



UNIVERSIDAD DE LEÓN

Máster Universitario Innovación e Investigación en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en la condición física de árbitros de baloncesto

Effects of high-intensity interval training on basketball referees fitness

Autor: Xabel Guiu Martínez

Director: Dr. José Gerardo Villa Vicente

León, Julio de 2016

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN / ABSTRACT	3
INDICE DE ABREVIATURAS	5
INDICE DE TABLAS Y FIGURAS	7
1. OBJETIVOS Y COMPETENCIAS A DESARROLLAR POR EL ALUMNO	8
2. ANTECEDENTES	9
2.1.El entrenamiento de la resistencia	9
2.2.El entrenamiento interválico de alta intensidad: high intensity interval training (HIIT)	10
2.3.El entrenamiento repetido de sprints: Repeat Sprint Ability (RSA)	11
2.4.Adaptaciones fisiológicas producidas por el HIIT	13
2.5.Dosis - respuesta al entrenamiento HIIT	15
2.6.Entrenamiento de alto volumen vs alta intensidad	16
2.7.Prescripción individualizada de HIIT	16
2.8.Adherencia al entrenamiento HIIT	20
2.9.Demandas fisiológicas de los árbitros durante los partidos de baloncesto	21
3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	22
3.1.Objetivo general	22
3.2.Objetivos específicos	22
4. METODOLOGÍA	23
4.1.Participantes	23
4.2.Procedimiento	23
4.3. Cronograma del Diseño experimental	27
4.4. Análisis estadístico	28
5. RESULTADOS	29
5.1.Antropometría y composición corporal	29
5.2.Test RSA	29
5.3.Test 30-15 IFT	30
5.4. Prueba de esfuerzo/ergoespiometría en laboratorio con tapiz rodante	30
6. DISCUSIÓN	40
7. CONCLUSIONES	42
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	43
9. ANEXOS	47
Anexo 1. IPAQ: Cuestionario Internacional de Actividad Física	47
Anexo 2. PARQ: Cuestionario Para Práctica de Actividad Física	49
Anexo 3. Cálculo de la distancia individualizada de carrera en base al 30-15 IFT	50

RESUMEN

Introducción. En los últimos años se ha incrementado el interés de la comunidad científica acerca de la optimización de las adaptaciones resultantes del entrenamiento físico y la minimización del tiempo de esfuerzo y de entrenamiento. El entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) es un método de entrenamiento de la resistencia que permite con la escasa realización de ≤ 10 min de ejercicio intenso dentro de un compromiso de tiempo de ≤ 30 minutos por sesión (incluyendo el calentamiento, la recuperación entre los intervalos y el enfriamiento) una mejora de la tolerancia al ejercicio y la condición física (Guillen & Gibala, 2013). Se propone que es útil en deportes intermitentes de alta intensidad y especialmente cuando se posee una escasa disponibilidad horaria para entrenar (Buchheit & Laursen, 2013); lo cual podría aplicarse a árbitros de baloncesto. **Objetivo.** Analizar si el HIIT es un método de entrenamiento eficaz para este colectivo. **Metodología.** 24 árbitros de baloncesto fueron distribuidos aleatoriamente en tres grupos diferentes de entrenamiento supervisados 2 días/semana durante un periodo de 8 semanas: 1) grupo running (GR): realizan carrera continua al 60% del $VO_{2m\acute{a}x}$; 2) grupo RSA (GRSA): sprints de 20 metros “all out”/30 s de recuperación (Girard et al, 2011); y 3) grupo HIIT (GHIIT): realizan carreras al 90% $V_{IFT}/20$ s de recuperación a velocidad individualizada (V_{IFT}) en función del test 30-15 IFT (Buchheit, 2008). Tanto antes como después del periodo de entrenamientos se realizó una cineantropometría y una prueba de esfuerzo ergoespirométrica en tapiz rodante en el laboratorio; y cada 48 h después tanto un test RSA, como un test 30-15 IFT para valorar adaptaciones. **Resultados.** Se redujo significativamente ($p < 0,05$) el índice de fatiga en el test RSA en los grupos que entrenaron RSA (de un 4,6 a un 3,6%) y HIIT (de un 3,7 a un 3,1%). La velocidad final del test 30-15 IFT aumentó en el grupo RSA (de 18 a 18,9 km/h) y en el grupo HIIT (de 19,3 a 20,3 km/h). Aunque ningún grupo vio incrementada significativamente su capacidad aeróbica ($VO_{2m\acute{a}x}$), si hubo mejoras en el umbral anaeróbico-VT2 en los 3 grupos (6% RSA, 6% HIIT y 7,8% running). El umbral aeróbico-VT1 mejoró un 11,9% solo en el grupo running. **Conclusiones.** El HIIT parece ser un método de entrenamiento específico para mejorar la condición física de los árbitros de baloncesto, aunque las adaptaciones conseguidas son similares independientemente de que el tipo de intervalo realizado sea de mayor o menor duración.

Palabras clave: Árbitros, Baloncesto, Capacidad Aeróbica, HIIT, RSA, 30-15 IFT, Running.

ABSTRACT

Introduction. Last years there has been an increase in the interest of the scientific community about the optimization of the adjustments resulting from physical training and reduction the time of effort and training. High Intensity Interval Training (HIIT) is a method of resistance training that allows with the poor performance of ≤ 10 min of intense exercise within a time commitment of ≤ 30 minutes per session (including warming up exercises, recovery between intervals and cooling down) an improved exercise tolerance and fitness (Guillen & Gibala, 2013). This will be useful in intermittent high intensity sports and especially when there is a limited time for training (Buchheit & Laursen, 2013); this could be applied to basketball referees. **Objective.** Analyzing whether the HIIT is an effective training method for this group. **Methods.** 24 basketball referees were randomized into three groups for supervised training 2 days / week over a period of 8 weeks: 1) running group (GR) continuous exercise at 60% VO₂max; 2) RSA group (GRSA) 20 meter sprints "all out" / 30 s recovery; and 3) HIIT group (GHIIT) individualized according to the IFT 30-15, 20 s 90% VIFT / 20 s intervals recovery. Both before and after the training period one kinanthropometry and an ergospirometric test treadmill exercise were performed in the laboratory; and every 48 h after both an RSA test and an 30-15 IFT were performed to assess adaptations. **Results.** The rate of fatigue in the test RSA was significantly reduced ($p < 0.05$) in RSA (from 4.6 to and 3.6%) and HIIT trained groups (from 3.7 to 3, 1%). The final speed of the 30-15 test increased on RSA group (18 to 18.9 km / h) and on HIIT group (from 19.3 to 20.3 km / h). Although no group had increased aerobic capacity (VO₂max), there were improvements in anaerobic-threshold (VT2) in the 3 groups (RSA 6%, HIIT 6% and 7.8% running). Aerobic-threshold (VT1) improved 11.9% only in the running group. **Conclusions.** HIIT seems to be a specific method of training to improve fitness on basketball referees, although the adaptations achieved are similar regardless of the duration of the type of interval.

Key words: Referees, Basketball, Aerobic Capacity, HIIT, RSA, 30-15 IFT, Running

INDICE DE ABREVIATURAS

%	Porcentaje
*	Diferencias significativas en el grupo RSA
#	Diferencias significativas en el grupo HIIT
\$	Diferencias significativas en el grupo running
>	Mayor
<	Menor
[La]	Concentración de lactato
ACSM	“American College of Sports Medicine”
ATP	Adenosín Trifosfato
CMJ	“Counter Movement Jump”
COD	Cambios de dirección
CR	Cociente Respiratorio
FC	Frecuencia Cardiaca
FCmáx	Frecuencia Cardiaca Máxima
H ⁺	Hidrogeniones
HIIT	High Intensity Interval Training
HIPT	High Intensity Power Training
IFT	Intermittent Fitness Test
IPAQ	International Physical Activity Questionnaire
m	Metros
min	Minutos
MICT	Moderate Intensity Continuous Training
NH ₃	Amoniaco
p	Nivel de significación estadística
PAR-Q	Physical Activity Readiness Questionare
PCr	Fosfocreatina
PSE	Percepción Subjetiva del Esfuerzo
Q1	Primer periodo de un partido de baloncesto
Q4	Cuarto periodo de un partido de baloncesto

RSA	Repeat Sprint Ability (Entrenamiento repetido de sprints)
RSA mean	Media de los sprints realizados en el test RSA
RSA best	Mejor sprint realizado en el test RSA
s	Segundos
SIT	Sprint Interval Training (Entrenamiento interválico de sprints)
TFM	Trabajo Fin de Máster
TQR	Percepción subjetiva de recuperación
T@_VO _{2máx}	Tiempo empleado a una intensidad superior al 90% del VO _{2máx}
VCO ₂	Volumen de dióxido de carbono
VCO _{2máx}	Volumen máximo de dióxido de carbono
V _{IFT}	Velocidad final del 30-15 intermittent fitness test
V _{L-B}	Velocidad final en el test de Léger-Boucher
VO ₂	Consumo de oxígeno
VO _{2máx}	Consumo máximo de oxígeno
VT1	Umbral ventilatorio 1 (aeróbico)
VT2	Umbral ventilatorio 2 (anaeróbico)
V _{VO2máx}	Velocidad a la cual se alcanza el consumo máximo de oxígeno

ÍNDICE DE Y TABLAS FIGURAS

INDICE DE TABLAS:

Tabla 1. Tipos de entrenamiento HIIT (Buchheit & Laursen, 2013)	11
Tabla 2. Protocolos de carreras intermitentes de alta intensidad con la V_{IFT} utilizada como velocidad de referencia para individualizar las distancias de carrera (Bouchheit & Laursen, 2013)	20
Tabla 3. . Escala de Borg (0 a 10 puntos) de Percepción Subjetiva de Esfuerzo (PSE) (Borg, 1982); y Escala de Percepción Subjetiva de la Recuperación al esfuerzo (Total Quality Recovery o TQR) (Kentta & Hassmen, 1998).	25
Tabla 4. Cronograma correspondiente a la parte experimental del estudio	27
Tabla 5. Antropometría y composición corporal antes y después del periodo de entrenamientos	29
Tabla 6. Test RSA antes y después del periodo de entrenamientos	29
Tabla 7. Tasa de oxidación de grasas (%FATox) en todos los grupos antes y después del periodo de entrenamientos	31
Tabla 8. Valores máximos ergoespirométricos en los grupos antes y después del periodo de entrenamientos	34
Tabla 9. . Valores correspondientes al umbral ventialtorio-2 (VT2), o umbral anaeróbico, en los grupos antes y después del periodo de entrenamientos	35
Tabla 10. Valores correspondientes al umbral ventialtorio-1 (VT1), o umbral aeróbico, en los grupos antes y después del periodo de entrenamientos	36
Tabla 11. Frecuencia cardíaca y percepción subjetiva de recuperación (escala TQR) tras finalizar prueba de esfuerzo ergoespirométrica máxima en todos los grupos antes y después del periodo de entrenamientos	38

INDICE DE FIGURAS:

Figura 1. Porcentaje de contribución de los sistemas aeróbico/anaeróbico en diferentes distancias de carrera	10
Figura 2. Efectos de la recuperación sobre la fatiga en sprints máximos de 4 segundos. Los sprints intermitentes eran ejecutados cada 2 minutos, mientras que los sprints repetidos se ejecutaban cada 30 segundos	12
Figura 3. Representación de la ASR y los tipos de entrenamiento HIIT posibles en función del % de intensidad.	18
Figura 4. FC, expresada como % de la frecuencia cardíaca de reserva ($\%HR_{res}$), en tres jugadores de balonmano profesionales durante carreras intermitentes con cambio de dirección (15 s x 15 s) completadas a un porcentaje de la V_{L-B} (panel superior) o de la V_{IFT} (panel inferior) como velocidad de referencia.	19

