 \pm 8\%$ en el grupo SPD NO. Este nivel de rehidratación es considerado moderado-alto para ambos grupos, según la recomendación de Montain y Coyle, 1992 (68).

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,01$) entre ambos grupos en la tasa de sudoración (SPD SI, $618 \pm 271,25$ ml vs SPD NO, $327,22 \pm 207,44$). Estas diferencias podrían estar influenciadas por que el grupo SPD SI tenía más experiencia ($p < 0,01$) en la práctica de CI que el grupo SPD NO ($4,24 \pm 3,39$ años vs $2,14 \pm 2,63$ años), y como ya se ha mencionado con anterioridad los sujetos

más entrenados y aclimatados alcanzan una mayor tasa de sudoración durante el ejercicio (71,76,80).

Otro aspecto que puede haber influido en el hecho de que el grupo SPD SI alcance mayor tasa de sudoración radica en que este grupo realizó las sesiones de entrenamiento a mayor intensidad, alcanzando una mayor FC media en valores relativos ($81,70 \pm 8,16\%$ FCmáx teórica para el grupo SPD SI vs $79,24 \pm 8,41\%$ FCmáx teórica), una mayor FC media entre el minuto 15 y el 30 (FCmedia2 para el grupo SPD SI: $150,09 \pm 15,33$ lpm vs $146,01 \pm 16,70$ lpm para el grupo SPD NO), una mayor FC media en valores relativos entre el minuto 30 y el último pico de intensidad de la sesión (FCmedia3 para el grupo SPD SI: $86,75 \pm 8,53\%$ FCmáx teórica vs $84,11 \pm 8,88\%$ FCmáx teórica para el grupo SPD NO), permaneció más tiempo entre el 90-100% FCmáx teórica (TZ3 para el grupo SPD SI: $10,27 \pm 9,49$ min vs $7,31 \pm 9,44$ min para el grupo SPD NO) y también por encima del 100% FCmáx teórica (TZ4 para el grupo SPD SI: $2,08 \pm 5,74$ min vs $0,64 \pm 3,42$ min). La relación existente entre intensidad del ejercicio y temperatura corporal podría explicar la mayor tasa de sudoración observada en el grupo SPD SI (71,77,84).

ΔT

No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) ni en la ingesta de líquido durante la sesión, ni tampoco en la tasa de sudoración entre los tres grupos en función del ΔT . El grupo $\Delta T1$ mostró un grado de rehidratación equivalente al $68 \pm 8\%$ de los líquidos perdidos por el sudor, el grupo $\Delta T2$ tuvo una rehidratación equivalente al $60 \pm 9\%$, y el grupo $\Delta T3$ al $65 \pm 6\%$. Estos niveles de rehidratación se consideran moderados (68).

Investigaciones previas, sí observaron una relación entre el incremento de temperatura y la tasa de sudoración (40,74). Así, Green y col., 2007 (40)

observaron una tasa de sudoración de $1382 \pm 325 \text{ ml}\cdot\text{h}^{-1}$ en sujetos que realizaron un protocolo en cicloergómetro de 60 minutos de duración al 90% del umbral ventilatorio a una temperatura ambiental de 30°C . Sin embargo, la tasa de sudoración fue de $611 \pm 311 \text{ ml}\cdot\text{h}^{-1}$ cuando el mismo protocolo se realizó a una temperatura de 18°C . La diferencia de temperatura entre ambos protocolos de este estudio fue de 12°C , mientras que en nuestros registros el mayor ΔT registrado fue de $3,9^\circ\text{C}$. Por tanto la escasa diferencia de temperatura en nuestra investigación podría ser insuficiente para generar diferencias en la tasa de sudoración registrada entre los tres grupos en función del ΔT .

La temperatura ambiental se relaciona con un incremento de la temperatura de la piel, mientras que la intensidad del ejercicio se relaciona con un incremento de la temperatura del núcleo del cuerpo (85). Cuando la temperatura ambiental aumenta, aumentando a su vez la temperatura de la piel, se produce un aumento del flujo sanguíneo hacia la piel, se reduce el volumen sistólico y se aumenta la FC, lo cual supone una dificultad para el correcto funcionamiento del sistema cardiovascular y un consecuente descenso del rendimiento (85). La diferencia de temperatura entre la piel y el ambiente es determinante en el funcionamiento del sistema de termorregulación. A bajas temperaturas ambientales, la convección y la radiación son los principales sistemas de pérdida de calor del organismo (Gradiente positivo entre temperatura ambiental y temperatura de la piel) y la sudoración es un componente menor (86,87). En ambientes con altas temperaturas, el gradiente entre la temperatura ambiental y la temperatura de la piel se reduce, y la evaporación pasa a ser el sistema principal por el que el organismo pierde calor (88).

En nuestra investigación no dispusimos de datos sobre la temperatura de la piel, ni tampoco sobre la temperatura del núcleo del cuerpo (esofágica o rectal), pero sí tuvimos datos sobre la temperatura ambiental a la que finalizaron las sesiones de CI ($23,61 \pm 2,61^{\circ}\text{C}$). Teniendo en cuenta que Sawka y col., 2012 (85) consideran baja temperatura de la piel aquella que es inferior a 30°C , moderada entre 30 y $34,9^{\circ}\text{C}$, y alta cuando es igual o superior a 35°C , y que durante la práctica de ejercicio físico la temperatura de la piel suele ser superior a 30°C , podemos pensar que el gradiente entre la temperatura ambiental y la temperatura de la piel en nuestras sesiones fue positivo, por lo que los sistemas de convección y radiación pudieron colaborar activamente en la pérdida de calor durante las sesiones. Esta podría ser la causa por la que no se observan diferencias significativas en la tasa de sudoración en función del ΔT .

ΔH

Se observó una ingesta de líquido más elevada ($p < 0,05$) en el grupo $\Delta H1$, con un menor ΔH ($\Delta H1$: $422,41 \pm 211,94$ ml; $\Delta H2$: $341,47 \pm 205,97$ ml; $\Delta H3$: $362,39 \pm 233,13$ ml). El grupo $\Delta H1$ tuvo un grado de rehidratación equivalente al $66 \pm 6\%$ de los líquidos perdidos a través del sudor, mientras que $\Delta H2$ rehidrató un $65 \pm 4\%$ y $\Delta H3$ un $57 \pm 7\%$. Estos niveles de rehidratación son considerados moderados (68).

Llama la atención la ausencia de diferencias en la tasa de sudoración entre los grupos $\Delta H1$ y $\Delta H3$. Esto puede deberse a que el grupo $\Delta H1$ (sometido a un menor ΔH ambiental) tuvo menos dificultad para perder calor mediante la evaporación del sudor producido, por lo que su piel permaneció más seca; sin embargo el grupo $\Delta H3$ (sometido al mayor ΔH) tuvo más dificultades para perder calor mediante la evaporación del sudor, por lo que su piel permaneció

más húmeda empapando la ropa. La vestimenta empapada por el sudor no evaporado pudo incrementar el peso final de los sujetos del grupo $\Delta H3$, subestimando la tasa de sudoración. Esta situación, que supone una limitación en nuestro estudio, ya fue descrita por otros autores previamente (68,77). Cheuvront y Haymes, 2001 (77) estimaron que el error podría ser de hasta un 10%.

5.2. Intensidad del entrenamiento en el CI.

FC media

La FC media obtenida en nuestro estudio fue de $144,84 \pm 15,59$ lpm, lo que supuso un $80,95 \pm 8,30\%$ FCmáx estimada. Esta intensidad de ejercicio es considerada *intensidad vigorosa* según el ACSM (66). La FC media de nuestra investigación es inferior a la reflejada en estudios realizados con anterioridad en CI (8,17,18). Así, Crumpton y col., 1999 (17) observaron una FC media de 153,5 lpm durante una sesión de CI realizada por 10 sujetos con una edad media de 34 años. La edad de la muestra (ligeramente superior en nuestro grupo) y la duración de las sesiones de entrenamiento (mayor en nuestra investigación) pueden justificar la diferencia obtenida en la FC media entre los dos estudios, ya que la edad y la FC se correlacionan inversamente (34), al igual que el tiempo de duración del ejercicio y la intensidad.

Por su parte Scharff-Olson y col., 1999 (18) observaron una FC media de 165 lpm en un grupo compuesto por 15 sujetos adultos que realizaron una sesión de CI con una duración de 30 minutos. La corta duración de la sesión de entrenamiento pudo ser la causa de la diferencia en la FC media con respecto a nuestras sesiones, porque cuanto menor es la duración del ejercicio, más intensamente podrá ser realizado. Además, tanto la investigación de Scharff-

Olson y col., 1999 (18), como la de Crumpton y col., 1999 (17) se desarrollaron individualmente y mediante la visualización de un vídeo de CI, lo cual pudo influir en un aumento de la intensidad del ejercicio, tal y como observaron Robergs y col., 1998 (58) quienes registraron una FC media más alta en los sujetos que realizaron un entrenamiento de ciclismo mientras visualizaban un vídeo, con respecto a los que completaron el mismo entrenamiento sin visualizar imágenes.

Por su parte, Picientini y col., 2009 (8) cuantificaron la intensidad de entrenamiento en una sesión de CI real, dirigida por un instructor y realizada en grupo, la muestra estuvo compuesta por 15 sujetos con experiencia en la práctica de CI y bien entrenados. La FC media registrada fue más elevada que la observada en nuestra investigación (86% FC_{máx}). En este estudio, los sujetos fueron aleccionados previamente sobre el % FC_{máx} al que debían permanecer en cada período del entrenamiento, pero durante la sesión no recibieron feedback del valor de su FC. Los autores atribuyeron a la falta de feedback sobre la FC durante el entrenamiento la elevada FC media obtenida. En nuestra investigación los sujetos tampoco tuvieron información sobre la FC, siendo la FC media notablemente más baja. Otro aspecto que pudo influir en la elevada FC media en el estudio de Picientini y col., 2009 (8) fue el hecho de que los sujetos no pudieran ingerir líquido durante la sesión, debido a que llevaban un sistema para valorar gases respiratorios. La restricción de ingesta de líquidos durante el ejercicio pudo aumentar la respuesta de la FC por el denominado *Cardiac Drift* (41), siendo este quizás el motivo de la gran diferencia existente en la FC media observada entre nuestra investigación y la de Piacentini y col., 2009 (8), ya que en nuestro estudio los sujetos tuvieron una ingesta media de $366,24 \pm 216,08$ ml.

En otro estudio similar al nuestro, Rixon y col., 2006 (22) observaron una FC media en valores absolutos ligeramente superior ($147,5 \pm 14,4$ lpm), pero en valores relativos fue sensiblemente inferior ($74,3 \pm 6,7\%$ FCmáx). La diferencia pudo deberse a que la edad media de la muestra en el estudio de Rixon y col., 2006 (22) ($26,5 \pm 7,9$ años) fue más baja que la de nuestra investigación ($41,06 \pm 8,05$ años).

También han sido publicadas investigaciones en las que la FC media fue inferior a la obtenida por nuestro estudio durante la práctica del CI. Así, Kang y col., 2005 (6) observaron una FC media de 127 ± 2 lpm durante una sesión de CI de intensidad continua y de 130 ± 2 lpm durante una sesión de intensidad variable. Además la edad media de la muestra seleccionada por Kang y col., 2005 (6) fue menor (23 ± 5 años) que la de nuestros sujetos ($41,06 \pm 8,05$ años) por lo que esta diferencia de FC media puede considerarse aun más importante.

En la investigación de Kang y col., 2005 (6) se controló la intensidad de entrenamiento dentro de unos límites previamente establecidos, mediante el feedback al sujeto sobre la intensidad en cada momento de la sesión, así como mediante una información gráfica permanente de la distribución de las cargas a través de una pizarra. Esta metodología pudo ser una ayuda para mantener la intensidad en los rangos adecuados y previamente establecidos por el instructor. El hecho de que en las sesiones registradas en nuestra investigación no se utilizaran estos métodos para informar sobre la carga de entrenamiento objetivo en cada momento puede ser la causa de que la FC media en nuestras sesiones fuera más elevada que en las sesiones registradas por Kang y col., 2005 (6).

En otro estudio, Caria y col., 2007 (5) también cuantificaron la FC media en una sesión de CI. Para ello contaron con una muestra de 12 hombres y 12 mujeres,

todos ellos instructores de CI. Los autores observaron una FC media ligeramente inferior a la obtenida en nuestro estudio. Los hombres alcanzaron una FC media de 136 ± 13 lpm (72,2% FCmáx), con una edad media de $30 \pm 4,8$ años, mientras que las mujeres obtuvieron una FC media de 143 ± 25 lpm (81,7% FCmáx), con una edad media de $34 \pm 6,3$ años, siendo estos últimos datos similares a nuestros resultados en el sexo femenino ($146,54 \pm 15,83$ lpm y $81,3 \pm 7,97\%$ FCmáx teórica). La sesión en el estudio de Caria y col., 2007 (5) se diseñó compilando diferentes canciones que eran escuchadas a través de auriculares, realizando distintas técnicas de pedaleo. La menor FC media en este estudio pudo deberse a varios motivos, (1) en primer lugar los sujetos que formaron parte de la muestra fueron instructores, por lo que seguramente tenían mejor condición física y dominio técnico que los sujetos de nuestra investigación, lo que podría relacionarse con una mayor eficiencia que les llevara a alcanzar unos valores más bajos de FC para una misma intensidad de trabajo; (2) durante la investigación de Caria y col., 2007 (5) se aplicó un flujo constante de aire sobre los sujetos para evitar que la FC aumentara debido al *Cardiac Drift*; de esta manera, el incremento de la FC pudo ser minimizado; y (3), el hecho de que la música fuera escuchada mediante unos auriculares y la sesión fuera desarrollada en un laboratorio de manera individual, pudo afectar negativamente a la motivación de los sujetos provocando que se esforzaran menos, en comparación al desarrollo de las sesiones en grupo, dirigidas por un instructor y con un volumen acústico elevado que se dio en las sesiones registradas en nuestra investigación.

López-Miñarro y Muyor, 2009 (7) también cuantificaron la FC media durante una sesión de CI, observando unos valores inferiores a los de nuestra investigación (112 ± 12 lpm). La diferencia se debe a que en el registro de FC de ese estudio se incluyó la recuperación de la FC durante los estiramientos

propios del final de la sesión, lo que condicionó un considerable descenso de la FC media. Así, los autores observaron una FC media de 159 ± 12 lpm cuando registraron de manera exclusiva la FC durante la parte principal de la sesión, siendo esta intensidad ligeramente superior a la de nuestra investigación, si los valores se expresan en valores absolutos, entre el minuto 30 y el último pico de FC (FCmedia3) ($153,79 \pm 16,66$ lpm). La FC media en valores relativos observada por López-Miñarro y Muyor, 2009 (7) fue de 84,5% FCmáx teórica, lo que supone un valor similar al obtenido en nuestra investigación. Este dato es de suma importancia, pues se trata de las únicas investigaciones hasta la fecha en las que se ha registrado la FC media en la parte principal de una sesión de CI real, realizada en un gimnasio, en grupos de más de 10 sujetos que pedalearon juntos, al ritmo de la música y dirigidos por un instructor.

FC media en cada parte de la sesión

La FC media en los diferentes periodos de nuestra investigación fue aumentando progresivamente (FCmedia1: $135,37 \pm 16,50$ lpm; FCmedia2: $148,84 \pm 15,85$ lpm; FCmedia3: $153,79 \pm 16,66$), siendo la estructura típica de una sesión de CI, en la que normalmente la intensidad va aumentando. La diferencia en la FC media observada entre los periodos 2 y 3, también pudo deberse al *Cardiac Drift*. Algunos autores ya mencionaron la influencia que este fenómeno puede tener sobre la FC durante la práctica del CI (5,8), especialmente cuando la actividad se realiza sin un flujo de aire sobre la piel (72). En este sentido, Coyle y González-Alonso, 2001 (41) observaron un incremento de la FC a partir del minuto 10-15 desde el inicio de un ejercicio de carga constante (50-75% VO_2 máx). Este fenómeno se ve acentuado además cuando la temperatura corporal del sujeto aumenta, así como en situaciones de deshidratación (41), factores que en nuestra investigación no parecen tener

especial relevancia. Por tanto, el incremento de la FC durante las sesiones de CI en nuestra investigación, debe justificarse en parte por el *Cardiac Drift*, y en parte por el incremento progresivo de las cargas de trabajo a lo largo de la sesión de entrenamiento.

En otra investigación, López-Miñarro y Muyor, 2009 (7) midieron la intensidad del entrenamiento en la parte principal de una sesión de CI, eliminando el tiempo dedicado al calentamiento y a la vuelta a la calma, obteniendo un resultado del $71,1 \pm 13,7\%$ FCR. Según las tablas para el control de la intensidad durante las sesiones de CI publicadas por Barbado y Barranco, 2007 (9), el $71,1\%$ FCR hallado por López-Miñarro y Muyor, 2009 (7) equivaldría aproximadamente al 80% FCmáx, por lo que los resultados de estos autores son bastante similares a los nuestros.

Por su parte, Francis y col., 1999 (1) observaron una FC media de $87,2 \pm 4,5\%$ FCmáx durante la parte principal de la sesión. Los elevados valores observados en este estudio pudieron estar determinados por dos factores; en primer lugar por el hecho de que los sujetos no realizaron una sesión de CI dirigida por un instructor, sino visualizando un vídeo, lo cual puede relacionarse con el aumento de la intensidad del entrenamiento, tal y como observaron Robergs y col., 1998 (58). En segundo lugar, la investigación se realizó en el año 1999, y en esta época se utilizaban técnicas de pedaleo muy agresivas con el objetivo de aumentar la intensidad, basadas fundamentalmente en el uso de cadencias muy rápidas, superiores a 150 rpm. En la actualidad estas técnicas de pedaleo no son recomendadas por las principales escuelas de formación de instructores de CI (2,9,15,89). Tampoco en las sesiones de CI registradas en nuestra investigación se utilizaron esas técnicas, por lo que puede ser una de las razones por las que se alcanzara una FC media en la parte principal de la sesión inferior a la observada por Francis y col., 1999 (1).

FCmáx durante la sesión

La FCmáx alcanzada durante las sesiones registradas fue de $170,13 \pm 14,6$ lpm y la media de FCmáx teórica fue de $178,94 \pm 8,05$. La FCmáx alcanzada durante las sesiones registradas fue significativamente inferior ($p < 0,01$) que la FCmáx teórica. Un total de 75 sujetos (25% de la muestra) superaron la FCmáx teórica durante la sesión.

Caria y col., 2007 (5) obtuvieron resultados muy similares a los nuestros (169 ± 22 lpm para los hombres y 171 ± 16 lpm para las mujeres), mientras que Francis y col., 1999 (1) observaron una media en la FCmáx bastante más elevada ($192,7$ lpm). La menor edad media de los sujetos en esta investigación (30,5 años) puede justificar la diferencia.

El hecho de que un 25% de la muestra de nuestra investigación superara la FCmáx estimada durante el desarrollo de las sesiones de CI refuerza los argumentos de Robergs y Landwehr, 2002 (35), que defienden que no existe en la actualidad ningún método aceptable para estimar la FCmáx, aunque son muchos los estudios que utilizan esta metodología para calcular la intensidad relativa de entrenamiento en función del %FC o %FCR, considerándose por tanto un método aceptado por la comunidad científica (66).

En este sentido, la fórmula de Tanaka (34) podría resultar la más adecuada para estimar la FCmáx teórica, aunque según los mismos autores, la fórmula de Fox, 1971 (33) obtiene similares resultados en la estimación de la FCmáx teórica en sujetos de 40 años de edad. Ya que la edad media de nuestra muestra fue de $41 \pm 8,05$ años no parece que la diferencia pudiera afectar a los resultados.

La estimación de la FCmáx en nuestra investigación puede considerarse una limitación del estudio, pudiendo haber subestimado los valores relativos de FC media. No obstante otras investigaciones previamente realizadas en el ámbito

del CI ya habían utilizado similares metodologías (7,22), siendo además la más común en los centros de fitness debido a la complejidad que conlleva la realización de un test de esfuerzo máximo. Por otra parte, la realización de una prueba de esfuerzo máxima tampoco garantiza la obtención de la FC_{máx} real del sujeto, ya que en estos test no siempre se alcanza la intensidad máxima. Así por ejemplo, Battista y col., 2008 (19) observaron en 10 de los 40 casos registrados un valor de VO₂_{máx} más elevado durante la sesión de CI que durante el test de esfuerzo máximo realizado previamente.

Tiempo en cada zona de entrenamiento

La zona de entrenamiento en la cual los sujetos permanecieron más tiempo fue T22 (70-90% FC_{máx} teórica) (26,92 ± 11,19 min) y el tiempo durante el cual la intensidad permaneció en zonas de intensidad elevada (T22, T23 y T24) fue 37,94 min de media. El tiempo en zona de intensidad suave (T21) fue solo 8,49 ± 9,85 min. Estos datos confirman que durante las sesiones de CI los sujetos permanecieron durante la mayoría del tiempo en zonas de intensidad elevada. Investigaciones previas ya valoraron este aspecto, así Caria y col., 2007 (5) observaron que cuatro de los seis hombres que formaron su muestra permanecieron el 25,5 ± 9,2% del tiempo por encima de su umbral ventilatorio, y cinco de las seis mujeres permanecieron el 20,6 ± 7,6% del tiempo en esa misma zona de intensidad.

Por su parte, Battista y col., 2008 (19) observaron que los sujetos que participaron en dos sesiones de CI mantuvieron valores de FC superiores a los asociados a su umbral ventilatorio durante el 35% y el 38% del tiempo de duración total de las sesiones respectivamente.

En nuestra investigación no se conoce con exactitud la FC asociada al umbral ventilatorio en los sujetos que formaron parte de la muestra, por lo que las

zonas de intensidad fueron determinadas en función del %FC, tal y como otros autores realizaron previamente (38). El umbral ventilatorio suele estar de media al 60-65% VO_2 máx en la población activa, no de élite, como es nuestra muestra. Este 60-65% VO_2 máx viene a corresponder a un 75% FCmáx (31). Siguiendo esta premisa, podríamos establecer que el tiempo en TZ2, TZ3 y TZ4 equivaldría al tiempo por encima del umbral ventilatorio. Así, en nuestra investigación, los sujetos permanecieron durante aproximadamente el 18% del tiempo en TZ1, y el 82% del tiempo en TZ2, TZ3 Y TZ4; lo cual parece bastante superior a los resultados observados por Caria y col., 2007 y por Battista y col., 2008 (5,19). No obstante consideramos que para poder comparar nuestros resultados con los de Caria y col., 2007 y los de Battista y col., 2008 (5,19) deberíamos conocer exactamente la intensidad relativa que se corresponde con el umbral ventilatorio de nuestra muestra. Aun así, estos valores confirman que la intensidad durante la práctica de CI no solamente es elevada en momentos puntuales de la sesión, sino que se mantiene durante periodos prolongados.

Por otra parte, Piacentini y col., 2009 (8) observaron que la FC de los 15 sujetos entrenados en Spinning® que formaron parte de su muestra, permaneció durante el 80% del tiempo de duración de la sesión por encima de la FC objetivo establecida previamente por el instructor. Estos datos nos deben hacer reflexionar, sobre si los instructores de CI tienen las herramientas necesarias para dar el feedback sobre la intensidad objetivo adecuado a los participantes durante el desarrollo de la sesión de CI; si esto es así, cabe la posibilidad de que los usuarios no sigan las indicaciones del instructor. Para mejorar el feedback sobre la intensidad objetivo durante las sesiones se recomienda el uso del pulsómetro, la RPE y la representación gráfica de la distribución de las cargas.

RPE

Los valores de RPE utilizando la OMNI-Scale de 10 puntos observados en nuestra investigación se relacionaron con una intensidad de entrenamiento “algo dura” para los primeros minutos de la sesión y “dura” en la parte principal de la sesión (RPE15: $5,39 \pm 1,72$, RPE30: $7,14 \pm 1,34$, RPE45: $7,14 \pm 2,44$), en correspondencia con la cuantificación de la intensidad mediante la FC.

Hasta ahora ningún otro estudio había utilizado la OMNI-Scale para cuantificar la intensidad en CI. Otros trabajos utilizaron la Escala de Borg de 10 puntos, como en el desarrollado por Crumpton y col., 1999 (17), observando valores más bajos que los nuestros en la RPE al finalizar una sesión de CI (4,1 puntos). En otra investigación, Battista y col., 2008 (19) constataron unos valores muy parecidos a los obtenidos en nuestro estudio entre $5,2 \pm 1,9$ y $7,9 \pm 1,8$ puntos dependiendo del momento de la sesión. Estos valores se relacionan con intensidades de entrenamiento entre “duro” y “muy duro”. Los autores, registraron la RPE durante dos sesiones de CI, en el minuto 10 (Sesión 1: $6,3 \pm 1,4$ puntos; Sesión 2: $5,2 \pm 1,9$ puntos), en el minuto 20 (Sesión 1: $7,9 \pm 1,8$ puntos; Sesión 2: $6,2 \pm 1,8$ puntos) y al finalizar la sesión (Sesión 1: $7,6 \pm 1,6$ puntos; Sesión 2: $6,3 \pm 1,9$ puntos). Se observa que tanto en nuestras mediciones como en las de Battista y col., 2008 (19) la RPE refleja un importante incremento entre la primera y la segunda medición, no habiendo diferencias apreciables entre la segunda y la tercera.

El incremento de la RPE parece estar relacionado con el aumento de las cargas de entrenamiento una vez finalizado el calentamiento, en torno al minuto 15 de la sesión. Otro aspecto que pudo tener relación sobre el aumento progresivo de la RPE es el ΔT durante la sesión, si bien el ΔT medio registrado en las sesiones fue pequeño ($1,93 \pm 0,71$ °C) cabe destacar que los sujetos que

menos incremento de temperatura ambiental experimentaron fue en los que se cuantificó un valor más bajo de RPE. Este aspecto ya fue analizado en otras investigaciones previas que observaron un incremento de la RPE ligado al aumento de la temperatura durante el ejercicio (40) o una correlación positiva entre temperatura ambiental y RPE (70).