- Figura 5.** Área preparada para el 30-15IFT mostrando un ejemplo de dos carreras 26
- Figura 6.** Índice de fatiga durante el test RSA antes y después del periodo de entrenamientos en los grupos RSA, HHIT y Running. Diferencias significativas en grupos por el efecto del entrenamiento: * = $p < 0,05$. 30
- Figura 7.** Velocidad final (km/h) en el test 30-15 IFT antes y después del periodo de entrenamientos en los grupos RSA, HHIT y Running. Diferencias significativas en grupos por el efecto del entrenamiento: * = $p < 0,05$. 31
- Figura 8.** Porcentaje de tasa de oxidación de grasas (%FATox) antes y después del periodo de entrenamientos en el grupo de entrenamiento con RSA (GRSA). Diferencias significativas: * = $p < 0,05$; n.s. = no significativas. Donde n = tamaño muestral; Vel = velocidad (km/h) en tapiz rodante; %FATox = % de grasas respecto al total de kcal/min 32
- Figura 9.** Porcentaje de tasa de oxidación de grasas (%FATox) antes y después del periodo de entrenamientos en el grupo de entrenamiento con HIIT (GHIIT). Diferencias significativas: * = $p < 0,05$; n.s. = no significativas. Donde n = tamaño muestral; Vel = velocidad (km/h) en tapiz rodante; %FATox = % de grasas respecto al total de kcal/min 32
- Figura 10.** Porcentaje de tasa de oxidación de grasas (%FATox) antes y después del periodo de entrenamientos en el grupo de entrenamiento de running (GR). Diferencias significativas: * = $p < 0,05$; n.s. = no significativas. Donde n = tamaño muestral; Vel = velocidad (km/h) en tapiz rodante; %FATox = % de grasas respecto al total de kcal/min 33
- Figura 11.** Ventilación máxima en la prueba ergoespirométrica máxima antes y después del periodo de los entrenamientos en los tres grupos. Diferencias significativas en grupos por el entrenamiento: * = $p < 0,05$; n.s. = no significativas. Donde VEmax = ventilación máxima (l/min) 33
- Figura 12:** Umbral anaeróbico o ventilatorio-VT2 expresado como % del VO_2 máx en la prueba ergoespirométrica máxima antes y después del periodo de los entrenamientos en los tres grupos (GRSA, GHIIT, GR). Diferencias significativas en grupos por el entrenamiento: * = $p < 0,05$. Donde % VO_2 maxVT2 = porcentaje del consumo máxima de oxígeno en el umbral anaeróbico o ventilatorio-VT2. 37
- Figura 13.** Umbral aeróbico o ventilatorio-VT1 expresado como % del VO_2 máx en la prueba ergoespirométrica máxima antes y después del periodo de los entrenamientos en los tres grupos (GRSA, GHIIT, GR). Diferencias significativas en grupos por el entrenamiento: * = $p < 0,05$. Donde % VO_2 maxVT1 = porcentaje del consumo máximo de oxígeno en el umbral aeróbico o ventilatorio-VT1 37
- Figura 14.** Correlaciones entre VO_2 max, tiempo medio de los sprints en test RSA (RSA mean), mejor sprint (RSA best) y velocidad alcanzada en el test 30-15 ITF (V_{IFT}) en los árbitros de baloncesto. Nivel de significación: *= $p < 0,05$; **= $p < 0,01$. 39

1. OBJETIVOS Y COMPETENCIAS A DESARROLLAR POR EL ALUMNO

El Trabajo de Fin de Máster (TFM) del Máster Universitario en Innovación e Investigación en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte se define como un trabajo de iniciación a tareas de investigación científica en el ámbito de las Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. El presente TFM se desarrolla dentro del campo de la fisiología del ejercicio, la valoración de la condición física y el entrenamiento; área de investigación muy extensa con una larga historia y numerosos estudios cuyo objeto es conocer las respuestas y adaptaciones del organismo humano al ejercicio.

Los objetivos a desarrollar por el alumno durante el TFM son los siguientes:

- Comprender las respuestas del organismo como consecuencia del ejercicio y ser capaz de discutir y establecer conclusiones derivadas del trabajo.
- Comprender el funcionamiento y el manejo de los tests de rendimiento ergoespirométricos en laboratorio, impendiometría, las células fotoeléctricas, plataforma de saltos, tapiz rodante y demás materiales e instrumentos que permiten establecer una valoración de la condición física.
- Realizar un análisis básico de las variables estudiadas y manejar el programa estadístico SPSS.
- Manejar el programa Excel con el objetivo de realizar tablas y gráficos con autonomía.

En cuanto a las competencias a adquirir por el alumno durante el desarrollo del TFM, distinguimos:

- Que el alumno sea capaz de desarrollar la defensa del trabajo frente al tribunal.
- Que el alumno sepa emplear bases de datos bibliográficas que le permitan acceder a información científica y distinga que datos son importantes en el ámbito de la investigación.
- Que el alumno sea capaz de integrar muchos de los contenidos desarrollados durante el grado y utilizarlos de manera eficaz para la ejecución del trabajo.
- Que el alumno sea capaz de desarrollar un aprendizaje autónomo gracias a las directrices impartidas por el tutor académico.
- Que el alumno sea capaz de aplicar sus conocimientos en inglés con el fin de seguir incrementando los conocimientos de su ámbito profesional.
- Que el alumno sea capaz de realizar análisis e interpretación de bases de datos.
- Que el alumno adquiera una madurez académica que le permita acceder a estudios de investigación superiores.

2. ANTECEDENTES

El entrenamiento es el proceso de “preparación física, técnica, técnico-táctica, intelectual, psicológica y moral de un deportista por medio de los ejercicios físicos, o sea, mediante la aplicación de cargas físicas” (Harre, 1987). Una definición más actual es la de Sánchez Bañuelos (2003) “actividad de búsqueda continua de los límites físicos a los que puede llegar el ser humano en el contexto de la competencia deportiva, bajo el método científico y el abandono sistemático del método empírico”.

El entrenamiento deportivo puede ir dirigido a un amplio abanico de personas, y tener unos objetivos muy variados: salud, ocio o recreación, educación o el rendimiento deportivo. Centrándonos en el rendimiento deportivo, son numerosos los componentes que lo determinan:

- Técnica (capacidades de coordinación y destrezas motrices)
- Capacidad cognitivo-táctica
- Capacidad psíquicas
- Capacidades básicas (talento, salud, etc)
- Condiciones externas (entorno, familia, profesión, entrenador, clima, etc)
- Condición física (fuerza, resistencia, velocidad y flexibilidad)

El fitness o condición física hace referencia al conjunto de aptitudes físicas individuales que posee cada persona. Como profesionales de la Actividad Física y del Deporte, nuestro trabajo debe centrarse en la mejora de la condición física del modo más específico posible según el sujeto y su disciplina o modalidad deportiva. Esto es conocido tradicionalmente como preparación física, término que fue definido por García Manso y cols. (1996) como “las acciones que se realizan para alcanzar el nivel físico o condicional que permita realizar un movimiento con una finalidad determinada”.

2.1. El entrenamiento de la resistencia

En los últimos años, se ha incrementado el interés de la comunidad científica centrado en la optimización de las adaptaciones resultantes del entrenamiento físico y la minimización del tiempo de esfuerzo y de entrenamiento. Evidencias acerca de los efectos en la alteración de algunas variables de la carga de entrenamiento como son la frecuencia, el volumen, la intensidad o el tipo de entrenamiento son codificadas en las Directrices del American College of Sports Medicine (ACSM) para la prueba de esfuerzo y para la prescripción de ejercicio (Kaminsky, 2006). Las recomendaciones de salud pública del ACSM muestran como los adultos sanos deben acumular al menos 30 minutos de ejercicio de intensidad moderada 5 veces por semana si no todos los días de la semana, o intensidad elevada 3 veces por semana; y que las personas interesadas en mejorar dichos resultados (incluyendo el rendimiento deportivo) deben hacer con regularidad un entrenamiento con un mayor volumen e intensidad (Billat, 2001).

La resistencia hace referencia a la capacidad del deportista para resistir la fatiga (Harre, 1987) y/o la capacidad de recuperación rápida después de los esfuerzos (Grosser et al., 1988). Se trata de una de las cuatro capacidades físicas básicas y como tal debe entrenarse de la mejor manera posible, considerándose un importante factor de rendimiento en deportes de equipo como el baloncesto.

Podemos distinguir dos clases de resistencia en función de la vía energética mayoritariamente utilizada:

- Resistencia aeróbica: cuando la energía se obtiene en presencia de oxígeno (O₂). Se dispone del suficiente O₂ para la oxidación de glucógeno y ácidos grasos. Se produce durante esfuerzos de baja/media intensidad con un equilibrio entre el aporte/gasto de O₂.

- Resistencia anaeróbica: cuando la energía se produce sin la presencia de O_2 . Se produce durante esfuerzos intensos con claro desequilibrio entre el aporte/necesidad de O_2 en los que la energía predominante se obtienen sin presencia de oxígeno. Dos tipos:
 - Resistencia anaeróbica aláctica: degradación de fosfágenos, no se acumula ácido láctico.
 - Resistencia anaeróbica láctica: degradación de glucógeno, se acumula ácido láctico.

Aunque en la teoría podemos separar sin problema ambos tipos de resistencia y las vías energéticas, en la práctica muchas veces se encuentran solapadas y obtenemos energía simultánea de varios sistemas energéticos, siendo mixto el metabolismo utilizado. Duffield et al. (2004, 2005) examinaron las contribuciones de los sistemas de energía aeróbico y anaeróbico a 100, 200, 400, 800, 1500 y 3000 metros de pista ejecutados por corredores bien entrenados. Los datos de los corredores masculinos (Figura 1) revelan que el aporte de energía a un ejercicio intenso surge de una combinación de fuentes aeróbicas y anaeróbicas. El punto de cruce, donde el metabolismo aeróbico y anaeróbico contribuyen por igual al aporte de energía, se produce aproximadamente a los 600 metros. Esto se compara bien con una estimación hecha por Gatin (2001), dónde para un evento de ejercicio intenso que dura más de 75 s, la producción total de energía es principalmente impulsada aeróbicamente. Esta es una situación conveniente para el acondicionamiento del ejercicio, debido a que el sistema de energía aeróbica parece ser un sistema más maleable para adaptarse. De hecho, tanto el entrenamiento de alta intensidad como el de alto volumen pueden provocar mejoras en la potencia y la capacidad aeróbica.