Otros estudios utilizaron la Escala de Borg original para valorar la RPE, que consta de 15 puntos (6-21). López-Miñarro y Muyor, 2009 (7) observaron una RPE de $14,2 \pm 1,8$ puntos, que se relacionó con una intensidad “dura – muy dura”, similar a la observada en nuestra investigación; si bien, la muestra de López-Miñarro y Muyor, 2009 (7) estuvo formada por sujetos con poca experiencia, lo que podría influir en la RPE. Por su parte, Kang y col., 2005 (6) observaron una RPE de $8,9 \pm 0,7$ y $9,7 \pm 0,5$ puntos para cada una de las sesiones registradas, lo que se relacionó con una intensidad “muy ligera”, bastante menor que la registrada en nuestra investigación. El valor de FC media en la investigación de Kang y col., 2005 (6) también fue inferior a la de nuestra investigación, lo que indica que la intensidad en las sesiones registradas por Kang y col., 2005 (6) fue menor que en nuestro estudio, probablemente debido al control exhaustivo llevado a cabo por los investigadores para que los sujetos se ciñeran a la intensidad objetivo establecida previamente.

Así pues, parece que los valores de RPE observados en nuestra investigación se corresponden con una intensidad “dura – muy dura”, al igual que los valores de FC. No obstante existen variables que pueden haber influido sobre el comportamiento de la RPE y que no han sido valoradas en nuestra investigación como por ejemplo el tipo de entrenamiento (54,55), el estilo musical (90), la velocidad de la música (91), o la cadencia de pedaleo (92).

Influencia de otras variables en el comportamiento de la FC y la RPE

Sexo

No parece existir relación entre el sexo y la intensidad del entrenamiento en los resultados de nuestro estudio, ya que en ninguna de las variables analizadas se han observado diferencias significativas entre hombres y mujeres excepto en la FCmedia1 donde los hombres alcanzaron un valor inferior ($p < 0,05$) solamente cuando la FC se expresó en valores absolutos, pero no cuando se hizo en valores relativos, por lo que esta diferencia no parece relevante en la valoración global de la intensidad del entrenamiento entre hombres y mujeres. Similares resultados fueron obtenidos por Caria y col., 2007 (5) quienes tampoco observaron diferencias en la FC media en función del sexo (136 ± 22 lpm para los hombres vs 143 ± 16 lpm para las mujeres). Sin embargo, Piacentini y col., 2009 (8), sí encontraron diferencias significativas en función del sexo ($p < 0,05$) en la respuesta de la FC durante la práctica de CI, hallando una mayor FC media en los hombres (163 ± 8 lpm) que en las mujeres (154 ± 6 lpm); además, estos autores también observaron que los hombres superaron la FC objetivo durante el 88% del tiempo que duró la sesión, mientras que las mujeres tan solo lo superaron durante el 71% del tiempo. Aspectos ligados a la termorregulación (mayor sudoración en hombres) pudieron influir en estos resultados.

En nuestro estudio, no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en la RPE en función del sexo ($p > 0,05$) en ninguno de los registros durante la sesión. En nuestro conocimiento, no existen datos disponibles en la literatura sobre valores de RPE durante la práctica de CI diferenciando entre hombres y mujeres.

En estudios realizados con cicloergómetro, si se valoraron las posibles diferencias en la RPE en función del sexo. Así, Green y col., 2003 (93) tampoco observaron diferencias significativas en función del sexo ($p>0,05$) en las puntuaciones de RPE en sujetos que pedaleaban en cicloergómetro y sujetos que corrían en tapiz rodante durante un test incremental hasta la extenuación. Por su parte, Cook y col., 1998 (94) observaron en un grupo de 26 hombres y 26 mujeres jóvenes, que las mujeres registraron unos valores de RPE (6-20) menores ($p<0,01$) que los hombres cuando el nivel de carga se computaba de forma relativa (% $W_{máx}$) durante un test incremental hasta la extenuación. En cualquier caso, estos protocolos son muy diferentes a las sesiones de CI, por lo que más estudios deberían ser realizados para profundizar en el comportamiento de la RPE durante la práctica específica del CI en función del sexo.

Edad

Los valores de FC media en valores absolutos registrados durante las sesiones de CI fueron significativamente inferiores ($p<0,01$) en el grupo Edad3 (Mayores de 45 años). Sin embargo las diferencias entre los grupos de edad no fueron significativas ($p>0,05$) cuando se analizó la FC media en valores relativos. Por tanto la edad no parece tener influencia sobre la FC media relativa durante las sesiones de CI.

Es conocida la relación existente entre la FC y la edad, que determina que los sujetos de mayor edad alcancen una FC inferior (34,36,95) ; así, Balmer y col., 2008 (96) realizaron un estudio en el que contaron con una muestra de 40 ciclistas bien entrenados, con un rango de edad de entre 25 y 63 años, y que realizaron un protocolo que consistió en recorrer 16,1 km en un cicloergómetro simulando una contrareloj. Los autores observaron una

disminución del rendimiento asociado a la edad; sin embargo, tal y como sucede en nuestra investigación, no se observó un descenso de la intensidad relativa en función de la edad. Por lo tanto, parece que en sujetos bien entrenados el rendimiento cardiovascular decrece con la edad, aunque la capacidad de mantener intensidades relativas elevadas no se ve afectado por el paso de los años.

Con respecto al tiempo de permanencia en cada zona, se observó que los sujetos más mayores (Edad3) permanecieron significativamente menos tiempo ($p < 0,01$) en TZ2 y más ($p < 0,01$) en TZ4. Esto podría estar relacionado con la subestimación de la FCmáx teórica, que según Tanaka y col., 2001 (34) se da cuando se utiliza la fórmula de Fox, 1971 (33) (220-edad) para estimar la FCmáx en sujetos de más de 40 años de edad. Si esto es así, es posible que se haya subestimado la FCmáx teórica en el grupo Edad3, y por ello se refleje un mayor tiempo de permanencia en TZ4.

En los sujetos bien entrenados parece que la disminución de la FCmáx vinculada a la edad se atenúa (97), lo que podría estar relacionado con que los sujetos del grupo Edad3, que tenían una experiencia media de $4,08 \pm 3,37$ en la práctica de CI, por lo que tenían un nivel de condición física alto, tiendan a alcanzar una FCmáx superior a la FCmáx teórica. Con respecto a los valores de la RPE no se han observado diferencias significativas ($p > 0,05$) en función de la edad. Gros Lambert y Mahon, 2006 (62) realizaron un estudio de revisión en el que analizaron las últimas investigaciones publicadas hasta ese momento sobre la influencia de la edad en el comportamiento de la RPE, señalando a modo de conclusión que la RPE no se ve alterada por la edad en sujetos de mediana edad, ni tampoco en sujetos mayores, siendo una buena herramienta para el control de la intensidad del ejercicio.

Experiencia

No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) vinculadas a la experiencia en la práctica de CI en ninguna de las variables analizadas.

Tampoco en la RPE, donde algunos estudios previos (59-61) consideraron que la experiencia podría influir en el control de la intensidad del entrenamiento mediante las escalas de percepción de esfuerzo. Específicamente en el CI, López-Miñarro y Muyor, 2009 (7) consideraron que uno de los factores que pudo influir en la escasa correlación que observaron entre la FC y la RPE en su investigación, fue la poca experiencia en la práctica de CI de los sujetos que participaron en su estudio (4-12 semanas); también Piacentini y col., 2009 (8) hicieron referencia a la posibilidad de que a los sujetos con menor grado de experiencia en la práctica del CI, les resultara más complicado interpretar el feedback del instructor en referencia a la intensidad.

Otras investigaciones han sido realizadas fuera del ámbito del CI (59,60). Así, Faulkner y col., 2007 (59) observaron que la RPE no se vio influenciada por el nivel de condición física de los sujetos, aunque sí observaron que los sujetos sedentarios tenían más dificultad para percibir y regular el nivel de ejercicio físico mediante la RPE. Esta dificultad se atribuye a la falta de familiarización con las respuestas fisiológicas, metabólicas o térmicas del organismo durante la realización de ejercicio a diferentes intensidades. En la misma línea, Eston y col., 2008 (61) consideraron que el hecho de conocer el protocolo de entrenamiento y la distribución de las cargas (duración, intensidad y tiempo de recuperación) podría estar relacionado con un mejor control de la intensidad mediante la RPE. Según esto, el conocimiento previo de la actividad, así como la representación gráfica de la estructura del entrenamiento, podrían ser herramientas importantes para el instructor a la hora de dar el feedback adecuado sobre la intensidad en cada momento en CI.

La similitud en los valores de la RPE observados en nuestra investigación para los tres grupos delimitados en base a la experiencia, pudo estar determinada por la elevada experiencia media de los participantes ($3,60 \pm 3,32$ años), incluso el grupo con menos experiencia llevaba al menos 12 semanas practicando CI, por lo que no hubo sujetos sin actividad de CI previa en nuestra muestra.

Pulsómetro

Los sujetos que habían utilizado el pulsómetro habitualmente en los seis meses anteriores a la realización de la sesión de CI registrada, mantuvieron una intensidad mayor ($p < 0,05$) en la parte final de la sesión (FC_{media3} : $87 \pm 8,15\%$ $FC_{m\acute{a}x}$ teórica vs $84,86 \pm 9,12\%$ $FC_{m\acute{a}x}$ teórica para el grupo Pulsómetro SI y Pulsómetro NO, respectivamente). Esta diferencia en la intensidad media de la clase en la parte final de la misma, se ve reforzada por la permanencia durante menos tiempo ($p < 0,05$) en TZ1 (intensidad suave) y más en TZ2 (intensidad media) por parte de los sujetos que utilizaban el pulsómetro con asiduidad; igualmente estos sujetos alcanzaron valores más altos ($p < 0,01$) de $FC_{m\acute{a}x}$ durante la sesión registrada. Estos resultados podrían reflejar un mayor estado de motivación y un mayor esfuerzo durante el entrenamiento de aquellos sujetos que utilizan pulsómetro, de hecho la RPE en el minuto 30 fue mayor ($p < 0,05$) para el grupo Pulsómetro SI (RPE_{30} : $7,30 \pm 1,31$ vs $6,99 \pm 1,35$ para el grupo Pulsómetro SI y Pulsómetro NO, respectivamente). Los sujetos que utilizaban pulsómetro habitualmente llevaban más tiempo practicando CI ($p < 0,01$), por lo que su estado de entrenamiento podría ser mejor. Más estudios deberían ser realizados sobre la influencia que puede tener la utilización habitual del pulsómetro sobre la libre elección de la intensidad del

entrenamiento en sujetos con bajo, medio o alto nivel de fitness cardiovascular.

El control de la intensidad del entrenamiento en CI es vital para el correcto desarrollo de la sesión, así como para que las adaptaciones al entrenamiento sean las deseadas. Consideramos por tanto muy importante la utilización del pulsómetro como herramienta de control de la intensidad durante la sesión de CI.

Pedal SPD

Se observaron valores de intensidad más elevados ($p < 0,05$) en los sujetos que utilizaron pedal SPD durante la sesión de CI registrada (FC_{media} : $81,70 \pm 8,16\%$ $FC_{m\acute{a}x}$ teórica vs $79,24 \pm 8,41\%$ $FC_{m\acute{a}x}$ teórica para los grupos SPD SI y SPD NO, respectivamente). Además, los sujetos que utilizaron pedal SPD alcanzaron una $FC_{m\acute{a}x}$ durante la sesión más alta ($p < 0,01$), y estuvieron más tiempo ($p < 0,05$) en TZ3 (intensidad alta) y TZ4 (intensidad supramáxima) ($p < 0,01$).

A pesar de que la intensidad fue más elevada en el grupo que utilizó pedal SPD, los valores de RPE45 (al finalizar la sesión) fueron significativamente menores ($p < 0,05$) para este grupo. Cruz y Bankoff, 2001 (98) observaron en los sujetos que utilizaban pedal SPD una menor actividad electromiográfica en la musculatura flexora de la rodilla, en comparación a otros sujetos que utilizaron pedal tradicional con rastral. Los autores relacionaron este hallazgo con un aumento de la eficiencia de la pedalada. En la misma línea, Mornieux y col., 2008 (99) observaron un aumento de la efectividad en la fase de elevación de la pedalada cuando los sujetos pedaleaban con un pedal con sistema SPD. Este podría ser uno de los motivos de que en nuestra investigación los sujetos del grupo SPD SI consiguieron entrenar a mayor intensidad percibiendo un menor esfuerzo.

Los resultados obtenidos en nuestra investigación también pueden estar influenciados por el hecho de que los sujetos del grupo SPD SI llevaban más tiempo ($p < 0,01$) practicando CI, por lo que podrían tener un mejor nivel de fitness cardiovascular, lo que explicaría que alcanzaran mayores intensidades de entrenamiento con una menor RPE; en este sentido Travlos y Marisi, 1996 (100) observaron en un grupo de sujetos con alto nivel de fitness cardiovascular valores más bajos de RPE durante el ejercicio en cicloergómetro para una misma carga relativa de trabajo, en comparación a sujetos con bajo nivel de fitness cardiovascular.