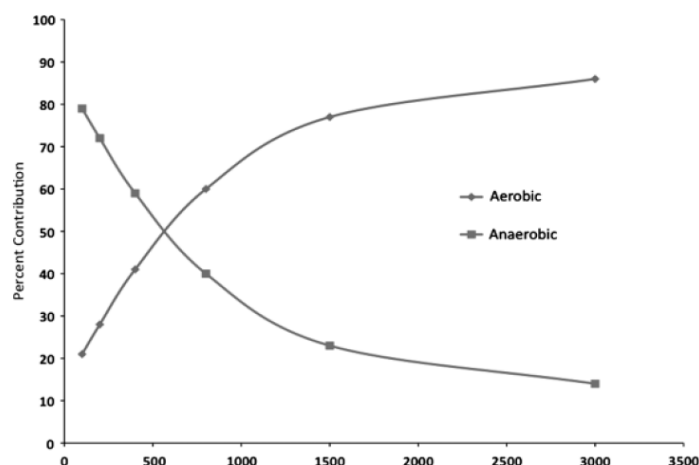


Figura 1: Porcentaje de contribución de los sistemas aeróbico/anaeróbico en diferentes distancias de carrera

2.2. El entrenamiento interválico de alta intensidad: High Intensity Interval Training (HIIT)

Se trata de un método de entrenamiento de la resistencia basado en el sistema fraccionado, consistente en un trabajo intermitente con fases de carga y recuperación. Según el carácter de la pausa puede ser:

- Incompleta (interválico)
- Completa (repeticiones)

Por tanto, podemos definir el entrenamiento de intervalos de alta intensidad como repeticiones tanto cortas (< 45 s) como largas (2-5 min) de series de alta, pero no de máxima intensidad de ejercicio, o bien cortas (< 10 s, entrenamiento repetido de sprint [RSA]) o largas (> 20-30 s, entrenamiento interválico de sprints [SIT]) de esfuerzos “all-out”, intercaladas con los períodos de recuperación (Tabla 1). Estos esfuerzos de longitud variable se combinan para crear sesiones de

entrenamiento que duran un total de entre 5-40 min (incluyendo intervalos de recuperación). Estos cuatro formatos distintos de HIIT generalmente son pensados para ser componentes importantes para la inclusión en la periodización de programas de entrenamiento, para el desarrollo de adaptaciones fisiológicas a medio/largo plazo y para maximizar el rendimiento deportivo (Buchheit & Laursen, 2013).

TIPOS	DURACIÓN	INTENSIDAD
• HIIT intervalos largos	• 2-5 minutos	• Alta intensidad
• HIIT intervalos cortos	• < 45 segundos	• Alta intensidad
• RSA	• < 10 segundos	• All out
• SIT	• > 20 segundos	• All out

Tabla 1. Tipos de entrenamiento HIIT (Buchheit & Laursen, 2013)

El HIIT permite con la escasa participación de ≤ 10 min de ejercicio intenso dentro de un compromiso de tiempo de ≤ 30 minutos por sesión, incluyendo el calentamiento, la recuperación entre los intervalos y el enfriamiento, una mejora de la tolerancia al ejercicio y la condición física (Guillen & Gibala, 2013). Teniendo en cuenta que uno de los factores limitantes para el entrenamiento de los árbitros de baloncesto es su falta de tiempo (ya que la mayoría compaginan su actividad arbitral con trabajo y/o estudios) el HIIT puede ser un método de entrenamiento eficaz para mejorar su fitness en un periodo de tiempo relativamente pequeño.

En base a las demandas científico/prácticas, el entrenamiento HIIT está sufriendo una gran expansión en la actualidad y parece ser un método de entrenamiento eficiente en el tiempo y eficaz en cuanto a las adaptaciones resultantes. El “HIIT original” se centra en el trabajo de resistencia cardiorrespiratoria, y posee una gran eficacia para mejorar la capacidad aeróbica y muscular en un corto espacio de tiempo con ejercicios orientados principalmente a este fin (carrera, bicicleta, salto a la comba, etc). Sin embargo, si este método de entrenamiento se centra en el trabajo muscular estaremos ante un high intensity power training (HIPT), del cual surgen modalidades muy actuales como el crossfit.

A pesar de su fuerte expansión durante los últimos años; el método interválico tiene poco de nuevo, ya que fue sistematizado por Reindell y Gerschler (escuela de Friburgo) a principios de siglo XX y popularizado por el atleta Emil Zátopek después de la II Guerra Mundial.

2.3. El entrenamiento repetido de sprints: Repeat Sprint Ability (RSA)

El entrenamiento RSA se encuentra dentro de los cuatro tipos de HIIT; teniendo en cuenta que la definición de sprint se limitará a ejercicio breve (<10 segundos de duración), dónde la máxima intensidad (potencia/velocidad) puede ser casi mantenida hasta el final del ejercicio (Girard et al., 2011).

Los siguientes factores se consideran como limitantes en el entrenamiento de RSA y son los responsables de la aparición de la fatiga:

- Limitaciones en la disponibilidad de energía en el músculo:
 - Energía disponible por la hidrólisis de la fosfocreatina (PCr)
 - Glucólisis anaeróbica
 - Metabolismo aeróbico
- Acumulación intramuscular de metabolitos:
 - Amoníaco (NH₃)
 - Hidrogeniones (H⁺) producidos por el ácido láctico, que provocan un pH ácido (<7)
- Factores neuromusculares:

- Alteraciones en el patrón de reclutamiento de las fibras musculares (menor y más lento reclutamiento fibras musculares)

La fatiga durante RSA se desarrolla normalmente rápidamente después del primer sprint. Como hemos mencionado, es aceptado que la fatiga puede ser causada por una variedad de factores, que van desde la generación de un comando de motor insuficiente en la corteza motora (es decir, factores neurales) a la acumulación de metabolitos dentro de las fibras musculares (es decir, factores musculares), y que no hay un mecanismo global responsable para todas las manifestaciones de la fatiga (Mendez-Villanueva et al., 2008).

Se recomiendan dos tipos principales de entrenamiento para mejorar el rendimiento en los RSA:

- Incluir algún tipo de entrenamiento para mejorar la velocidad máxima de sprint o entrenamiento tradicional de sprint, entrenamiento de fuerza/potencia.
- Algún tipo de HIIT (80-90% $VO_{2m\acute{a}x}$) para mejorar el metabolismo aeróbico y facilitar la recuperación entre sprints (potencia aeróbica).

Tal como se muestra en la Figura 2, podemos distinguir dos tipos diferentes de RSA:

- Sprints intermitentes: duraciones cortas (< 10 s) con largos periodos largos de recuperación (1-5 min) para permitir una completa recuperación (Intermittent sprints).
- Sprints repetidos: duraciones cortas (< 10 s) con cortos periodos cortos de recuperación (<60s) incompleta (Repeated sprints).

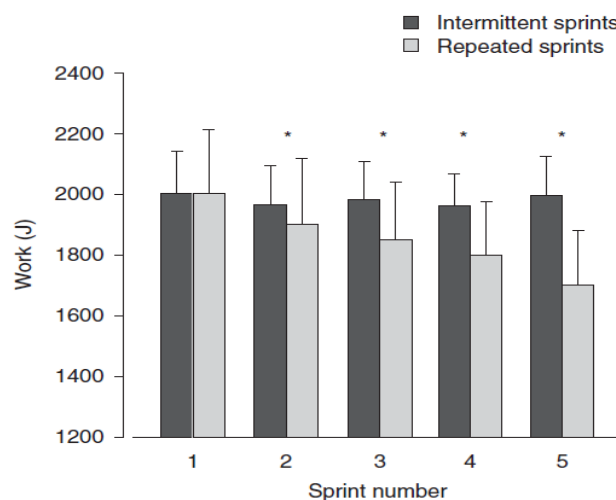


Figura 2. Efectos de la recuperación sobre la fatiga en sprints máximos de 4 segundos. Los sprints intermitentes eran ejecutados cada 2 minutos, mientras que los sprints repetidos se ejecutaban cada 30 segundos.

La principal diferencia entre ambos es que durante los sprints intermitentes con recuperación completa no hay una disminución del rendimiento entre sprints o esta es muy pequeña, mientras que durante los RSA con recuperación incompleta la disminución del rendimiento entre sprints es muy marcada debido a la aparición de la fatiga.

Otro factor determinante de la fatiga durante RSA es el estado de forma inicial del sujeto (primer sprint), que consistentemente se ha informado que está positivamente correlacionado con la disminución del rendimiento en carreras posteriores. Esto probablemente puede ser atribuido a la observación de que los sujetos con un mayor rendimiento inicial de sprint tendrán mayores cambios en los metabolitos musculares, derivados de una contribución anaeróbica superior, que a su vez se ha relacionado con la disminución del rendimiento de mayor tamaño. En apoyo de esto, Méndez-

Villanueva et al. (2008) informaron que los individuos con una menor reserva anaeróbica de potencia, lo que implica una menor dependencia del metabolismo anaeróbico, mostraron una resistencia a la fatiga mayor durante sprints repetidos de ciclismo. Esto sugiere que las vías metabólicas que apoyan la producción de fuerza, y no a la fuerza absoluta generada per se, podría explicar decrementos de potencia durante el RSA.

2.4. Adaptaciones fisiológicas producidas por el HIIT

A partir de los numerosos estudios que han analizado el método HIIT, la mayoría de ellos comparándolo con el método tradicional de entrenamiento moderado de la resistencia (running); podemos verificar una serie de adaptaciones fisiológicas derivadas de dicho entrenamiento y detalladas a continuación:

- Mejora de la capacidad aeróbica

Bacon et al. (2013) en un meta-análisis demostraron como en los estudios con al menos 6 semanas de entrenamiento HIIT, o mezclando HIIT y continuo aeróbico (≥ 3 días/semana y ≥ 10 min HIT), se observaba un incremento en el $VO_{2m\acute{a}x}$ de 0,51 L/min (aprox. 7 ml/kg/min de incremento).

Respecto al entrenamiento RSA y adaptaciones producidas en la capacidad aeróbica, algunas conclusiones pueden hacerse; y parece que el entrenamiento de sprints repetidos es capaz de mejorar $VO_{2m\acute{a}x}$. En los estudios realizados hasta la fecha, 5-12 semanas de entrenamiento de sprints repetidos ha sido reportado para dar lugar a un aumento de 5,0 a 6,1% en $VO_{2m\acute{a}x}$ (Schneiker & Bishop, 2008). Además, este aumento es similar al que informaron en los dos estudios que incorporan un grupo control, que llevaba a cabo el entrenamiento interválico (aumento de un 5.2 frente a un 6.6% en el VO_{2max}). Sin embargo, como otros estudios que utilizan diferentes tipos de entrenamiento interválico han reportado más de 10% de aumento en VO_{2max} (Edge et al., 2005), es necesaria una investigación adicional comparando RSA y estos otros tipos de entrenamiento HIIT para verificar el mejor medio para mejorar el $VO_{2m\acute{a}x}$ en los atletas de deportes de equipo.

- Mejoras en la capacidad anaeróbica

Tabata (1996) encontró que con 6 semanas de HIIT (20 s al 170 % $VO_{2m\acute{a}x}$ + 10 s recuperación) en cicloergómetro pueden mejorar la capacidad anaeróbica un 28% y el $VO_{2m\acute{a}x}$ un 13% simultáneamente. Del mismo modo, Willoughby et al. (2015) demostraron que un programa de entrenamiento HIIT (30 s all out + 4 min de recuperación) durante 4 semanas (3 días/semana) es igualmente eficaz en la mejora la capacidad aeróbica y anaeróbica tanto en los adultos jóvenes (20-30 años) como los de mediana edad (40-50 años). Se midió mediante $VO_{2m\acute{a}x}$, test contrareloj de 2000 m, y sprint de 30 m. Es recomendable siempre dejar 24-48 horas de recuperación entre sesiones HIIT debido a la gran exigencia de las mismas, para permitir una recuperación completa de los sistemas energéticos. A su vez se debe seguir una progresión en los intervalos que se realizan desde la primera semana a la última.

En deportes de resistencia se conocen los beneficios de HIIT en sujetos entrenados, Smith et al. (2003) encontraron mejoras en el rendimiento en corredores de media distancia (3000 m) cuando realizaron el entrenamiento de intervalo de alta intensidad (8 series de 2-3 min a la velocidad de carrera del $VO_{2m\acute{a}x}$, relación de 2:1 de trabajo: recuperación) dos veces a la semana durante 4 semanas. Por tanto, un entrenamiento a corto plazo (durante 2-4 semanas) de alta intensidad a intervalos puede provocar aumentos en el rendimiento del ejercicio intenso del 2-4 % en atletas bien entrenados (Laursen, 2010).

- Mejoras en la potencia anaeróbica

Además de las mejoras producidas en la capacidad anaeróbica, umbral de lactato y potencia crítica, el entrenamiento HIIT también produce mejoras en la potencia anaeróbica (potencia pico en el test de Wingate) y son similares independientemente de que el tipo de intervalo HIIT llevado a cabo sea de mayor o menor duración (Hazell et al, 2010; Zelt et al, 2014; Foster et al, 2015).

Con respecto al RSA, el entrenamiento repetido de sprints se ha informado para producir mayores mejoras en el mejor tiempo de sprint y la media del tiempo de los sprints (Buchheit et al, 2010; Racinais et al, 2010) en comparación con entrenamiento de intervalos. Por el contrario, el entrenamiento del intervalo parece ser superior al entrenamiento RSA para disminuir (es decir, mejorar) el descenso de velocidad o índice de fatiga (Buchheit et al, 2010; Racinais et al, 2010).

- Mejora de los umbrales ventilatorio y de lactato

Algunos de los factores fisiológicos que han demostrado aumentar en paralelo con mejoras en el rendimiento después del entrenamiento interválico de alta intensidad añadido al entrenamiento de volumen en atletas bien entrenados incluyen mejoras en los umbrales de ventilación (Hoogeveen, 2000) y lactato (Driller et al., 2009).

- Mejora de la composición corporal y en la tasa de oxidación de grasas

Uno de los parámetros que más se puede modificar con el HIIT es la oxidación de grasas. Dicha tasa de oxidación de grasas, medida mediante el ratio de intercambio respiratorio (VCO_2/VO_2) se ve mejorada tanto en reposo (Whyte et al, 2010) como durante el ejercicio submáximo (Astorino et al, 2011). Esto concuerda con el estudio de Astorino et al (2013) en el que tanto el entrenamiento HIIT como el entrenamiento moderado de resistencia tienen una mejora similar en la tasa de oxidación de grasas en mujeres sedentarias tras 12 semanas de entrenamiento, produciéndose cambios en el ratio de intercambio respiratorio o cociente respiratorio (CR) a partir de la 3ª semana. El pico de máxima oxidación de grasas se alcanzó a las 6 semanas, a partir de las cuales se estancó, por lo que habría sido necesario aumentar la carga de entrenamiento.

Los beneficios para la salud que nos produce un incremento de la tasa de oxidación de grasas son una mejor composición corporal con menor porcentaje de grasa, una menor predisposición para tener resistencia a la insulina (Hegarty et al, 2003), y una mayor oxidación de lípidos que mejora potencialmente el rendimiento de resistencia por ahorrar hidratos de carbono (Yeo et al., 2008).

- Mejoras en la función vascular

Ramos et al. (2015) en un meta-análisis mostraron como el HIIT producía mayores mejoras que el MICT en la función vascular (4,31 vs 2,15 %); es decir, mayores adaptaciones periféricas.

- Mejor regulación del apetito

Sim et al. (2015) vieron como el HIIT es más efectivo que el MICT en la regulación del apetito. La sensación de apetito fue medida mediante la ingesta de alimentos tras un entrenamiento HIIT y otro MICT con la misma carga previa de comida controlada. Por tanto, parece que el entrenamiento HIIT beneficia la regulación del apetito en adultos con sobrepeso.

- Mantenimiento o breve incremento de la masa muscular

Al tratarse el HIIT de un método de entrenamiento de alta intensidad y de corta duración es muy exigente a nivel muscular, lo cual evita la pérdida o incluso permite una ganancia en la masa musculatura trabajada. Además, permite una mayor capacidad para acoplarse a un mayor volumen de masa muscular (Lucía et al., 2000; Creer et al., 2004).

2.5. Dosis - respuesta al entrenamiento HIIT

Hay varios estudios que han analizado la relación entre entrenamiento y capacidad de adaptación al HIIT para tratar de establecer una dosis óptima de entrenamiento. Pero como se cita a continuación, todos ellos han llegado a la conclusión que un mayor volumen de entrenamiento HIIT no parece estar relacionado con ganancias adicionales:

- Logan et al. (2015) buscaron establecer una dosis-respuesta al HIIT en adolescentes poco activos. Dividieron en 5 grupos y utilizaron el método Tabata. Cada grupo realizaba un número distinto de series en cada sesión (desde 1 hasta 5) de dicho método. Cada serie constaba de 4 repeticiones de 20 s all out + 10 s de recuperación pasiva. Los participantes realizaban 2 sesiones semanales durante 8 semanas. Se vieron mejoras significativas en el VO_2 máx, % de grasa corporal, y % de grasa visceral y circunferencia cintura/cadera, pero no hubo una relación de dosis/respuesta al entrenamiento, ya que no hubo diferencias significativas entre los grupos. Por tanto, una sola serie por sesión, 2 veces por semana, parece ser suficiente para mejorar la condición física y composición corporal.
- Zelt et al. (2014) compararon 2 protocolos de HIIT (4 semanas y 3 días por semana) con distinto volumen (30 s vs 15 s all out), y no se obtuvieron diferencias significativas en la capacidad aeróbica ni en la capacidad anaeróbica en ambos grupos.
- Hazell et al. (2010) compararon 3 protocolos distintos de HIIT (30:4, 10:4 y 10:2) en cicloergómetro, durante 2 semanas 3 días por semana. Los resultados muestran como ambos protocolos RSA modificados (10 s: 4 min y 10 s: 2 min) producen similar mejoras en el VO_2 máx y 5 km de rendimiento contrarreloj y potencia pico Wingate en comparación con el protocolo 30 s: 4 min. Esto sugiere que la generación de la producción del pico de potencia durante los primeros segundos de cada sprint es probable que sea más responsable de las adaptaciones en los RSA que el trabajo total completado.
- En la misma línea, Vuorimaa et al. (2000) examinaron las respuestas a la carga fisiológica y el rendimiento muscular en atletas entrenados frente a 2 protocolos HIIT de la misma duración (28 min) en tapiz rodante. Ambos grupos trabajaban a la velocidad del VO_2 máx. Un grupo hacía 60 s de trabajo y 60 s de recuperación (14 repeticiones) y el otro grupo 120 s de trabajo y 120 s de recuperación (7 repeticiones). Durante las series de 120 segundos el pico de oxígeno alcanzado (12%), el pico de FC (3%) y el pico de lactato en sangre fueron significativamente superiores que durante las series de 60 segundos. Sin embargo en los parámetros de rendimiento muscular (longitud de zancada y altura de salto vertical), no hubo diferencias significativas entre ambos grupos. Por tanto, durante ejercicio intermitente a la velocidad del VO_2 máx, doblando la duración de trabajo y recuperación de las series, se veía incrementada la tensión o carga fisiológica, pero no así el rendimiento muscular en atletas bien entrenados.
- Por último, Foster et al. (2015) compararon 2 protocolos HIIT con un entrenamiento continuo estable en cicloergómetro. Los protocolos HIIT eran los siguientes: Tabata (20 s al 170% VO_2 máx 10 s de recuperación) y Meyer (13 series de 30 s al 100% VO_2 máx 60 s de recuperación), mientras que el protocolo continuo eran 20 min al 90% del umbral ventilatorio. El entrenamiento se desarrolló 3 días por semana durante 8 semanas. No hubo diferencias significativas entre ningún grupo en la mejora del VO_2 máx ni en la potencia pico y media del Wingate, mostrando como los HIIT, aunque son más eficientes en el tiempo, no son superiores al ejercicio continuo convencional en adultos sedentarios. A su vez, se midió el grado de “disfrute” con el ejercicio y se vio como el método Tabata era el menos divertido (más exigente) para los participantes.

2.6. Entrenamiento de alto volumen vs alta intensidad

La influencia marcada del entrenamiento de alta intensidad en el rendimiento y los factores fisiológicos es bien conocida (Laursen y Jenkins, 2002), pero la capacidad un atleta para llevar a cabo este tipo de entrenamiento es limitada (Billat et al., 1999).

La importancia del entrenamiento de alto volumen no debe ser minimizada, ya que también induce importantes adaptaciones metabólicas. Mientras que las adaptaciones metabólicas que se producen con el entrenamiento de alto volumen y de alta intensidad de entrenamiento muestran un considerable solapamiento, los eventos moleculares que señalan para estas adaptaciones pueden ser diferentes. Un enfoque polarizado del entrenamiento, mediante el cual el 75% del volumen total de entrenamiento se lleva a cabo a bajas intensidades, y 10 a 15% se lleva a cabo a muy altas intensidades, se ha sugerido como una intensidad de entrenamiento óptima para los atletas de élite que realizan ejercicio intenso (Laursen, 2010).

Un periodo de 4 semanas de bajo volumen de entrenamiento interválico de alta intensidad puede mantener el rendimiento de resistencia de un atleta y el potencial oxidativo del músculo (Laia et al., 2009), y aumentar adicionalmente el rendimiento de ejercicio intenso (Laia et al., 2008). Por tanto en sujetos entrenados, con un bajo volumen HIIT vamos a poder mantener el rendimiento en resistencia aeróbica, lo cual nos puede ser útil para periodos como posttemporada, dónde con apenas 1-2 estímulos HIIT semanales podremos mantener el nivel de $VO_{2m\acute{a}x}$.

Aunque la bibliografía es escasa en cuanto a las adaptaciones y efectos del entrenamiento de alto volumen en atletas entrenados, a menudo se pretende que estos períodos de relativamente baja intensidad, de altos volúmenes pueden proporcionar la plataforma aeróbica necesaria para facilitar las adaptaciones específicas que se producen en respuesta a la alta intensidad o entrenamientos específicos. Otros creen que un alto volumen de entrenamiento puede ser importante para lograr la composición corporal óptima y engranar el modelo neuromuscular necesario para optimizar el rendimiento (Laursen, 2010).

2.7. Prescripción individualizada de HIIT

A la hora de prescribir un entrenamiento HIIT podemos basarnos en numerosos parámetros que nos van a ayudar a controlar la intensidad y a cuantificar la carga de los entrenamientos. A continuación vamos a valorar las ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos:

Prescripción basada en la frecuencia cardiaca (FC):

Su eficacia para controlar la intensidad de una sesión HIIT puede estar limitada por los siguientes factores:

- No puede informar sobre la intensidad del trabajo físico realizado por encima de la velocidad/potencia asociada al $VO_{2m\acute{a}x}$, que representa una gran proporción de las prescripciones HIIT.
- Aunque se espera que la FC alcance valores máximos (>90-95% $FC_{m\acute{a}x}$) para un ejercicio igual o por debajo de la velocidad/potencia asociada al $VO_{2m\acute{a}x}$, este no es siempre el caso, especialmente para intervalos muy cortos (<30 s) y medios-largos (1-2 min).
- La inercia de la FC al cesar el ejercicio (FC de recuperación) puede crear una sobrestimación de la verdadera carga de trabajo/fisiológica que ocurre durante los periodos de recuperación.
- Ajustar la intensidad de ejercicio durante un intervalo mientras se atiende a un reloj, especialmente corriendo a una velocidad elevada, resulta difícil.