La utilización de pedal SPD es recomendable para la práctica del CI, ya que su uso parece adecuado para la prevención de algunas lesiones en la planta del pie típicas del ciclismo, como la metatarsalgia, aunque se recomienda que permitan un ligero movimiento de rotación del pie sobre el pedal (44).

Diferencia de peso neto

Los sujetos que presentaron una mayor diferencia de peso neto (TS1) entre el inicio y la finalización de la sesión, fueron los que mantuvieron una mayor FCmedia ($p < 0,05$). Las diferencias entre TS1 y los otros dos grupos en la FCmedia también aparecieron en la FCmedia2 ($p < 0,05$) en valores relativos y en la FCmedia3 tanto en valores absolutos como relativos ($p < 0,01$). El grupo TS1 también registró una mayor ($p < 0,05$) FCmáx durante la sesión que TS3 y permaneció menos tiempo ($p < 0,05$) en TZ1 (intensidad suave).

Estos resultados pueden justificarse en parte por el *Cardiac Drift* (41). El grado de deshidratación durante el ejercicio podría ser la causa del descenso del VS y del aumento de la FC vinculado a este fenómeno (68); así, cuanto mayor es el grado de deshidratación, mayor será el incremento de la FC durante el ejercicio (69), de ahí que los sujetos que más sudaron en nuestra investigación

fueron los que tuvieron un mayor incremento de la FC, especialmente en la parte final de la sesión.

En nuestra investigación, la tasa de sudoración afectó por tanto al aumento de la FC media, pero sin embargo no se observó relación entre la tasa de sudoración y la RPE. Los tres grupos en función de la tasa de sudoración observada durante las sesiones de CI obtuvieron valores similares ($p > 0,05$) en las puntuaciones de RPE en los diferentes momentos de la sesión. La ausencia de relación entre la tasa de sudoración y la RPE podría deberse al tiempo de duración de las sesiones registradas. Así, González-Alonso y col., 1999 (101), realizaron una investigación en la que compararon diferentes variables mientras 7 ciclistas entrenados pedaleaban hasta la extenuación sobre un cicloergómetro a una temperatura ambiente de 35°C, en situación de deshidratación (sin beber líquido) y cuando lo hacían normohidratados. Los autores, observaron en los sujetos que no bebieron líquido unos valores más elevados de RPE; no obstante las diferencias en la RPE solo se observaron a partir del minuto 30. Similares resultados fueron registrados por Montain y Coyle, 1992 (68), en sujetos que pedalearon durante dos horas a una intensidad constante (62-67% $VO_{2\text{máx}}$), en un ambiente de 33°C y 33% de humedad relativa, en diferentes situaciones de rehidratación. También estos autores observaron valores más altos en la RPE cuando los ciclistas realizaron el protocolo sin beber líquido, aunque las diferencias no fueron significativas hasta el minuto 90. Teniendo en cuenta que en nuestra investigación la temperatura ambiente fue bastante más baja (al inicio de la sesión, $22,47 \pm 2,49^\circ\text{C}$), que todos los sujetos bebieron líquido *ad libitum*, y que los niveles de deshidratación observados fueron bajos (<0,5% de pérdida de peso corporal), se justifica que en el tiempo que duraron nuestras sesiones ($46,26 \pm 2,41$ min) no se observaran diferencias significativas en los valores de la RPE en función

de la tasa de sudoración. Por tanto, parece que la FC es más sensible a la pérdida de líquidos del sujeto que la RPE, tal y como se confirma en el estudio de Montain y Coyle, 1992 (68) quienes observaron un incremento en la FC de los sujetos que no bebían líquido a partir del minuto 10 desde el inicio del ejercicio, y sin embargo la diferencia en la RPE entre los sujetos que bebían líquido y los que no lo hacían no apareció hasta el minuto 90.

ΔT

Los resultados mostraron que los sujetos que soportaron un menor ΔT durante la sesión (ΔT_1) son los que mantuvieron una FCmedia más baja ($p < 0,05$), no solamente en el total de la sesión, sino también en los periodos parciales de tiempo (FCmedia1, FCmedia2 y FCmedia3).

Similares resultados fueron observados por Maw y col., 1993 (102) quienes realizaron un protocolo de carga constante en cicloergómetro de 30 minutos de duración, en tres situaciones de temperatura ambiental diferente: calurosa (40°C), neutral (24°C) y fría (8°C). Cuando los sujetos realizaron el protocolo con temperatura ambiental fría, la FC media fue significativamente más baja que en los otros dos protocolos. Estas observaciones confirman que cuando la temperatura ambiental es elevada se produce un incremento de la FC durante el ejercicio de duración superior a 20 minutos.

En nuestro estudio, el ΔT fue pequeño, si bien pudo influir en la respuesta de la FC durante las sesiones de CI.

Con respecto a la RPE, los valores fueron más bajos ($p < 0,01$) para el grupo con un ΔT menor. Aunque no en CI, existen más estudios que relacionaron temperatura y RPE. Así, Green y col., 2007 (40) observaron valores más bajos ($p < 0,05$) de RPE cuando se pedaleaba a una temperatura de 18°C que cuando se pedaleaba en una situación de calor ambiental (30°). En esta misma línea,

Chevront y col., 2010 (70) en un estudio de revisión en el que analizaron los mecanismos que pueden afectar al rendimiento cardiovascular en situación de calor, advirtieron que la RPE podría estar influenciada por la temperatura ambiental, alcanzando valores más elevados en situación de calor. Por su parte, González-Alonso y col., 1999 (67) observaron valores de RPE más bajos en sujetos que iniciaban el ejercicio a una menor temperatura corporal, con respecto a los que lo hacían a una temperatura corporal elevada. Las diferencias fueron significativas en tan solo 10 minutos desde el inicio del ejercicio.

ΔH

Solamente se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la FCmedia1 en valores relativos, en los sujetos que realizaron el entrenamiento con un mayor ΔH ($\Delta H3$) observando valores más elevados. Los valores no fueron significativamente distintos ($p > 0,05$) entre los tres grupos para la FC media de toda la sesión, FCmedia2, ni FCmedia3, por lo que no parece suficiente evidencia para relacionar el ΔH y la FC media.

En nuestra investigación, el ΔH durante las sesiones de CI no pareció influir en la FC media durante el entrenamiento, quizás porque las sesiones no fueron lo suficientemente prolongadas, y porque el ΔH no fue especialmente relevante.

Sí se observó que los sujetos que padecieron un menor ΔH durante la sesión ($\Delta H1$) registraron unos valores más bajos ($p < 0,01$) en la RPE15 que el resto de los grupos, y en la RPE45 ($p < 0,05$) solamente con el grupo que más ΔH sufrió ($\Delta H3$). Este dato pone de manifiesto que los sujetos que realizaron el entrenamiento con un ΔH mayor percibieron una sensación de disconfort y esfuerzo mayor durante la práctica de ejercicio.

5.3. Correlación FC-RPE

Los resultados obtenidos en nuestra investigación demuestran que existe correlación ($p < 0,01$) entre la RPE y la FC tanto en valores absolutos como relativos durante la práctica del CI. Las correlaciones halladas son significativas en los tres momentos de la sesión registrados (FC15-RPE15: $r = 0,366$; $p < 0,001$; FC30-RPE30: $r = 0,291$; $p < 0,001$; FC45-RPE45: $r = 0,459$; $p < 0,001$). Estos resultados son comparables a los obtenidos por López-Miñarro y Muyor, 2009 (7), quienes observaron también una correlación significativa entre la RPE y %RC ($r = 0,41$; $p < 0,05$), si bien López-Miñarro y Muyor, 2009 (7) utilizaron la escala de Borg (6-20), y contaron con una muestra de sujetos más pequeña que la nuestra (59 sujetos) y con un nivel de experiencia previo de 4-12 semanas.

Otras investigaciones realizadas en cicloergómetro (54,56), también habían observado resultados similares, aunque en estos casos la no utilización de música podría generar diferencias en los valores de la RPE con respecto a una sesión de CI, ya que la música puede reducir la RPE de los sujetos durante la práctica de ejercicio físico (14,57). Así, Green y col., 2005 (54) observaron una correlación significativa ($r = 0,43$; $p < 0,01$) entre la FC y la RPE (Borg 6-20) en 14 sujetos que pedalearon con una carga constante ($2,5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ de lactato) durante 60 minutos, mientras que Garcin y col., 1998 (56) observaron correlación entre la RPE (6-20) y el %FCmáx mientras los sujetos pedalearon a tres intensidades diferentes de carga constante (60%, 73% y 86% VO₂máx).

Dado que el entrenamiento en CI no se caracteriza por el mantenimiento de una carga constante, en nuestra investigación hemos observado fluctuaciones de la intensidad durante las sesiones, si bien la correlación entre la FC y la RPE observada resultó ser significativa.

Las correlaciones obtenidas en nuestra investigación son muy similares entre FC-RPE y entre %FCmáx teórica-RPE. Este dato resulta importante, pues en las sesiones de CI, al tratarse de un entrenamiento grupal, es más práctico para el instructor informar sobre la zona de entrenamiento objetivo refiriéndose al %FCmáx teórica en el que deben permanecer los sujetos en cada momento.

Según los resultados obtenidos en esta investigación parece que la RPE es un método válido para el control de la intensidad durante las sesiones de CI. No obstante sería recomendable utilizar la RPE junto a la monitorización de la FC para tener un mayor control sobre la intensidad del entrenamiento.

Influencia de la variable sexo en la correlación FC-RPE

Las correlaciones observadas en función del sexo resultaron significativas tanto en los hombres como en las mujeres en el minuto 15, 30 y 45. Estos resultados concuerdan con los publicados por Robertson y col., 2000 (103) quienes no observaron diferencias en función del sexo en la correlación %FC-RPE. Según los resultados obtenidos parece que la RPE es un método válido para cuantificar la intensidad del entrenamiento tanto en hombres como en mujeres.

Influencia de la variable edad en la correlación FC-RPE

Analizando los resultados de esta investigación, se observa que el único registro en el que la FC y la RPE no mostraron correlación significativa ($p > 0,05$) es en el grupo de sujetos más jóvenes (Edad1: < 35 años) en el minuto 30. En todas las demás mediciones la correlación entre la FC y la RPE fue significativa ($p < 0,001$), no mostrando un comportamiento diferente en función de la edad. Estos resultados reafirman la conclusión del estudio de revisión sobre la RPE y la edad, publicado por Goslambert y Mahon, 2006 (62), en el que afirman que

la edad no parece tener influencia sobre la RPE en sujetos de mediana edad y mayores, mostrando una relación fuerte con la FC.

Influencia de la variable experiencia en la correlación FC-RPE

Algunos estudios relacionan la experiencia en la utilización de la RPE con la validez del método para cuantificar la intensidad del ejercicio (59-61), incluso algunos autores lo mencionaron como un elemento importante de manera específica en el CI (7,8).

En nuestra investigación, se tuvo en cuenta la experiencia previa de los sujetos en la práctica de CI. Esta variable no pareció afectar a la correlación entre la FC y la RPE. Incluso, el único registro en el que no se observó una correlación significativa ($p > 0,05$) entre la FC y la RPE se dio en los sujetos con mayor experiencia en la práctica en el minuto 15 (Exp3: > 5 años). Esta ausencia de correlación podría deberse a que los sujetos más entrenados podrían percibir una sensación de fatiga menor durante los primeros minutos de la sesión, aunque posteriormente la correlación FC-RPE fue significativa ($p < 0,01$) también en este grupo de sujetos.

Influencia de la variable utilización habitual del pulsómetro en la correlación FC-RPE

Las correlaciones fueron significativas ($p < 0,01$) para ambos grupos en función de la utilización previa del pulsómetro. Esto indica que el grupo Pulsómetro SI no tuvo una mayor capacidad para regular la intensidad del entrenamiento mediante la RPE cuando no tenía una información visual de la FC durante la sesión de CI.

Influencia de la variable utilización de pedal SPD en la correlación FC-RPE

Las correlaciones fueron significativas ($p < 0,001$) tanto para el grupo que utilizó pedal SPD como para el que no. Teniendo en cuenta que además el grupo SPD SI tenía más experiencia ($p < 0,01$) en la práctica que el grupo SPD NO, queda demostrado que ni la utilización del pedal SPD, ni la experiencia en la práctica del CI parecen influir en el nivel de correlación entre la FC y la RPE durante la práctica del CI.

Influencia de la variable instructor en la correlación FC-RPE

El único grupo en el que no se observó correlación significativa ($p > 0,05$) entre la FC y la RPE en ninguna de las mediciones efectuadas fue en el formado por los instructores. Debemos tener en cuenta que este grupo estaba formado tan solo por 16 sujetos. Estos resultados demuestran que los instructores de CI dirigieron la sesión de entrenamiento de los participantes, pero no ejecutaron el entrenamiento. Durante las sesiones, los instructores solían detener la pedalada para dar instrucciones, se bajaban de la bicicleta para hacer correcciones o animar a los participantes. Analizando los datos obtenidos parece evidente que los instructores mostraron correlaciones no significativas ($p > 0,05$) entre la FC y la RPE debido a que se dedicaron a dirigir el entrenamiento de los participantes y no a realizar el entrenamiento de manera precisa.