Prescripción basada en la percepción subjetiva del esfuerzo (PSE):

Beneficios:

- No es necesario conocer el nivel de forma física de los deportistas, puesto que la PSE es un “regulador de ejercicio” universal. Muy útil para cuantificar la carga de entrenamiento, pero no se puede prescribir ejercicio en base a la misma.

Inconvenientes:

- Algunas personas no están familiarizadas con la escala de PSE y no son capaces de proporcionar con exactitud un valor que se ajuste al esfuerzo que se está realizando

Prescripción basada en el $VO_{2m\acute{a}x}$

Utilizar el $V_{VO_{2m\acute{a}x}}$ o $V_{inctest}$ como la velocidad de carrera de referencia es esencialmente apropiado para intervalos largos (2-6 min) corridos alrededor del $V_{VO_{2m\acute{a}x}}$ (90-105%). Para intensidades de entrenamiento sub o supramaximales, sin embargo, la importancia de otros atributos fisiológicos debería ser considerada.

Para conseguir un estímulo óptimo de entrenamiento, se considera que los atletas deben pasar al menos varios minutos de cada sesión HIIT en su “zona roja”; lo cual significa alcanzar una intensidad mayor al 90% del $VO_{2m\acute{a}x}$ ($T@_VO_{2m\acute{a}x}$). En consecuencia, cada vez existe un creciente interés por la comunidad científica para la caracterización de los protocolos de entrenamiento que permiten a los atletas para mantener el $T@_VO_{2m\acute{a}x}$ el mayor tiempo posible (Billat, 2001; Laursen & Jenkins, 2002)

Los valores de $VO_{2m\acute{a}x}$ pueden, no obstante, ser alcanzados durante intervalos consecutivos, a través del efecto “preparación” de un calentamiento adecuado y/o de los primeros intervalos (que aceleran la cinética del VO_2) y el desarrollo del componente lento del VO_2 . El $VO_{2m\acute{a}x}$ debería ser alcanzado entre 1 min 20 s y 2 min 20 s (al menos cuando se repiten intervalos), independientemente del nivel de entrenamiento y modo de ejercicio.

En el contexto del HIIT de intervalos largos, la recuperación pasiva está recomendada cuando el intervalo de recuperación es menor de 2-3 min de duración. En caso de una recuperación activa, los intervalos de recuperación deberían durar al menos 3-4 min a una intensidad submáxima para permitir el mantenimiento de una intensidad de ejercicio alta durante el siguiente intervalo.

Prescripción basada en el Test 30-15 IFT

Buchheit se dio cuenta que individualizando la distancia de carrera de sus jugadores de balonmano en función de tests continuos de capacidad aeróbica (Léger-Boucher), a elevadas intensidades (por encima del 100% de la V_{L-B}) algunos jugadores se encontraban “luchando” durante el ejercicio mientras que otros no parecían exhibir dificultad alguna. Esto resulta sorprendente, ya que se estaba individualizando la distancia de carrera en base a la capacidad de cada jugador. Por tanto, Buchheit comenzó a darse cuenta que las respuestas de los jugadores al ejercicio intermitente de alta intensidad con cambios de dirección (COD) claramente estaban relacionadas con diversos factores adicionales a los evaluados con el test de “Léger-Boucher” (como son la capacidad de COD, capacidad de recuperación inter-esfuerzo y la capacidad anaeróbica). La programación de HIIT sin tener en cuenta estas variables puede resultar en sesiones con diferentes demandas energéticas aeróbicas y anaeróbicas, lo que impide la estandarización de la carga de entrenamiento, y probablemente limite la posibilidad de conseguir adaptaciones fisiológicas específicas (Buchheit, 2008).

Además de $T@_VO_{2m\acute{a}x}$, otras variables fisiológicas también deben considerarse para caracterizar completamente el estímulo de entrenamiento cuando prescribimos HIIT. Cualquier sesión de entrenamiento de ejercicio pondrá a prueba, en diferentes niveles respectivos en relación con el

contenido de entrenamiento, tanto los sistemas metabólicos como el neuromuscular/musculoesquelético (Buchheit et al., 2012; Vuorimaa et al., 2000). El sistema metabólico se refiere a tres procesos integrados distintos, pero sin embargo, estrechamente relacionados, incluyendo (1) la división de las fosfágenos almacenados (adenosín trifosfato [ATP] y fosfocreatina [PCr]); (2) el desglose anaeróbico de los carbohidratos (producción de energía glucolítica anaeróbica); y (3) la combustión de los carbohidratos y las grasas en presencia de oxígeno (metabolismo oxidativo, o sistema aeróbico).

Fue de esta manera cómo surgió la necesidad de diseñar un nuevo test de campo que pudiera valorar, además de la aptitud cardiorrespiratoria máxima, estos factores adicionales. A partir de esta problemática y tras muchos ensayos y errores, Buchheit finalmente diseñó y validó el protocolo del 30-15 IFT.

Si bien en la actualidad, los entrenadores no están familiarizados con el concepto de reserva anaeróbica de velocidad (anerobic speed reserve [ASR]), esta es una cualidad primordial a evaluar y a tener en cuenta para la prescripción del entrenamiento interválico de alta intensidad. La ASR representa una “reserva” de velocidad de carrera una vez que un individuo ha alcanzado su $V_{VO2m\acute{a}x}$; y la velocidad alcanzada al final del 30-15 IFT refleja parcialmente, entre otras cualidades fisiológicas, la ASR de un individuo. Su utilización como velocidad de referencia para programar carreras intermitentes de alta intensidad, y no la $V_{VO2m\acute{a}x}$ o cualquier velocidad determinada mediante un test continuo, garantiza que todos los jugadores presenten una carga aeróbica y anaeróbica similar (Figura 3).

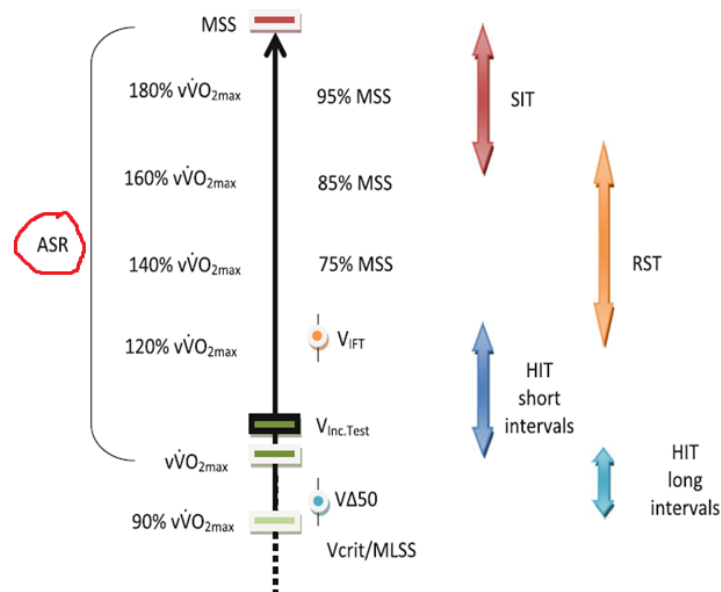


Figura 3. Representación de la ASR y los tipos de entrenamiento HIIT posibles en función del % de intensidad.

En la validación del 30-15 IFT se demostró una correlación entre el mismo y el $VO_{2m\acute{a}x}$, con una mayor contribución anaeróbica [La] 40% mayor que en tests continuos. Además, también se vio una correlación significativa entre la $V_{30-15IFT}$ y la velocidad de sprint de 10 m, el RSA, un CMJ y la recuperación de la FC entre esfuerzos.

La segunda parte del proceso de validación del test fue mostrar que, en comparación con las velocidades alcanzadas en tests continuos en línea recta, la utilización de la V_{IFT} como velocidad de referencia para programar sesiones de entrenamiento interválico deriva en respuestas fisiológicas más precisas y homogéneas. Para realizar esto, se compararon las respuestas de la FC durante carreras intermitentes ida y vuelta sobre distancias establecidas en base a la V_{IFT} o la V_{L-B} . Dadas las

diferencias en las velocidades absolutas de carrera, los porcentajes fueron ajustados acordemente: 95% de la V_{IFT} o 110% de la V_{L-B} (Figura 4). Tal como se esperaba, la variabilidad inter-jugador en las respuestas de la FC fue substancialmente menor cuando se utilizó la V_{IFT} como velocidad de referencia (3% vs. 9% de variación inter-individual). Esto nuevamente ejemplifica la validez del test para programar carreras intermitentes de alta intensidad con cambios de dirección.

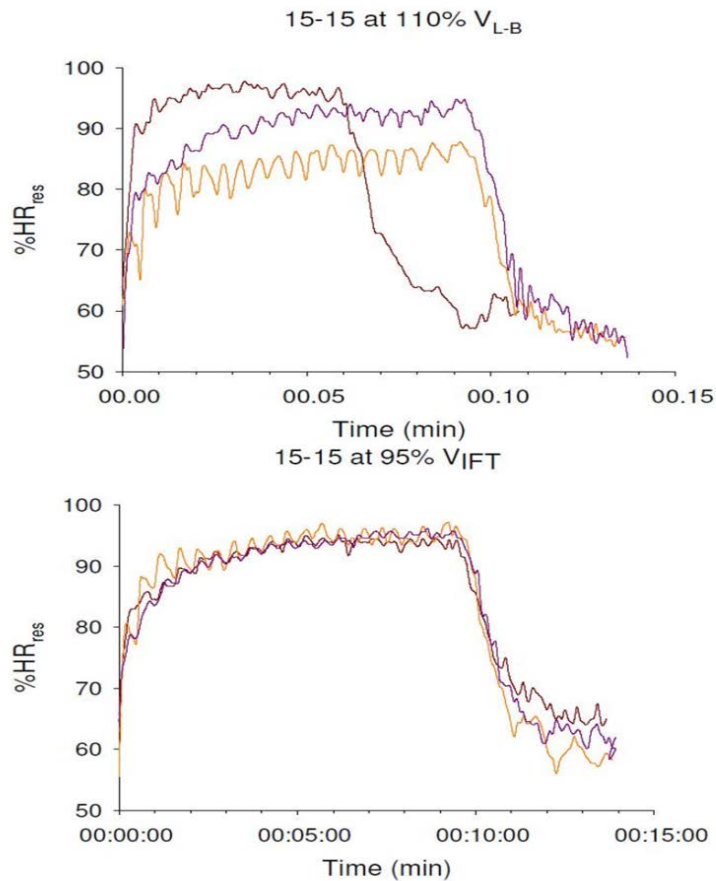


Figura 4. FC, expresada como % de la frecuencia cardíaca de reserva ($\%HR_{res}$), en tres jugadores de balonmano profesionales durante carreras intermitentes con cambio de dirección (15 s x 15 s) completadas a un porcentaje de la V_{L-B} (panel superior) o de la V_{IFT} (panel inferior) como velocidad de referencia.

Por tanto, tenemos una serie de aplicaciones prácticas del 30-15 IFT para jugadores de deportes intermitentes. Como se mencionó anteriormente y dada la demostración previa (validación), la V_{IFT} puede utilizarse de la siguiente manera:

- Como velocidad de referencia para individualizar entrenamientos interválicos de alta intensidad que incluyan cambios de dirección (Buchheit, 2008). Del mismo modo, antes de la programación de un ciclo de entrenamiento HIIT, entrenadores o preparadores también deben considerar que en deportes de equipo, es poco probable que tengan la misma condición física todos los jugadores, por lo que el impacto de un mismo entrenamiento va a ser distinto para cada persona; y se hace necesario individualizar las intensidades de entrenamiento (Buchheit et al., 2010; Buchheit et al., 2013) (Tabla 2).

Tiempo de Carrera	Intensidad (% VIFT)	Período de Recuperación	Intensidad del Período de recuperación (% VIFT)	Modalidad de Carrera	Duración Máxima de las Series	Número de Series	Tiempo de Recuperación entre las Series
3'	85-88%	-	-	Línea Recta	-	5 a 6	3'
45''	90%	15''	Pasiva	Línea Recta	7' - 8'	2 a 3	3'
30''	90%	15''	Pasiva	Línea Recta	7' - 8'	2 a 3	3'
30''	90%	30''	40%	Línea Recta	> 12	2	3'
30''	90%	30''	Pasiva	Ida y Vuelta (40 m)	10' - 12'	2 a 3	3'
15''	100%	15''	Pasiva	Línea Recta	10'	2 a 3	3'
15''	100%	15''	25%	Ida y Vuelta (40 m)	15'	2	3'
20''	95%	20''	Pasiva	Línea Recta	7' - 8'	2	6' - 7' Activa
20''	90%	20''	45%	Ida y Vuelta (30 m)	7' - 8'	2	6' - 7' Activa
20''	95%	15''	Pasiva	Ida y Vuelta (30 m)	7' - 8'	2	6' - 7' Activa
15''	100%	15''	Pasiva	Ida y Vuelta (40 m)	7' - 8'	2	6' - 7' Activa
15''	95%	15%	25%	Línea Recta	7'	2	6' - 7' Activa
15''	95%	10''	Pasiva	Ida y Vuelta (40 m)	7'	2	6' - 7' Activa
10''			Pasiva	Ida y Vuelta (10 m)	6'	2	6' - 7' Activa
10''			Pasiva	Línea Recta	6'	2	6' - 7' Activa
3'	Sprint	17''	Pasiva	Sprint de 20 m ó 2 x 10 m ir y volver	6'	2	6' - 7' Activa

Tabla 2. Protocolos de carreras intermitentes de alta intensidad con la V_{IFT} utilizada como velocidad de referencia para individualizar las distancias de carrera (Bouchheit & Laursen, 2013).

- Los % de la V_{IFT} se utilizan para programar sesiones de entrenamiento interválico. La prescripción de HIIT está relacionada al menos con la manipulación de hasta nueve variables, que incluyen la intensidad de trabajo y duración del intervalo, el intervalo de recuperación y la duración, la modalidad de ejercicio, el número de repeticiones, número de series, así como la recuperación entre las series duración e intensidad (Bouchheit & Laursen, 2013)
Una vez obtenida la VITF, es necesario prescribir un programa de entreno HIIT a raíz de la misma. En la práctica, reducir el ratio trabajo/recuperación y el uso de una recuperación pasiva, así como formatos HIIT supramáximos (por ejemplo, 10 s [120% V_{IFT}] / 20 s [0]), proporciona una interesante alternativa para obtener a la vez un alto $T@_{VO_2máx}$ con una producción moderada de lactato. En este último caso, la duración del intervalo de trabajo impide una excesiva liberación de la energía anaeróbica, pero aun así es lo suficientemente grande como para llegar a un alto $T@_{VO_2máx}$; y la duración de la recuperación pasiva permite la parcial resíntesis de PCr (Harris et al., 1976), al tiempo que limita la caída de VO_2 .
- Para evaluar la aptitud física general de los jugadores a lo largo de la temporada (Buchheit, 2008).

2.8. Adherencia al entrenamiento HIIT

Existe poca evidencia científica acerca de la percepción y adherencia de los sujetos a diferentes tipos de programas de entrenamiento. Aunque la experiencia cotidiana sugiere que una mayor intensidad de ejercicio es inherentemente menos agradable, la evidencia preliminar muestra cómo el entrenamiento interválico de alta intensidad es más agradable y proporciona un mayor disfrute a los participantes que el ejercicio continuo tanto de intensidad moderada como vigorosa (Jung et al., 2014). Un 50% de los sujetos prefieren iniciar un programa de entrenamiento HIIT antes que un

programa de entrenamiento continuo. Esto es importante, porque incluso si los programas de entrenamiento son contruidos en un formato eficiente y muy eficaz en el tiempo, si no se perciben como agradable hay poca probabilidad de que el programa se mantenga durante el tiempo suficiente (Foster et al., 2015).

Bartlett et al. (2011) informaron que el HIIT se percibe como más agradable en comparación con el entrenamiento continuo de intensidad moderada, al menos en los jóvenes hombres activos. Jung et al. (2015) proporcionan evidencia preliminar de que las personas con prediabetes pueden adherirse mejor a HIIT en el corto plazo que al MICT. Después de completar 10 sesiones de entrenamiento supervisado, se pidió a los participantes realizar 10 sesiones de HIIT en 2 semanas o MICT tres veces por semana durante 4 semanas. Los individuos en HIIT mostraban una mayor adherencia al protocolo prescrito ($89 \pm 11\%$) en mayor medida que los individuos en MICT ($71 \pm 31\%$) como se determina en los registros de entrenamientos completados.

2.9. Demandas fisiológicas de los árbitros durante los partidos de baloncesto

Resulta fundamental conocer las exigencias físicas o factores de rendimiento del baloncesto y de los árbitros para saber qué y cómo deben entrenar los mismos. Mientras que los jugadores entrenan con sus clubes durante la semana, muchos árbitros no realizan lo propio, siendo en muchos casos sedentarios. Tanto la falta de tiempo (la mayoría compaginan su actividad arbitral con trabajo y/o estudios) como la falta de conocimiento hace que no entrenen o que su único método de entrenamiento sea la carrera continua a intensidad moderada; siendo este método muy poco específico y muy alejado de las características del deporte (intermitente de alta intensidad) (Barbero & Barbero, 2003).

La mayor parte de los estudios en baloncesto se han centrado en los jugadores, mientras que muy pocos han analizado a los árbitros. Los pocos que lo han hecho, han estudiado la carga de trabajo (mediante análisis de FC) de los mismos durante los partidos, obteniendo valores inferiores a los mostrados por los jugadores, pero mucho más cercanos de lo que se podía presuponer. Se han descrito FC medias de entre el 73 y el 81% de la FC_{máx} para los árbitros (Leich, 2004; Vaquera et al., 2014; Daniel et al., 2013; Nabli et al., 2016), mientras que la FC media de los jugadores se encuentra entre el 79 y el 85% de la FC_{máx} en función de los puestos de juego (Vaquera et al., 2008).

La duración total de un partido de baloncesto se situaría aproximadamente entre 90 y 105 minutos, siendo la distancia recorrida por los jugadores de baloncesto durante ese partido de entre 6100 y 5500 metros en función del puesto específico de los mismos. Sin embargo, dicha distancia va a depender completamente del número de minutos que juegue cada jugador. A diferencia de los jugadores, los árbitros siempre cubren la totalidad de minutos en juego de cada partido.

Nabli et al. (2016) en un estudio muy reciente muestran como los árbitros durante un partido pasan más tiempo caminando ($63,72 \pm 2,02$ min) que trotando ($3,10 \pm 0,29$ min), corriendo ($4,24 \pm 0,46$ min) o sprintando ($1,69 \pm 0,24$ min). La media de FC ($74,89 \pm 6,86\%$ FC_{máx}) no fue significativamente diferente durante el transcurso del partido (Q1 a Q4) y mitades. La concentración de lactato [La] no mostró cambios significativos al comparar al descanso ($4,30 \pm 3,92$ mmol/l) y al final del partido ($6,70 \pm 4,90$ mmol/l).

Por tanto, el baloncesto está caracterizado como un deporte intermitente de alta intensidad, con periodos de trabajo intenso alternados con otros de recuperación. Sin embargo, el entrenamiento HIIT nunca ha sido utilizado con los árbitros de baloncesto. Tan sólo existe un estudio de Bayón et al. (2015) que mediante un programa de entrenamiento basado en el trabajo interválico de resistencia y en la fuerza explosiva se conseguían mejoras significativas en un protocolo RSA específico para los árbitros de baloncesto (20 m).

3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

3.1. Objetivo general

- Analizar si el entrenamiento interválico de alta intensidad puede ser un método de entrenamiento eficaz en árbitros de baloncesto.

3.2. Objetivos específicos

- Analizar un nuevo test para evaluar de una manera específica la condición física de los árbitros de baloncesto: 30-15 IFT.
- Comparar las adaptaciones fisiológicas entre el clásico entrenamiento de carrera (running) moderado (MICT) y dos modalidades de entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT)
- Comparar adaptaciones fisiológicas entre un entrenamiento HIIT basado en RSA y un entrenamiento HIIT de intervalos individualizados en base al test 30-15 IFT.

4. METODOLOGÍA

Se trata de un estudio analítico, longitudinal y prospectivo, cuya fase experimental fue llevada a cabo durante un periodo de 14 semanas, en los meses de Febrero, Marzo, Abril y Mayo.

En la búsqueda bibliográfica previa a la fase experimental y necesaria para contextualizar y discutir la temática del trabajo, se utilizaron las bases de datos de Pubmed, Dialnet, Research Gate y Scholar. El objetivo primordial era encontrar algún meta análisis o revisión sistemática sobre la temática, y cuando no fue posible se utilizó la técnica de “bola de nieve” para conseguir más bibliografía. Se dio prioridad a los estudios de los dos últimos años ya que la información en las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte tiene una capacidad de renovación muy importante, aunque con respecto a conceptos que se manejan en la investigación y que son referencia para el conjunto de la comunidad científica se han utilizado publicaciones más antiguas.

Se han utilizado las siguientes palabras clave para las búsquedas sistemáticas: “high intensity interval training”, “high intensity intermittent training”, “repeat sprint ability”, “fitness”, “basketball referees”, “aerobic capacity”.

4.1. Participantes

Los participantes objeto de estudio en este trabajo han sido 24 árbitros de baloncesto de género masculino pertenecientes todos ellos a la Asociación Leonesa de Árbitros de Baloncesto (ALAB). La edad, estatura y peso de los 24 participantes fue $26,7 \pm 9,3$ años; $178 \pm 0,63$ cms y $72,8 \pm 8,5$ kg respectivamente; teniendo $8,6 \pm 6,1$ años de experiencia en el arbitraje.

Los criterios de inclusión en el estudio fueron los siguientes: ser árbitros de baloncesto en activo, con licencia, y no padecer ningún tipo de lesión musculoesquelética u otras patologías o enfermedades que pudieran poner en riesgo su salud, le impidieran realizar las intensidades demandadas o pudieran afectar a la frecuencia cardiaca o cualquier parámetro de los registrados en el estudio.

Los criterios de exclusión fueron los siguientes: padecer algún tipo de lesión o contraindicación médica que impidan la práctica física, no arbitrar partidos actualmente y estar federado en alguna otra modalidad deportiva; no haber realizado el total de las pruebas y tests requeridos; no haber completado la menos el 90% de las sesiones de entrenamiento; realizar más sesiones de entrenamientos, o de otro tipo, que las requeridas .

Todos los participantes fueron informados de la finalidad del estudio, el procedimiento a seguir y los posibles riesgos; firmando su participación voluntaria en el mismo y su autorización y consentimiento informado para realizar tanto la prueba de esfuerzo en el laboratorio como el resto de los tests.