Influencia de la variable diferencia de peso neto en la correlación FC-RPE

Una elevada tasa de sudoración se relaciona con una disminución del líquido plasmático y un descenso del volumen sistólico que provoca un aumento en la FC (41). Este fenómeno se podría relacionar con la disminución de la correlación entre la FC y la RPE en ejercicios de larga duración. Sin embargo,

una vez analizados los resultados obtenidos en nuestra investigación, se observó que las correlaciones entre la FC y la RPE fueron significativas para todos los sujetos, indistintamente de la tasa de sudoración registrada durante la sesión. Aunque parece que la correlación fue algo menos cerrada ($p < 0,05$) al inicio del entrenamiento en el grupo que más peso perdió durante la sesión de CI (TS1: >750 ml). No obstante parece que la diferencia de peso neto durante la sesión no ha tenido una gran influencia sobre la correlación FC-RPE en las sesiones de CI registradas.

Influencia de la variable ΔT en la correlación FC-RPE

Se observó que la correlación FC-RPE no fue significativa en el grupo $\Delta T2$ (entre $0,2-1,5^{\circ}\text{C}$) en el minuto 30, además la correlación fue baja en el minuto 15 ($r=0,173$; $p=0,040$). En los demás grupos las correlaciones fueron significativas ($p < 0,001$). También hay que valorar el hecho de que el grupo en el que se registró menos ΔT ($\Delta T1: \leq 0,2^{\circ}\text{C}$) fue el grupo en el que la RPE fue más baja ($p < 0,05$). La temperatura elevada provoca un aumento de la temperatura corporal que puede hacer aumentar la FC y la RPE (40), esto pudo afectar a la correlación FC-RPE durante las sesiones de CI.

Influencia de la variable ΔH en la correlación FC-RPE

Se observó una clara disminución de la correlación FC-RPE en el grupo que más incremento de humedad sufrió durante la sesión de CI ($\Delta H3: \geq 15$ puntos). Este dato puede estar relacionado con el hecho de que cuanto mayor es la humedad, más dificultad para la evaporación del sudor, y por lo tanto para la pérdida de calor tiene el organismo. En situaciones de humedad elevada el sudor permanece en la piel y en la vestimenta, y llega a gotear antes de ser evaporado, esta situación puede aumentar la sensación de disconfort durante

la práctica de ejercicio físico. Este fenómeno pudo alterar la correlación entre la RPE y la FC en las sesiones de CI registradas.

5.4. Clasificación de la intensidad del entrenamiento en CI

Para clasificar la intensidad observada tras los registros de FC en sesiones de CI podemos tomar como referencia las recomendaciones de práctica de actividad física del Colegio Americano de Medicina del Deporte y la Asociación Americana del Corazón (104) en las cuales se recomienda, con el objetivo de mantener un estado óptimo de salud, que todos los sujetos sanos con una edad comprendida entre los 18 y los 65 años realicen ejercicio cardiovascular de intensidad moderada durante un mínimo de 30 minutos por día y con una frecuencia de 5 días a la semana, o ejercicio cardiovascular de intensidad vigorosa, durante al menos 20 minutos por día, y con una frecuencia de tres días por semana. En la misma recomendación Haskell y col., 2007 (104) añaden la posibilidad de combinar ejercicio de intensidad moderada con ejercicio de intensidad vigorosa en diferentes días de la semana, siendo caminar rápido un ejercicio de moderada intensidad y correr suave un ejercicio de intensidad vigorosa. Más recientemente el ACSM, ha publicado unas recomendaciones generales sobre la prescripción del ejercicio en sujetos adultos sanos (66). En esta última recomendación se mantienen las directrices marcadas en la publicación de Haskell y col., 2007 (104), añadiendo que el ejercicio de intensidad moderada debe practicarse durante un mínimo de 30 minutos, al menos 5 días a la semana y completando 150 minutos a la semana o más. Con respecto al ejercicio de intensidad vigorosa, debe ser practicado durante al menos 20 minutos, tres o más días a la semana, hasta completar 75 minutos a la semana o más.

Según el ACSM, un ejercicio con una intensidad comprendida entre el 77 y 95 %FCmáx se considera vigoroso (66). La FC media obtenida en nuestra investigación ($80,95 \pm 8,30\%$ FCmáx teórica) entra dentro de esta franja de intensidad. Ateniéndonos a los criterios establecidos por el ACSM (66) la práctica de CI podría considerarse una actividad saludable para sujetos adultos sanos, siempre que la duración de la sesión sea de al menos de 20 minutos, y la frecuencia semanal de tres días.

La mayoría de las investigaciones realizadas con anterioridad, en las que se monitorizó la FC en sesiones de CI, también entrarían dentro de esta franja de intensidad clasificada por el ACSM como vigorosa (1,4,4-6,8,16-19).

A pesar de las recomendaciones publicadas por el ACSM, existe una importante controversia sobre si la intensidad desarrollada en las sesiones de CI puede resultar peligrosa para la salud de los participantes. Algunos autores han mostrado su preocupación al respecto (5,7,8,19). Así, Caria y col., 2007 (5) consideran que el CI no es recomendable de manera generalizada y creen necesaria la realización de un examen médico previo al inicio del programa de entrenamiento, especialmente en el caso de sujetos sedentarios, mayores o sujetos con algún problema de salud. En la misma línea, Piacentini y col., 2009 (8) consideran que el CI puede ser una actividad recomendable para los sujetos sanos, activos y con experiencia en el entrenamiento, que buscan un programa de ejercicio para mejorar su condición física general, mientras que no se trata de una actividad adecuada para sujetos sedentarios, mayores o con problemas de salud. Por su parte, Battista y col., 2008 (19) consideran que el CI podría ser un buen entrenamiento para atletas, dado que la elevada intensidad alcanzada en las sesiones de CI crea importantes adaptaciones en el sistema cardiovascular, aunque en caso de sujetos de mediana edad se debería realizar un programa de acondicionamiento físico antes del iniciar las sesiones de CI.

Thomson y Col., 2007 (105) publicaron un trabajo de revisión en el que se analizaron las posibles consecuencias que el entrenamiento a intensidad vigorosa puede tener para el sistema cardiovascular. Los autores argumentan que la actividad física moderada practicada de manera regular, puede ayudar a reducir la aparición de eventos cardiovasculares, y resaltan que un gran número de estos accidentes suceden cuando un sujeto desentrenado realiza un esfuerzo físico vigoroso al que no está acostumbrado. Además inciden en las consecuencias negativas que para el sistema cardiovascular puede tener la realización de ejercicio de elevada intensidad en sujetos jóvenes con patología cardiaca oculta. En el caso de sujetos adultos sanos, Thompson y col., 2007 (105) afirman que el ejercicio de alta intensidad conlleva un mayor riesgo de padecer un infarto de miocardio durante la práctica en sujetos sedentarios no acostumbrados a ese tipo de entrenamiento. En resumen, Thompson y col., 2007 (105) sugieren que se deberían tomar precauciones en relación a la práctica de ejercicio de elevada intensidad, como es el caso del CI. Estos autores, recomiendan en el caso de sujetos sedentarios, realizar un programa de acondicionamiento físico previo antes del inicio de las sesiones de entrenamiento. Además deberían comenzar progresivamente, prestando mucha atención a la intensidad del ejercicio, procurando no alcanzar intensidades vigorosas hasta conseguir las adaptaciones fisiológicas adecuadas. Sería conveniente la valoración médica previa al inicio del programa de entrenamiento con el objetivo de detectar posibles patologías o riesgos cardiovasculares.

Por otra parte, el ACSM en su último posicionamiento publicado (66), afirma que realizar ejercicio de intensidad vigorosa tiene más beneficios que realizar ejercicio de intensidad moderada para la salud de sujetos adultos sanos, y se asocia con una mayor reducción de los factores de riesgo cardiovascular y

otras causas de muerte, en comparación al ejercicio de intensidad moderada. En la misma línea, Helguerud y col., 2007 (106) observaron mayores incrementos del VO_2 máx y del volumen sistólico en los sujetos sanos que realizaron entrenamiento interválico de alta intensidad en comparación a los que entrenaron a intensidades más bajas. En el caso de sujetos con problemas cardiovasculares también se han encontrado beneficios asociados al entrenamiento a intensidad vigorosa. Wisløff y col., 2007 (107) observaron mayores adaptaciones en el VO_2 , remodelación del ventrículo izquierdo, fracción de eyección del ventrículo izquierdo, riego sanguíneo en la arteria braquial y función mitocondrial en el músculo vasto lateral asociadas a la práctica de ejercicio a intensidad vigorosa (95% FCpico) en comparación al ejercicio moderado (70% FCpico), en un grupo formado por sujetos mayores postinfartados. En otro interesante estudio llevado a cabo con 89 sujetos postinfartados, Moholdt y col., 2012 (108) observaron un mayor incremento del VO_2 pico tras 12 semanas de entrenamiento en los sujetos que entrenaron mediante intervalos de elevada intensidad (4 intervalos de 4 minutos entre el 85-95% FCpico) con respecto al grupo que entrenó a intensidad moderada (60 minutos de ejercicios aeróbicos al ritmo de la música). En ambos grupos se produjeron mejoras cardiovasculares, pero solo en el grupo que realizó el entrenamiento interválico se observó un incremento de las lipoproteínas de alta densidad (HDL-C). En el caso de sujetos con diabetes, también se han observado mayores beneficios asociados al entrenamiento de alta intensidad; así, Di Pietro y col., 2006 (109) observaron un aumento de la sensibilidad a la insulina superior en las mujeres mayores que practicaban ejercicio a alta intensidad (80% VO_2 pico) en comparación a las que entrenaron a intensidad más baja (65% VO_2 pico). También se han encontrado mayores beneficios en el entrenamiento de alta intensidad relacionado con el síndrome metabólico,

Tjønnna y col., 2008 (110) observaron mayores adaptaciones en la función endotelial, en la actividad de la insulina, en la biogénesis del músculo esquelético, incremento de la lipogénesis y menores niveles de glucosa en sangre en aquellos sujetos que realizaron ejercicio interválico de elevada intensidad (90% FCmáx) en comparación a los que realizaron ejercicio continuo de moderada intensidad (70% FCmáx).

Teniendo en cuenta que según los resultados obtenidos en esta investigación podríamos clasificar el CI como actividad vigorosa de alta intensidad, el CI puede aportar grandes beneficios cardiovasculares a los sujetos que lo practican con frecuencia. No obstante, dada la controversia sobre la intensidad del entrenamiento expuesta con anterioridad, nuestra recomendación se basa en la realización de un período de acondicionamiento físico previo a la incorporación al programa de CI, así como de una valoración médica que evalúe los riesgos cardiovasculares del sujeto. En caso de personas mayores, sedentarios o con factores de riesgo cardiovasculares, recomendamos la participación en programas de ejercicio individualizados frente a las sesiones de entrenamiento colectivo como es el caso del CI. Para el adecuado control de la intensidad durante la sesión de CI, recomendamos la utilización del pulsómetro por parte de todos los participantes en la sesión.

También consideramos que el CI no debe clasificarse como una actividad de intensidad elevada *per se*, sino que el CI puede ser desarrollado a mayor o menor intensidad dependiendo del objetivo y estado de condición física de cada participante, siendo el instructor quien mediante una correcta planificación de las cargas, y un feedback adecuado a los participantes, debe orientar el entrenamiento de los mismos.

5.5. Aportaciones y aplicación práctica

Los resultados obtenidos en esta investigación son de gran importancia práctica puesto que por primera vez la intensidad del entrenamiento en CI ha sido cuantificada en una gran muestra y en un número elevado de sesiones.

La elevada intensidad registrada durante las sesiones de CI indica la importancia de la utilización de herramientas de control como la FC y la RPE durante la práctica. Ambas herramientas de cuantificación han resultado métodos válidos para el control de la intensidad, y de sencilla utilización por parte de los instructores de CI.

La intensidad registrada en las sesiones de CI ha sido muy alta, por lo que las adaptaciones cardiovasculares provocadas por este tipo de entrenamiento son muy beneficiosas. No obstante, resulta muy importante que los participantes controlen la intensidad durante la sesión, especialmente cuando se trate de sujetos sedentarios, con bajo nivel de condición física o personas con problemas cardiovasculares, en estos casos el instructor debe programar el entrenamiento teniendo en cuenta estas limitaciones.

Se deben controlar además aspectos como la temperatura y la rehidratación de los participantes en las sesiones de CI, ya que hemos podido comprobar que las variables tasa de sudoración e incremento de la temperatura durante la sesión pueden distorsionar la FC y la RPE.

5.6. Limitaciones del estudio

Una limitación importante fue pesar a los sujetos con ropa. El pesaje se realizó con vestimenta deportiva, lo cual pudo subestimar la diferencia de peso neto entre antes y después de la sesión, ya que parte del sudor pudo quedar impregnado en las prendas de los participantes.

5.7. Perspectivas futuras y nuevas líneas de investigación

La evolución del CI pasa por alcanzar un control adecuado de la intensidad del entrenamiento durante las sesiones, de esta manera se podrá ajustar la carga de entrenamiento de manera precisa en función de los objetivos de los participantes. Para ello resulta fundamental la utilización del pulsómetro como herramienta de trabajo, así como un adecuado uso de la RPE.