4.2. Procedimiento

Al igual que con el inicio de cualquier nuevo programa de ejercicio, al realizar un programa de entrenamiento de alta intensidad es importante someterse a los procedimientos adecuados, que incluyen la realización de un formulario de evaluación basada en el cuestionario para la Práctica de Actividad Física (PARQ) (Anexo 2), así como autorización médica, especialmente para aquellos que pueden estar en riesgo de o afligidos por enfermedades crónicas tales como diabetes o enfermedad cardiovascular (Warburton et al. 2011).

- Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ)

Fue administrado, en reunión informativa previa al inicio del estudio, para conocer el nivel de actividad física de los sujetos (Anexo 1), corroborando que cumplen las recomendaciones mínimas de

actividad física del ACSM, y que debido a su actividad como árbitros realizaban más actividades intensas que moderadas.

- Valoración de la composición corporal

Se realizó mediante un aparato de impedancia bioeléctrica (Tanita BF306) que permite medir el Peso corporal con una precisión de 100g, y estimar el % de masa libre de grasa (masa magra) y el de masa. La talla se midió mediante una báscula digital Salter (BG2035) y se estableció el Índice de Masa Corporal [IMC = Peso (kg)/Altura(m²)]. Para su estandarización y precisión los sujetos subieron a la báscula de impedanciometría tras un periodo mínimo de 4h en ayunas, descalzos, en ropa interior y sin portar ningún objeto metálico en su cuerpo, habiendo vaciado la vejiga urinaria, y no habiendo realizado entrenamiento 24-48 h antes.

La condición física de los participantes fue evaluada antes y después del periodo de entrenamiento para analizar adaptaciones. Teniendo en cuenta el periodo necesario de 48 horas para garantizar una recuperación completa, se realizaron por orden las siguientes pruebas y test explicados a continuación:

- Prueba de esfuerzo/ergoespiometría en laboratorio con tapiz rodante:

Los participantes acudieron al laboratorio de valoración de la condición física del grupo de investigación VALFIS (800 m de altitud aproximada) sin haber realizado actividad física intensa las 24 horas previas y tras un periodo de ayuno mínimo de 4 horas. Para monitorizar la FC se les coloca una banda pectoral (PolarTeam®. Polar® Electro Oy, Finland) y 10 electrodos para electrocardiografía. Todas las evaluaciones se realizaron bajo similares condiciones medioambientales (20-25°C de temperatura, 30-35% de humedad relativa). Tras un calentamiento estandarizado (10 min de carrera continua en el tapiz de 6 a 9 km/h, con objeto de alcanzar y mantener un rango FC de 125 a 140 ppm km/h, seguidos de 5 min de estiramientos libres en el propio tapiz), los participantes realizaron las siguientes pruebas en el tapiz rodante (HP Cosmos Pulsar, HP Cosmos Sports & Medical GMBH, Nussdorf-Traunstein, Alemania), con monitorización electrocardiográfica continua de 12 derivaciones (MedCard®) y mediante una máscara facial conectada a un neumotacógrafo y equipo de análisis de gases espirados (Medisoft®, Med Graphics® CPX Plus. St. Paul, Minnesota. USA)

Prueba de esfuerzo submáxima de oxidación de grasas (FatMáx): test de esfuerzo submaximo, continuo, progresivo y rectangular que comienza a 6km/h e incrementa la velocidad 1 km/h cada 3 minutos. Dichos escalones de 3 minutos en cada periodo permiten dar tiempo a que se estabilice el consumo de O₂ y VCO₂, y por tanto el CR. La prueba se interrumpía cuando el CR era mayor que 1, lo cual significa que la proporción de oxidación de grasas es menor a la contribución de los carbohidratos. Se registran los valores de VO₂, VCO₂, FC, CR y RPE promedio del último minuto completado en cada intervalo de esfuerzo para calcular (Brun et al.,2011) la tasa de oxidación de CHO (CHOox) en mg/min = 4.585VCO₂-3.2255VO₂ y la tasa de oxidación de lípidos (FATox) en mg/min = -1.7012VCO₂+1.6946 VO₂; Brandou et al. (2005) calculan el porcentaje de contribución energética de las grasas (%FAT) = [(1-RQ/0,29)]*100 y el porcentaje de contribución energética de los HCO (%CHO) = [(RQ-0,71)/0,29]*100.

Tras finalizarla, el sujeto queda en bipedestación 10 min descansado, para permitir una recuperación completa, hasta la siguiente prueba en el tapiz rodante atendiendo a un protocolo en rampa: continuo, progresivo, triangular y máximo,

- Protocolo en Rampa: comenzando a 6 km/h e incrementando automática, progresiva y continuamente la velocidad, 1 km/h cada minuto. La prueba se realiza hasta la extenuación, considerando ésta cuando no podían proseguir, habiendo alcanzado >95% de la FCmax teórica; un CR>1,15 y/o alcanzar una meseta en el VO₂max (Midgley, 2007). Los principales valores que obtenemos de la misma son la velocidad, el VO₂; la FC; la Ventilación; el CR; la

RPE,... tanto en valores máximos como en la identificación de los umbrales aeróbico (VT1) y anaeróbico (VT2). Cada minuto de la prueba, 5 s antes de finalizarlo, se le pregunta por la percepción subjetiva de esfuerzo atendiendo a la escala de Borg (Escala de 1-10) (Tabla 3). Nada más finalizarla, el tapiz automáticamente desciende paulatinamente la velocidad hasta alcanzar los 4 km/h (lo que tarda entre 20 y 25 s dependiendo de la velocidad máxima alcanzada) registrándose la recuperación a dicha velocidad hasta completar 3 min post finalizar esfuerzo; durante la misma se registra cada 30 s la FC durante los 3 primeros minutos, al tiempo que se pregunta por su percepción subjetiva de recuperación percepción subjetiva de recuperación (escala TQR).

ESCALA DE Borg		Puntuación	Nivel de recuperación
0	NADA	6	
1	MUY MUY LIGERO	7	Recuperación muy, muy pobre
2	MUY LIGERO	8	
3	LIGERO	9	Recuperación muy pobre
4	MODERADO	10	
5	UN POCO PESADO	11	Recuperación pobre
6	PESADO	12	
7		13	Recuperación razonable
8	MUY PESADO	14	
9		15	Recuperación buena
10	EXTREMADAMENTE PESADO	16	
		17	Recuperación muy buena
		18	
		19	Recuperación muy, muy buena
		20	

Tabla 3. Escala de Borg (0 a 10 puntos) de Percepción Subjetiva de Esfuerzo (PSE) (Borg, 1982); y Escala de Percepción Subjetiva de la Recuperación al esfuerzo (Total Quality Recovery o TQR) (Kentta & Hassmen, 1998).

- Test RSA:

Con al menos 48h después de arbitrar un partido o realizar la prueba de esfuerzo se realiza el test RSA. El protocolo consiste en efectuar un sprint máximo de 20 m entre la salida y la llegada y luego realizar un trote suave de recuperación hasta el inicio en 25 s. Este proceso se repite en 8 ocasiones, y se registra el tiempo en cada una de ellas. Las células fotoeléctricas que miden el tiempo de carrera están situadas a 0 y 20 m.

Asimismo, para controlar el tiempo de recuperación se pone en marcha el cronómetro una vez cortada la última fotocélula, lo que permite dar un feedback a los participantes informándoles del tiempo que les resta para llegar a la línea de salida y comenzar el siguiente sprint.

Se midió el tiempo del mejor sprint (RSAbest), el tiempo medio de los sprints (RSAmeyn), y el índice de fatiga (IF). Para calcular el índice de fatiga de los sujetos hemos empleado el propuesto por Fitzsimons et al. (1993), denominado Índice de Fatiga de Fitzsimons (IFF), calculado mediante la siguiente fórmula: $IFF = (\sum 8tiempo / t mejor \times 8 \times 100) - 100$

Antes de la prueba, todos los participantes realizaron un calentamiento de 15 min de duración que consistió en ejercicios generales con desplazamientos, estiramientos, aceleraciones y progresiones. Para realizar el test, el material utilizado fue el siguiente: 2 barreras de fotocélulas (situadas en 0 y 20 m), un metro para medir la distancia, un cronómetro para calcular el tiempo de recuperación y un ordenador con el Software Sport Test para medir velocidad.

- Test 30-15 IFT:

El 30-15IFT consiste en carreras ida y vuelta de 30 s interespaciadas con períodos de recuperación de 15 s. La velocidad inicial es de 8 km/h y se incrementa en 0.5 km/h en cada etapa subsiguiente de 30 s (los sujetos bien entrenados pueden comenzar el test con una velocidad de 10 o incluso de 12 km/h). Los sujetos deben correr ida y vuelta entre dos líneas separadas por una distancia de 40 m (28 m en el test específico para baloncesto) (Figura 3) a un ritmo determinado por una señal auditiva. La señal auditiva pre-grabada permite que los individuos ajusten su velocidad de carrera al entrar en la zona de 3 m ubicada en el medio y a cada extremo de la zona de evaluación. Durante el período de 15 s de recuperación pasiva, los sujetos caminan hacia delante, hacia la línea más cercana (ya sea hacia la línea media o hacia las líneas de los extremos de la zona de evaluación, dependiendo del lugar en el cual ha finalizado la carrera). En esta línea dará comienzo la siguiente etapa. Se les debe informar a los participantes que deben completar la mayor cantidad posible de etapas, y el test finaliza cuando los participantes no pueden mantener la velocidad de carrera requerida o cuando no pueden alcanzar la zona de 3 m conjuntamente con la señal auditiva en tres ocasiones consecutivas. La velocidad alcanzada durante la última etapa completada, determina la V_{IFT} del jugador (Figura 5).

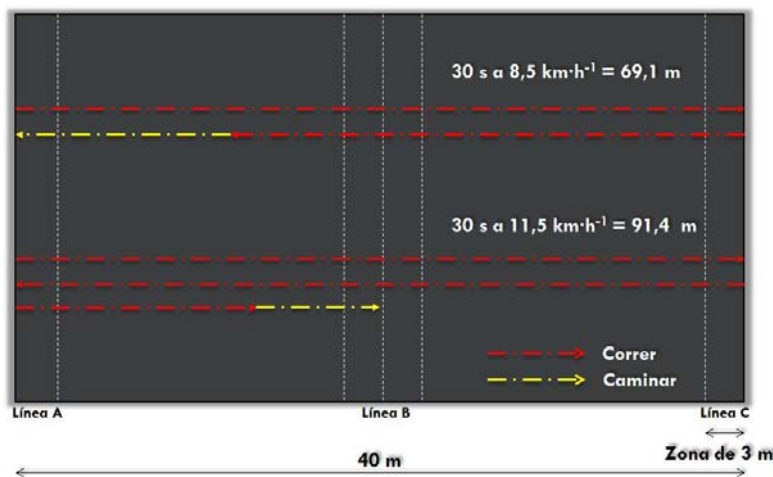


Figura 5. Área preparada para el 30-15IFT mostrando un ejemplo de dos carreras

Programación de los Entrenamientos

Respecto al periodo de entrenamientos, se hicieron tres grupos; uno de arbitros que solo iban a hacer running; y los otros se distribuyeron aleatoriamente en 2 grupos de entrenamiento interválicos con 8 sujetos en cada uno (Todos los grupos llevaron a cabo 2 sesiones de entrenamiento supervisadas por semana durante un periodo de 8 semanas (total = 16 sesiones de entrenamiento)).