Otros sistemas de control de la intensidad deberían incorporarse a la práctica del CI, como por ejemplo la medición de la potencia de pedaleo, tal y como ya se hace en otras disciplinas de ciclismo al aire libre.

Nuestras líneas futuras de investigación se centrarán en el estudio de variables que pueden tener influencia sobre la intensidad del entrenamiento y que en este estudio no han sido valoradas, como por ejemplo la cadencia.

Otra línea de investigación trata de seguir profundizando en las variables cuantificadas en este estudio, con el objetivo de poder llegar a controlarlas con mayor eficacia. En nuestro estudio se observó que la FC y la RPE están influenciadas por la temperatura y la humedad, resultaría de mucho interés observar como otras variables ambientales como el flujo de aire sobre la piel influye sobre la RPE y la FC durante la práctica de CI.

Otra línea de investigación podría estar relacionada con la mejora del control de la intensidad mediante la RPE. En nuestro estudio no hemos observado modificaciones en la RPE en función de la experiencia previa de los participantes, teniendo en cuenta que todos eran sujetos con un mínimo de experiencia. Sería interesante la comparación de la RPE de sujetos con experiencia en la práctica, con la de sujetos sedentarios. Además también podríamos estudiar la influencia que puede tener la representación gráfica de

5. DISCUSIÓN

las cargas de entrenamiento sobre el control de la intensidad mediante la RPE por parte de los participantes en una sesión de CI.

6. CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

En relación a los objetivos propuestos en el presente estudio las conclusiones son las siguientes:

1. Las sesiones de Ciclismo Indoor (CI) registradas fueron de una intensidad muy elevada, tanto valorando la intensidad del entrenamiento mediante la frecuencia cardiaca (FC) como a través de la percepción del esfuerzo (RPE).
2. La FC fue un método válido para la cuantificación de la intensidad del entrenamiento en sesiones de CI realizadas por sujetos sanos, entrenados y con experiencia en la práctica, tanto cuando se valoró en valores absolutos (lpm) como cuando se hizo en valores relativos (%FCmáx teórica).
3. La RPE fue un método válido para la cuantificación de la intensidad del entrenamiento en sesiones de CI realizadas por sujetos sanos, entrenados y con experiencia en la práctica.
4. Existió una correlación significativa entre las variables FC y RPE durante la práctica de CI en sujetos sanos, entrenados y con experiencia en la práctica. La correlación entre ambas variables fue significativa tanto cuando se valoró la FC en valores absolutos (lpm) como cuando se hizo en valores relativos (%FCmáx teórica).

7. BIBLIOGRAFÍA

7. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Francis, P, Stavig-Witucki, A, and Buono, MJ. Physiological response to a typical studio cycling session. *Am Coll Sports Med Health Fitness J.* 1999; 3: 30–36.
- (2) Barbado C. *Manual de Ciclo Indoor.* Barcelona: Paidotribo; 2005.
- (3) Bianco A, Bellafiore M, Battaglia G, Paoli A, Caramazza G, Farina F, et al. The effects of indoor cycling training in sedentary overweight women. *J Sports Med Phys Fitness.* 2010 06; 50 (2): 159-165.
- (4) Hazelhurst LT, Claassen N. Gender differences in the sweat response during spinning exercise. *J Strength Cond Res.* 2006 08; 20 (3): 723-724.
- (5) Caria MA, Tangianu F, Concu A, Crisafulli A, Mameli O. Quantification of Spinning bike performance during a standard 50-minute class. *J Sports Sci.* 2007 02; 25 (4): 421-429.
- (6) Kang J, Chaloupka EC, Mastrangelo MA, Hoffman JR, Ratamess NA, O'Connor E. Metabolic and perceptual responses during Spinning cycle exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2005 05; 37 (5): 853-859.
- (7) López-Miñarro P, Muyor Rodríguez J. Heart rate and overall ratings of perceived exertion during Spinning® cycle indoor session in novice adults. *Sci Sports.* 2009; doi: 10.1016/j.scispo.2009.11.003
- (8) Piacentini, M.F., Gianfelici, A., Faina, M., Figura, F., and Capranica, M. Evaluation of intensity during an interval Spinning® session: a field study. *Sport Sciences for Health.* 2009; 5 (1): 29-36.
- (9) Barbado C., Barranco D. *Manual de Ciclo Indoor avanzado.* Barcelona: Paidotribo; 2007.
- (10) IHRSA. *The IHRSA Global report 2011. The state of the health club industry.* 2011.

(11) FACUA. Estudio comparativo sobre los precios de 134 gimnasios en diecinueve ciudades de toda España. Disponible en: <https://www.facua.org/es/noticia.php?id=6155>, 2011.

(12) CIS. Encuesta sobre los hábitos deportivos en España. 2010.

(13) Muyor JM, López-Miñarro PA. Perfil de los usuarios que acuden a un centro especializado de Ciclo Indoor. En: I Jornadas Andaluzas de la industria del fitness. Salud y gestión en un mismo sector. Sevilla. 2010.

(14) Shaulov N, Lufi D. Music and light during indoor cycling. *Percept Mot Skills*. 2009 04; 108 (2): 597-607.

(15) Barbado C, Barranco D. Manual Etapa I. ICE-Tomahawk. 2009.

(16) Richey R, Zabik R, Dawson M. Effect of bicycle spinning on heart rate, oxygen consumption, respiratory exchange ratio, and caloric expenditure. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1999; 31 (5): S160.

(17) Crumpton S, Scharff-Olson M, Williford H, Bradford A, Walker S. The Effects of a Commercially-Produced "Spinning" Video: Aerobic Responses and Caloric Expenditure. *Med Sci Sports Exerc*. 1999; 31 (5): S112.

(18) Scharff-Olson M, Williford H, Bradford A, Walker S, Crumpton S. Physiological and subjective psychological responses to group cycling exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 1999; 31 (5): S112.

(19) Battista RA, Foster C, Andrew J, Wright G, Lucia A, and Porcari JP. Physiologic responses during indoor cycling. *J Strength Cond Res*. 2008; 22: 1236–1241.

(20) ACSM. American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 1998 06; 30 (6): 975-991.

(21) Iscoe KE, Campbell JE, Jamnik V, Perkins BA, Riddell MC. Efficacy of continuous real-time blood glucose monitoring during and after prolonged

high-intensity cycling exercise: spinning with a continuous glucose monitoring system. *Diabetes Technol Ther.* 2006 12; 8 (6): 627-635.

(22) Rixon KP, Rehor PR, Bemben MG. Analysis of the assessment of caloric expenditure in four modes of aerobic dance. *J Strength Cond Res.* 2006 08; 20 (3): 593-596.

(23) Young IM, Thomson K. Spinning-induced rhabdomyolysis: a case report. *Eur J Emerg Med.* 2004 12; 11 (6): 358-359.

(24) Montero J, Lovesio C, Godoy MV, Ruiz G. Rabdomiólisis por spinning en nueve pacientes. *Medicina (B Aires).* 2009; 69 (1): 153-156.

(25) ACSM. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription (7ªed.) General Principles of Exercise Prescription. 2006: (pp. 133-173).

(26) Valle VSd, Mello DBd, Fortes MdSR, Dantas EHM, Mattos MAd. Effect of diet and indoor cycling on body composition and serum lipid. *Arq Bras Cardiol.* 2010 08; 95 (2): 173-178.

(27) del Águila Pérez L. Ejercicio y diabetes. En: López-Chicharro J. Fisiología clínica del ejercicio. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2008. p. 302-303.

(28) Antonacci L, Mortimer LF, Rodrigues VM, Coelho DB, Soares DD, Silami-Garcia E. Competition, estimated, and test maximum heart rate. *J Sports Med Phys Fitness.* 2007 12; 47 (4): 418-421.

(29) Borresen J, Lambert MI. The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Med.* 2009; 39 (9): 779-795.

(30) Karvonen J, Vuorimaa T. Heart rate and exercise intensity during sports activities. Practical application. *Sports Med.* 1988 05; 5 (5): 303-311.

(31) Swain DP, Abernathy KS, Smith CS, Lee SJ, Bunn SA. Target heart rates for the development of cardiorespiratory fitness. *Med Sci Sports Exerc.* 1994 01; 26 (1): 112-116.

(32) Swain DP, Leutholtz BC. Heart rate reserve is equivalent to %VO₂ reserve, not to %VO₂max. *Med Sci Sports Exerc.* 1997 03; 29 (3): 410-414.

(33) Fox SM, 3, Naughton JP, Haskell WL. Physical activity and the prevention of coronary heart disease. *Ann Clin Res.* 1971 12; 3 (6): 404-432.

(34) Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol.* 2001 01; 37 (1): 153-156.

(35) Robergs RA, Landwehr R. The surprising history of the “HRmax= 220-age” equation. *J Exerc Physiol.* 2002; 5 (2): 1-10.

(36) Gellish RL, Goslin BR, Olson RE, McDonald A, Russi GD, Moudgil VK. Longitudinal modeling of the relationship between age and maximal heart rate. *Med Sci Sports Exerc.* 2007 05; 39 (5): 822-829.

(37) Karavirta L, Tulppo MP, Nyman K, Laaksonen DE, Pullinen T, Laukkanen RT, et al. Estimation of maximal heart rate using the relationship between heart rate variability and exercise intensity in 40-67 years old men. *Eur J Appl Physiol.* 2008 05; 103 (1): 25-32.

(38) Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, et al. A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res.* 2001; 15 (1): 109-115.

(39) Fernández Vaquero A. Respuesta cardiaca al ejercicio. López-Chicharro J. *Fisiología clínica del ejercicio.* Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2008. p. 321-330.

(40) Green JM, Pritchett RC, Crews TR, Tucker DC, McLester JR, Wickwire PJ. RPE drift during cycling in 18 degrees C vs 30 degrees C wet bulb globe temperature. *J Sports Med Phys Fitness.* 2007 03; 47 (1): 18-24.

(41) Coyle EF, González-Alonso J. Cardiovascular drift during prolonged exercise: new perspectives. *Exerc Sport Sci Rev.* 2001 04; 29 (2): 88-92.

(42) Ichinose-Kuwahara T, Inoue Y, Iseki Y, Hara S, Ogura Y, Kondo N. Sex differences in the effects of physical training on sweat gland responses during a graded exercise. *Exp Physiol.* 2010 10; 95 (10): 1026-1032.

- (43) López-Chicharro J, Rabadán M, Serratosa L, Fernández-Vaquero A. Respuestas y adaptaciones cardiovasculares al ejercicio. Fisiología del ejercicio. 2ª ed. Madrid: Panamericana; 1998. p. 133-150.
- (44) Dettori NJ, Norvell DC. Non-traumatic bicycle injuries : a review of the literature. Sports Med. 2006; 36 (1): 7-18.
- (45) Whitty AG, Murphy AJ, Coutts AJ, Watsford ML. Factors associated with the selection of the freely chosen cadence in non-cyclists. Eur J Appl Physiol 2009 07; 106 (5): 705-712.
- (46) Hansen EA, Smith G. Factors affecting cadence choice during submaximal cycling and cadence influence on performance. Int J Sports Physiol Perform. 2009 03; 4 (1): 3-17.
- (47) Lepers R, Millet G, Maffiuletti N, Hausswirth C, Brisswalter J. Effect of pedalling rates on physiological response during endurance cycling. Eur J Appl Physiol. 2001; 85 (3): 392-395.
- (48) Denadai BS, Ruas, Vinícius Daniel de Araújo, Figueira TR. Efeito da cadência de pedalada sobre as respostas metabólica e cardiovascular durante o exercício incremental e de carga constante em indivíduos ativos. Revista Brasileira de Medicina do Esporte 2005; 11(5): 286-290.
- (49) Ryschon TW, Stray-Gundersen J. The effect of body position on the energy cost of cycling. Med Sci Sports Exerc. 1991 08; 23 (8): 949-953.
- (50) Hansen EA, Waldeland H. Seated versus standing position for maximization of performance during intense uphill cycling. J Sports Sci. 2008 07; 26 (9): 977-984.
- (51) Borg GA. Perceived exertion: a note on "history" and methods. Med Sci Sports. 1973; 5 (2): 90-93.
- (52) Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. Med Sci Sports Exerc. 1982; 14 (5): 377-81.

(53) Robertson RJ, Goss FL, Dube J, Rutkowski J, Dupain M, Brennan C, et al. Validation of the adult OMNI scale of perceived exertion for cycle ergometer exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2004 01; 36 (1): 102-108.

(54) Green JM, McLester JR, Crews TR, Wickwire PJ, Pritchett RC, Redden A. RPE-lactate dissociation during extended cycling. *Eur J Appl Physiol.* 2005 05; 94 (1-2): 145-150.

(55) Green JM, McLester JR, Crews TR, Wickwire PJ, Pritchett RC, Lomax RG. RPE association with lactate and heart rate during high-intensity interval cycling. *Med Sci Sports Exerc.* 2006 01; 38 (1): 167-172.

(56) Garcin M, Vautier JF, Vandewalle H, Wolff M, Monod H. Ratings of perceived exertion (RPE) during cycling exercises at constant power output. *Ergonomics.* 1998; 41 (10): 1500-1509.

(57) Yamashita S, Iwai K, Akimoto T, Sugawara J, Kono I. Effects of music during exercise on RPE, heart rate and the autonomic nervous system. *J Sports Med Phys Fitness.* 2006 09; 46 (3): 425-430.

(58) Robergs RA, Bereket S, Knight MA. Video-assisted cycling alters perception of effort and increases self-selected exercise intensity. *Percept Mot Skills.* 1998 06; 86 (3): 915-927.

(59) Faulkner J, Parfitt G, 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. *Eur J Appl Physiol.* 2007 10; 101 (3): 397-407.

(60) Eston RG, Lamb KL, Parfitt G, King N. The validity of predicting maximal oxygen uptake from a perceptually-regulated graded exercise test. *Eur J Appl Physiol.* 2005 06; 94 (3): 221-227.

(61) Eston R, Lambrick D, Sheppard K, Parfitt G. Prediction of maximal oxygen uptake in sedentary males from a perceptually regulated, sub-maximal graded exercise test. *J Sports Sci.* 2008 01; 26 (2): 131-139.

(62) Gros Lambert A, Mahon AD. Perceived exertion : influence of age and cognitive development. *Sports Med.* 2006; 36 (11): 911-928.

- (63) SPSS. SPSS Statistics 19.0 Command Syntax Reference. 2010; SPSS Inc. 2010.
- (64) Ferrán Aranaz M. SPSS para Windows. Programación y Análisis Estadístico. Mc Graw Hill; 1996.
- (65) Sánchez., M, Frutos, G. y Cuesta, P. L. Estadística y matemáticas aplicadas. Síntesis; 1996.
- (66) Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011; 43 (7): 1334.
- (67) González-Alonso J, Teller C, Andersen SL, Jensen FB, Hyldig T, Nielsen B. Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. *J Appl Physiol.* 1999; 86 (3): 1032-1039.
- (68) Montain SJ, Coyle EF. Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *J Appl Physiol.* 1992 10; 73 (4): 1340-1350.
- (69) Wingo JE, Lafrenz AJ, Ganio MS, Edwards GL, Cureton KJ. Cardiovascular drift is related to reduced maximal oxygen uptake during heat stress. *Med Sci Sports Exerc.* 2005 02; 37(2): 248-255.
- (70) Chevront SN, Kenefick RW, Montain SJ, Sawka MN. Mechanisms of aerobic performance impairment with heat stress and dehydration. *J Appl Physiol.* 2010; 109 (6): 1989-1995.
- (71) Mora-Rodriguez R. Influence of aerobic fitness on thermoregulation during exercise in the heat. *Exerc Sport Sci Rev.* 2012 04; 40 (2): 79-87.
- (72) Mora-Rodriguez R, Del Coso J, Aguado-Jimenez R, Estevez E. Separate and combined effects of airflow and rehydration during exercise in the heat. *Med Sci Sports Exerc.* 2007 10; 39 (10): 1720-1726.

(73) Sawka, M.N., Cheuvront, S.N., Kenefick, R.W. High skin temperature and hypohydration impair aerobic performance. *Exp physiol.* 2012 04; 97: 327-332.

(74) Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39 (2): 377-390.

(75) González-Alonso J, Mora-Rodríguez R, Below PR, Coyle EF. Dehydration reduces cardiac output and increases systemic and cutaneous vascular resistance during exercise. *J Appl Physiol.* 1995 11; 79 (5): 1487-1496.

(76) Sawka MN, Montain SJ. Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress. *Am J Clin Nutr.* 2000 08; 72 (2): 564S-572S.

(77) Cheuvront SN, Haymes EM. Thermoregulation and marathon running: biological and environmental influences. *Sports Med.* 2001; 31 (10): 743-762.

(78) Dubois, D., Dubois, D.F. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be know. *Arch intern med.* 1916; 17:863-871.

(79) Coso JD, Hamouti N, Ortega JF, Fernández-Elías V,E., Mora-Rodríguez R. Relevance of individual characteristics for thermoregulation during exercise in a hot-dry environment. *Eur J Appl Physiol.* 2011 09; 111 (9): 2173-2181.

(80) Cheung SS, McLellan TM. Heat acclimation, aerobic fitness, and hydration effects on tolerance during uncompensable heat stress. *J Appl Physiol .* 1998; 84 (5): 1731-1739.

(81) Buono MJ, McKenzie BK, Kasch FW. Effects of ageing and physical training on the peripheral sweat production of the human eccrine sweat gland. *Age Ageing.* 1991 11; 20 (6): 439-441.

(82) Inbar O, Morris N, Epstein Y, Gass G. Comparison of thermoregulatory responses to exercise in dry heat among prepubertal boys, young adults and older males. *Exp Physiol.* 2004 11; 89 (6): 691-700.

(83) Sawka MN, Montain SJ. Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress. *Am J Clin Nutr.* 2000 08; 72 (2): 564S-572S.

- (84) Saltin B, Hermansen L. Esophageal, rectal, and muscle temperature during exercise. *J Appl Physiol* 1966; 21 (6): 1757-1762.
- (85) Sawka MN, Cheuvront SN, Kenefick RW. High skin temperature and hypohydration impair aerobic performance. *Exp Physiol*. 2012 03; 97 (3): 327-332.
- (86) Adams WC, Mack GW, Langhans GW, Nadel ER. Effects of varied air velocity on sweating and evaporative rates during exercise. *J Appl Physiol*. 1992; 73 (6): 2668-2674.
- (87) Nadel E, Pandolf K, Roberts M, Stolwijk J. Mechanisms of thermal acclimation to exercise and heat. *J Appl Physiol*. 1974; 37 (4): 515-520.
- (88) Berglund LG, Gonzalez RR. Evaporation of sweat from sedentary man in humid environments. *J Appl Physiol*. 1977; 42 (5): 767-772.
- (89) Barbado C. El ciclo indoor como actividad física saludable. *Revista Española de Educación Física y Deportes*. 2011; 394: 53-68.
- (90) Potteiger JA, Schroeder JM, Goff kL. Influence of music on ratings of perceived exertion during 20 minutes of moderate intensity exercise. *Percept Mot Skills*. 2000; 91 (3): 848-854.
- (91) Waterhouse J, Hudson P, Edwards B. Effects of music tempo upon submaximal cycling performance. *Scand J Med Sci Sports*. 2010 08; 20 (4): 662-669.
- (92) Marsh AP, Martin PE. Perceived exertion and the preferred cycling cadence. *Med Sci Sports Exerc*. 1998 06; 30 (6): 942-948.
- (93) Green JM, Crews TR, Bosak AM, Peveler WW. Overall and differentiated ratings of perceived exertion at the respiratory compensation threshold: effects of gender and mode. *Eur J Appl Physiol*. 2003 06; 89 (5): 445-450.
- (94) Cook DB, O'Connor ,P.J., Oliver SE, Lee Y. Sex differences in naturally occurring leg muscle pain and exertion during maximal cycle ergometry. *Int J Neurosci*. 1998 09; 95 (3-4): 183-202.

- (95) Hawkins SA, Marcell TJ, Victoria Jaque S, Wiswell RA. A longitudinal assessment of change in VO_2max and maximal heart rate in master athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2001 10; 33 (10): 1744-1750.
- (96) Balmer J, Bird S, Davison R. Indoor 16.1-km time-trial performance in cyclists aged 25- 63 years. *J Sports Sci.* 2008 01; 26 (1): 57-62.
- (97) Ransdell LB, Vener J, Huberty J. Masters athletes: An analysis of running, swimming and cycling performance by age and gender. *Journal of Exercise Science & Fitness.* 2009; 7 (2): S61-S73.
- (98) Cruz CF, Bankoff AD. Electromyography in cycling: difference between clipless pedal and toe clip pedal. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 2001 06; 41 (4): 247-252.
- (99) Mornieux G, Stapelfeldt B, Gollhofer A, Belli A. Effects of pedal type and pull-up action during cycling. *Int J Sports Med.* 2008 10; 29 (10): 817-822.
- (100) Travlos AK, Marisi DQ. Perceived exertion during physical exercise among individuals high and low in fitness. *Percept Mot Skills.* 1996 04; 82 (2): 419-424.
- (101) González-Alonso J, Calbet JA, Nielsen B. Metabolic and thermodynamic responses to dehydration-induced reductions in muscle blood flow in exercising humans. *J Physiol.* 1999 10; 520 (2): 577-589.
- (102) Maw GJ, Boutcher SH, Taylor NA. Ratings of perceived exertion and affect in hot and cool environments. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1993; 67 (2): 174-179.
- (103) Robertson RJ, Moyna NM, Sward KL, Millich NB, Goss FL, Thompson PD. Gender comparison of RPE at absolute and relative physiological criteria. *Med Sci Sports Exerc.* 2000 12; 32 (12): 2120-2129.
- (104) Haskell WL, Lee I. Physical activity and public health. Updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation.* 2007 08; 116 (9): 1181-1193.
- (105) Thompson PD, Franklin BA, Balady GJ, Blair SN, Corrado D, Estes NAM, et al. Exercise and acute cardiovascular events placing the risks into perspective:

a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism and the Council on Clinical Cardiology. *Circulation*. 2007 05; 115 (17): 2358-2368.

(106) Helgerud J, Høydal K, Wang E, Karlsen T, Berg P, Bjerkaas M, et al. Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc*. 2007 04; 39 (4): 665-671.

(107) Wisløff U, Støylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognmo Ø, Haram PM, et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation*. 2007 06; 115 (24): 3086-3094.

(108) Moholdt T, Aamot IL, Granøien I, Gjerde L, Myklebust G, Walderhaug L, et al. Aerobic interval training increases peak oxygen uptake more than usual care exercise training in myocardial infarction patients: a randomized controlled study. *Clin Rehabil*. 2012 01; 26 (1): 33-44.

(109) DiPietro L, Dziura J, Yeckel CW, Neuffer PD. Exercise and improved insulin sensitivity in older women: evidence of the enduring benefits of higher intensity training. *J Appl Physiol*. 2006 01; 100 (1): 142-149.

(110) Tjønnå AE, Lee SJ, Rognmo Ø, Stølen T,O., Bye A, Haram PM, et al. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. *Circulation* 2008 07; 118 (4): 346-354.

8. ANEXOS

8. ANEXOS

8.1. Carta de presentación

Estimados colaboradores;

Me gustaría agradecer su interés en colaborar en la presente investigación científica, la cual sin su inestimable colaboración no podría desarrollarse.

A continuación procedo a aclararles algunos puntos importantes para su información así como para el correcto desarrollo de la investigación:

- La presente investigación lleva por nombre **“Valoración de la intensidad en el Ciclo Indoor”**.
- Forma parte de la Tesis Doctoral del Doctorando Carlos Barbado Villalba.
- Para formar parte de la muestra de sujetos en esta investigación resulta imprescindible cumplir los siguientes requisitos:
 1. **Llevar al menos tres meses practicando Ciclo Indoor de manera frecuente.**
 2. **No padecer ninguna enfermedad crónica o patología declarada.**
- El objetivo del presente estudio es el de cuantificar la intensidad media de entrenamiento durante una sesión de Ciclo Indoor en una muestra significativamente amplia. Posteriormente se valorarán aspectos como la relación entre la FC media obtenida, la edad de los sujetos, la pérdida de líquido u otras variables.

- Para ello ustedes deben realizar una sesión de Ciclo Indoor como lo hacen habitualmente, **es de máxima importancia que no modifiquen su patrón de conducta habitual durante el entrenamiento**. La única diferencia radica en que durante la sesión llevarán conectada una banda de registro para la frecuencia cardiaca.
- Previamente a la realización de la sesión deben cumplimentar varios cuestionarios en los que se les preguntará su edad, estado de salud, se les pesará y medirá. **Estos datos son confidenciales y serán utilizados exclusivamente para el desarrollo de esta investigación**. En caso de que la investigación sea publicada, no aparecerá la identidad de los sujetos que hayan formado parte de la muestra.
- Con el objetivo de no interferir en el funcionamiento habitual del gimnasio, así como de optimizar el tiempo, **se pide a los participantes que acudan 30 minutos antes del inicio de la sesión** para proceder a las labores de pesaje, medición y testeo con tranquilidad.

Les saluda atentamente:

CARLOS BARBADO VILLALBA

8.2. Valoración del estado de salud

DATOS PERSONALES

Nombre:.....Apellidos:.....

Edad:..... Fecha y hora:..... Gimnasio:

CUESTIONARIO PAR-Q

1. ¿Le ha dicho alguna vez su médico que tiene usted problemas cardíacos y que no debe hacer ejercicios sin consultarlo con un médico?
2. ¿La actividad física le ocasiona dolores en el pecho?
3. En el último mes, ¿ha sentido dolor en el pecho cuando ha hecho algún esfuerzo?
4. Siente mareos que le hacen perder el equilibrio o el conocimiento?
5. Tiene algún problema óseo o articular que pudiese agravarse con el ejercicio físico propuesto?
6. ¿Le receta su médico medicamentos contra la hipertensión o la insuficiencia cardíaca (por ejemplo, diuréticos)?
7. ¿Su experiencia personal o el asesoramiento médico le hacen pensar que no debería hacer ejercicio físico sin prescripción médica?

Certifico que he leído, comprendido y rellenado el presente cuestionario.

Firma:..... Fecha:.....

8.3. Hábitos de práctica de actividad física

DATOS PERSONALES

Nombre:.....Apellidos:.....

Edad:..... Fecha y hora:..... Gimnasio:

INFORMACIÓN SOBRE LA PRÁCTICA DE ACTIVIDAD FÍSICA

- Tiempo practicando actividad física:
- Tipo de Actividad Física:
- ¿Practica actualmente alguna otra actividad?
- Tiempo practicando Ciclo Indoor:
- Frecuencia semanal de la práctica:
- ¿Utiliza pulsómetro habitualmente en sus entrenamientos?
- ¿Utiliza pedal automático durante la práctica de Ciclo Indoor?
- Observaciones:

8.4. Ficha de registro de la de sesión

DATOS PERSONALES

Nombre:.....Apellidos:.....

Edad:.....Fecha y hora:.....Gimnasio:

INFORMACIÓN RC

Número de banda.....

FC máx Estimada (220 – edad):

TEMPERATURA Y HUMEDAD

- Temperatura inicial Temperatura final.....
- Humedad inicial..... Humedad final.....

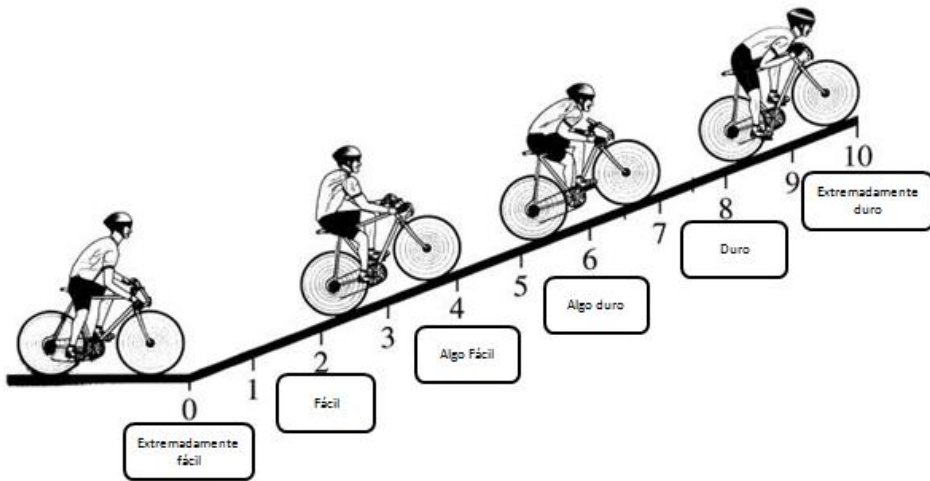
PESO Y TALLA

- Estatura:
- Peso antes de la sesión:
 - BMI:
- Peso después de la sesión:
 - Diferencia de peso:
- Peso bidón antes de la sesión:
- Peso bidón después de la sesión:
 - Líquido ingerido:
- Pérdida estimada de líquido:
 - Diferencia de peso – líquido ingerido:

RPE

- Minuto 15:
- Minuto 30:
- Minuto 45:

8.5. Ficha de registro de la RPE



Nombre:
Apellidos:
Fecha y hora:
Gimnasio:

Min 15

Min 30

Min 45

8.6. Glosario

ACSM: Colegio Americano de Medicina del Deporte.

AF: Alta frecuencia.

Bpm: Beats musicales por minuto.

CEL: Cadencia elegida libremente.

CI: Ciclismo Indoor.

FC: Frecuencia cardiaca.

FC media: Frecuencia cardiaca media durante la sesión.

FCmedia1: Frecuencia Cardiaca media desde el inicio de la sesión hasta el minuto 15.

FCmedia2: Frecuencia cardiaca media entre el minuto 16 y el minuto 30 de la sesión.

FCmedia3: Frecuencia cardiaca entre el minuto 31 y el último pico de intensidad de la sesión.

FC15: Frecuencia cardiaca en el minuto 15 de la sesión.

FC30: Frecuencia cardiaca en el minuto 30 de la sesión.

FC45: Frecuencia cardiaca en el minuto 45 de la sesión.

FCmáx: Frecuencia cardiaca máxima alcanzada durante la sesión.

FC target: Frecuencia cardiaca objetivo durante el entrenamiento.

FC training: Frecuencia cardiaca real durante el entrenamiento.

FCR: Frecuencia cardiaca de reserva.

GC: Gasto cardiaco.

HDL-C: Lipoproteína de alta densidad.

IMC: Índice de masa corporal.

Kcal: Kilocaloría.

La: Lactato

Lpm: Latido por minuto.

mmHg: Milímetros de mercurio.

OBLA: Máximo estado estable de lactato.

RPE: Percepción del esfuerzo.

RPE1: Percepción del esfuerzo en el minuto 15 de la sesión.

RPE2: Percepción del esfuerzo en el minuto 30 de la sesión.

RPE3: Percepción del esfuerzo en el minuto 45 de la sesión.

Rpm: Revoluciones por minuto.

TZ1: Tiempo en la zona 1.

TZ2: Tiempo en la zona 2.

TZ3: Tiempo en la zona 3.

TZ4: Tiempo en la zona 4.

VFC: Variabilidad de la FC

VO₂: Consumo de oxígeno.

VO₂máx: Consumo de oxígeno máximo.

VO₂R: Reserva de consumo de oxígeno.

VS: Volumen sistólico.

W: Potencia en vatios.

%FCmáx: Porcentaje de la frecuencia cardiaca máxima.

%VO₂máx: Porcentaje del consumo máximo de oxígeno.

ΔT: Incremento de temperatura.

ΔH: Incremento de humedad.

°C: Grados centígrados.

8.7. Índice de tablas

Tabla 1. Objetivos de la práctica de CI	8
Tabla 2. Resumen de los estudios publicados hasta la fecha en relación a la intensidad de entrenamiento en CI	32

Tabla 3. Comparativa de las medidas antropométricas en los cuatro grupos	37
Tabla 4. Comparativa del perfil lipídico en los cuatro grupos	38
Tabla 5. Zonas de entrenamiento en CI	40
Tabla 6. Ecuación para determinar la intensidad mediante la FCR	41
Tabla 7. Relación entre el %VO ₂ máx, el %FCmáx	41
Tabla 8. Fórmulas de estimación de la FCmáx	43
Tabla 9. Ecuación para estimar la FCmáx mediante la VFC	44
Tabla 10. Resultados de los test hasta la extenuación con un 10% de inclinación	52
Tabla 11. Escala de Borg (6-20)	54
Tabla 12. Escala de Borg (1-10)	54
Tabla 13. Características antropométricas de la muestra (N=300)	68
Tabla 14. Estadísticos de muestras relacionadas para comparar la fórmula de Fox con la de Guellish y Tanaka	72
Tabla 15. Prueba de muestras relacionadas para comparar la fórmula de Fox con la de Guellish y Tanaka	72
Tabla 16. Recomendaciones para el uso de la OMNI-Scale	77
Tabla 17. Diferencia de peso neto e ingesta de líquido durante la sesión	84

Tabla 18. Diferencia de peso neto e ingesta de líquido en función del sexo	84
Tabla 19. Diferencia de peso neto e ingesta de líquido en función de la edad	85
Tabla 20. Diferencia de peso neto e ingesta de líquido en función de la experiencia	85
Tabla 21. Diferencia de peso neto e ingesta de líquido en función del uso habitual del pulsómetro	86
Tabla 22. Diferencia de peso neto e ingesta de líquido en función del uso de pedal SPD	87
Tabla 23. Diferencia de peso neto e ingesta de líquido en función de la tasa de sudoración estimada	87
Tabla 24. Diferencia de peso neto e ingesta de líquido en función del incremento de temperatura durante la sesión	88
Tabla 25. Diferencia de peso neto e ingesta de líquido en función del incremento de humedad durante la sesión	89
Tabla 26. FC media durante la sesión de CI	89
Tabla 27. FC en el minuto 15, 30 y 45	90
Tabla 28. Tiempo en cada zona de FC	91
Tabla 29. Valores de la RPE a lo largo de la sesión de CI	91

Tabla 30. FC media para la totalidad de la sesión según el sexo	92
Tabla 31. FC media en los diferentes periodos de la sesión según el sexo	93
Tabla 32. Tiempo de permanencia en cada zona de entrenamiento según sexo	93
Tabla 33. Valores de la RPE según el sexo	94
Tabla 34. FC media en la totalidad de la sesión para los diferentes grupos de edad	94
Tabla 35. FC media en cada parte de la sesión para los diferentes grupos de edad	95
Tabla 36. Tiempo en cada zona de entrenamiento para los diferentes grupos de edad	96
Tabla 37. Valores de la RPE para los diferentes grupos de edad	97
Tabla 38. FC media en la totalidad de la sesión en función de la experiencia	97
Tabla 39. FC media en cada parte de la sesión en función de la experiencia	98
Tabla 40. Tiempo en cada zona de entrenamiento en función de la experiencia	99
Tabla 41. Valores de la RPE en función de la experiencia	99

Tabla 42. FC media durante la sesión en función de la utilización habitual del pulsómetro	100
Tabla 43. FC media en cada periodo de la sesión en función del uso habitual del pulsómetro	100
Tabla 44. Tiempo en cada zona de entrenamiento en función de la utilización habitual del pulsómetro	101
Tabla 45. Valores de la RPE en función de la utilización habitual del pulsómetro	102
Tabla 46. FC media durante la sesión en función de la utilización del sistema SPD	103
Tabla 47. FC media en los diferentes periodos de la sesión en función del uso del pedal SPD	103
Tabla 48. Tiempo en cada zona de entrenamiento en función del uso del pedal SPD	104
Tabla 49. Valores de la RPE en función de la utilización del pedal SPD	105
Tabla 50. FC media en la totalidad de la sesión en función de la diferencia de peso neto	105
Tabla 51. FC media en cada parte de la sesión en función de la diferencia de peso neto	106

Tabla 52. Tiempo en cada zona de entrenamiento en función de la diferencia de peso neto	107
Tabla 53. Valores de la RPE en función de la pérdida de peso neto	108
Tabla 54. FC media en la totalidad de la sesión en función del incremento de temperatura	108
Tabla 55. FC media en cada parte de la sesión en función del incremento de temperatura	109
Tabla 56. Tiempo en cada zona de entrenamiento en función del incremento de temperatura	110
Tabla 57. Valores de la RPE en función del incremento de temperatura	111
Tabla 58. FC media en la totalidad de la sesión en función del incremento de humedad	111
Tabla 59. FC media en cada parte de la sesión en función del incremento de humedad	112
Tabla 60. Tiempo en cada zona de entrenamiento en función del incremento de humedad	113
Tabla 61. Valores de la RPE en función del incremento de humedad	114
Tabla 62. Correlaciones entre la FC y la RPE en las sesiones de CI	114
Tabla 63. Correlaciones entre la FC y la RPE en los hombres	115
Tabla 64. Correlaciones entre la FC y la RPE en las mujeres	116

Tabla 65. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo Edad1	117
Tabla 66. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo Edad2	117
Tabla 67. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo Edad3	118
Tabla 68. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo Exp1	119
Tabla 69. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo Exp2	119
Tabla 70. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo Exp3	120
Tabla 71. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo Pulsómetro NO	121
Tabla 72. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo Pulsómetro SI	121
Tabla 73. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo SPD NO	122
Tabla 74. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo SPD SI	123
Tabla 75. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo TS1	124
Tabla 76. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo TS2	124
Tabla 77. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo TS3	125
Tabla 78. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo $\Delta T1$	126
Tabla 79. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo $\Delta T2$	126
Tabla 80. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo $\Delta T3$	127
Tabla 81. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo $\Delta H1$	128
Tabla 82. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo $\Delta H2$	128
Tabla 83. Correlaciones entre la FC y la RPE en el grupo $\Delta H2$	129

8.8. Índice de figuras

Figura 1. Número de practicantes por actividad en Estados Unidos en el año 2010	4
Figura 2. Evolución de la práctica de Actividad Física en la población española de entre 15 y 65 años	6
Figura 3. Practicantes de Actividad Física por tipo de actividad en España	7
Figura 4. Pedaleo de pie	14
Figura 5. Pedaleo sentado	14
Figura 6. Fases de la pedalada	17
Figura 7. Porcentaje del tiempo total de la sesión de CI por zonas de intensidad en relación al VO_2 máx	21
Figura 8. Porcentaje del tiempo total de la sesión de CI por zonas de intensidad en relación a la FC	22
Figura 9. Valores de intensidad medios cuantificados durante una sesión de CI diferenciando entre hombres y mujeres	24
Figura 10. Comparativa de los resultados de gasto calórico por hora de ejercitación en CI según los diferentes estudios publicados	27
Figura 11. Comparativa del %FCmáx durante una sesión de distintas actividades fitness	29

Figura 12. Comparativa del gasto calórico por unidad de tiempo en diferentes actividades de Fitness	30
Figura 13. Escala OMNI validada para ciclismo	55
Figura 14. Escala OMNI validada para ciclismo (traducida al castellano)	77