- Grupo Running (GR): realizó un entrenamiento continuo de running a una intensidad moderada (60% del $VO_{2máx}$). Nos sirvió de control para comparar adaptaciones con ambos grupos HIIT. 40-50 minutos.
- Grupo RSA (GRSA): realizó un entrenamiento de HIIT basado en el método RSA. Se realizaban sprints repetidos de 20 metros a máxima intensidad "all-out" con recuperación activa (trote) durante 30 s, con 2 min de recuperación pasiva entre series. 3-4 series de 8 repeticiones (total = 12-16 min esfuerzo incluyendo recuperaciones).
- Grupo HIIT (GHIIT) realizó un entrenamiento de HIIT de intervalos cortos consistente en 20 s de trabajo a alta intensidad con cambios de dirección sobre una distancia de 20 metros intercalados con periodos de 20 s de recuperación pasiva y con 5 min de recuperación pasiva entre series. La intensidad de trabajo era individualizada para cada sujeto, en función de su resultado en el 30-15 IFT cada participante debía realizar una distancia determinada en los

20 s; de tal manera que todos los sujetos trabajaban al 90% de la V_{IFT} (Anexo 3). 2-3 series de 6 repeticiones (total = 8 - 12 min esfuerzo incluyendo recuperaciones).

Antes de cada sesión, todos los grupos llevaban a cabo el mismo protocolo de calentamiento general: con carrera continua, movilidad articular y ejercicios de estiramiento dinámicos. Los dos grupos HIIT añadían unas progresiones para terminar el calentamiento. Al finalizar las sesiones de entrenamiento se realizaban estiramientos estáticos.

Para cuantificar la carga de trabajo de cada sesión se utilizó el método de Foster (1998) según el cual la carga interna de la sesión es igual a la percepción subjetiva del esfuerzo (PSE) por la duración. Por tanto, se multiplicó el valor de intensidad proporcionado por los jugadores mediante la PSE por la duración total (minutos) de cada sesión para obtener así una medida de la carga interna de entrenamiento en unidades arbitrarias. Justo al terminar cada entrenamiento, se le preguntaba a cada sujeto su PSE. Los participantes proporcionaban una respuesta mediante un número de acuerdo a la escala de Borg mostrada a continuación (Tabla 3).

La carga de los 3 programas de entrenamiento se incrementó conforme los valores de carga interna de la sesión de entrenamiento según el método Foster se veían reducidos.

4.3. Cronograma del Diseño experimental

A continuación se puede observar el cronograma con los periodos de evaluaciones iniciales y finales de la condición física y con el periodo de entrenamientos (Tabla 4).

	L	M	X	J	V
FEBRERO	15	16	17	18	19
	22	23	24	25	26
MARZO	29	1	2	3	4
	7	8	9	10	11
	14	15	16	17	18
	21	22	23	24	25
	28	29	30	31	1
ABRIL	4	5	6	7	8
	11	12	13	14	15
	18	19	20	21	22
	25	26	27	28	29
MAYO	2	3	4	5	6
	9	10	11	12	13
	16	17	18	19	20



Test y Pruebas iniciales/finales
Entrenamientos

Tabla 4.-Cronograma correspondiente a la parte experimental del estudio

4.4. Análisis estadístico

Todos los datos fueron introducidos en una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2013 creada a tal efecto, y que permite elaborar tablas y gráficos. Todos los análisis estadísticos fueron realizados en el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 19 (IBM, Chicago, USA). Los resultados son expresados como media \pm DE. Se analizó la normalidad de la población y se realizó un ANOVA de 1 vía para la comparación de los parámetros en estudio antes y después del programa de entrenamiento. La correlación de Pearson se utilizó para determinar las relaciones entre los tiempos RSA y el 30-15 IFT o el $VO_{2m\acute{a}x}$. Se consideraron los siguientes valores de correlación: $0 < r < 0,25$ no correlación; $0,25 < r < 0,5$ correlación positiva débil; $0,5 < r < 0,75$ correlación positiva moderada; $0,75 < r < 1$ correlación positiva alta; $r = 1$ correlación positiva perfecta. Para todos los valores se estableció un nivel de significancia estadística de $p < 0,05$.

Las diferencias significativas ($p < 0,05$) se presentan del siguiente modo: * Diferencias significativas antes y después del periodo de entrenamientos. Nivel de significación para las correlaciones significativas: * para $p < 0,05$; y ** para $p < 0,01$

5. RESULTADOS

5.1.-Antropometría y composición corporal

Respecto al peso y la composición corporal, en la Tabla 5 se muestran los valores de los tres grupos antes y después del periodo de entrenamientos. No se dieron diferencias en ninguno de ellos en las variables relativas al peso ni a la composición corporal, y aunque el porcentaje de grasa parece tiende a reducirse sólo se manifiesta significativo en el grupo RSA, con una reducción del 6,24%

Tabla 5. Antropometría y composición corporal antes y después del periodo de entrenamientos

		Antes	Después	"p"
GR (n=8)	Peso (kg)	69.67 ± 4.51	69.67 ± 4.52	n.s.
	Talla (cm)	177.7 ± 0.03	177.7 ± 0.03	n.s.
	IMC	23.01 ± 2.51	22.98 ± 3.02	n.s.
	Grasa (%)	14.67 ± 4.82	14.17 ± 4.17	n.s.
	Masa Libre Grasa (%)	85.33 ± 2.56	85.41 ± 2.69	n.s.
	Agua (%)	62.1 ± 4.41	63 ± 4.63	n.s.
GRSA (n=8)	Peso (kg)	71.17 ± 9.97	71.21 ± 8.99	n.s.
	Talla (cm)	175.5 ± 0.07	175.5 ± 0.07	n.s.
	IMC	22.68 ± 3.59	23.16 ± 2.99	n.s.
	Grasa (%)	16.2 ± 4.52	15.02 ± 6.46	*
	Masa Libre Grasa (%)	83.65 ± 4.75	84.52 ± 6.65	n.s.
	Agua (%)	61.2 ± 3.47	61.85 ± 4.87	n.s.
GHIIT (n=8)	Peso (kg)	73.47 ± 7.5	73.2 ± 6.67	n.s.
	Talla (cm)	182.16 ± 0.00	182.16 ± 0.00	n.s.
	IMC	22.68 ± 2.75	22.78 ± 2.22	n.s.
	Grasa (%)	12.9 ± 4.97	12.1 ± 4.22	n.s.
	Masa Libre Grasa (%)	86.05 ± 6.32	86.08 ± 6.15	n.s.
	Agua (%)	62.6 ± 4.06	62.62 ± 3.85	n.s.

Valores medios ± desviación típica. "p" = Diferencias significativas en grupos por el efecto del entrenamiento: * = p<0,05; n.s. = no significativas. n = tamaño muestral.

5.2.-Test RSA

Tabla 6. Test RSA antes y después del periodo de entrenamientos

		Antes	Después	"p"
GR (n=8)	RSAbest (s)	3.31 ± 0.23	3.30 ± 0.27	n.s.
	RSAMEAN (s)	3.40 ± 0.21	3.38 ± 0.25	n.s.
	IF	4.21 ± 1.17	4.17 ± 1.17	n.s.
GRSA (n=8)	RSAbest (s)	3.26 ± 0.29	3.19 ± 0.29	n.s.
	RSAMEAN (s)	3.41 ± 0.29	3.31 ± 0.28	n.s.
	IF	4.63 ± 1.74	3.68 ± 1.99	*
GHIIT (n=8)	RSAbest (s)	3.29 ± 2.88	3.24 ± 2.34	n.s.
	RSAMEAN (s)	3.41 ± 2.81	3.34 ± 0.24	n.s.
	IF	3.70 ± 1.49	3.13 ± 0.84	*

Valores medios ± desviación típica. "p" = Diferencias significativas en grupos por el efecto del entrenamiento: * = p<0,05; n.s. = no significativas. Donde n = tamaño muestral; RSAbest = mejor sprint; RSAMEAN = promedio de los sprints realizados; IF = Índice de Fatiga

En la Tabla 6 se presentan todos los resultados obtenidos en el test RSA. Tan sólo se hallaron diferencias significativas en el % de descenso o índice de fatiga desde el mejor sprint hasta el último sprints tanto en el grupo que entrenó RSA (que cambió un 20,52%) como en el que hizo HIIT (que varió un 15,4%). El grupo running no mejoró ningún parámetro en esta prueba. (Figura 6).

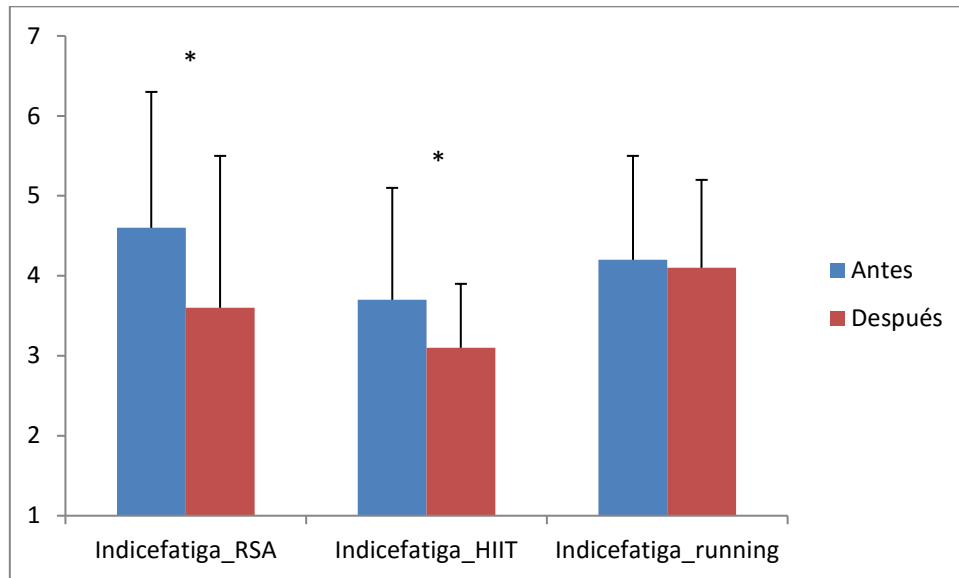


Figura 6. Índice de fatiga durante el test RSA antes y después del periodo de entrenamientos en los grupos RSA, HIIT y Running. Diferencias significativas en grupos por el efecto del entrenamiento: * = $p < 0,05$.

5.3.-Test 30-15 IFT

En la figura 7 se muestran los resultados del test 30-15 IFT. Hubo mejoras significativas en la velocidad final alcanzada en el test antes y después de los entrenamientos en el grupo RSA de sprints repetidos de un 5% (de 18 a 18,9 km/h) y en el grupo HIIT de intervalos individualizados de un 5.18% (de 19,3 a 20,3 km/h); y no las hubo en el grupo de running, aunque se aprecia también una tendencia a mejorar.

5.4.- Prueba de esfuerzo/ergoespirometría en laboratorio con tapiz rodante

5.4.1.-Prueba ergoespirométrica submáxima FATmax (tasa de oxidación de grasas).

Los resultados se muestran en la Tabla 7 y en las Figura 8 y 9, observándose que se obtuvieron diferencias significativas en el grupo que entrenó RSA (Figura 8) y en el grupo que entrenó HIIT (Figura 9). Después del periodo de entrenamientos, ambos grupos vieron reducido su porcentaje de tasa de oxidación de grasas a las mismas velocidades que antes del periodo de entrenamientos. Por el contrario, no se produjeron cambios en el % FATox antes y después en el grupo de running (Figura 10).

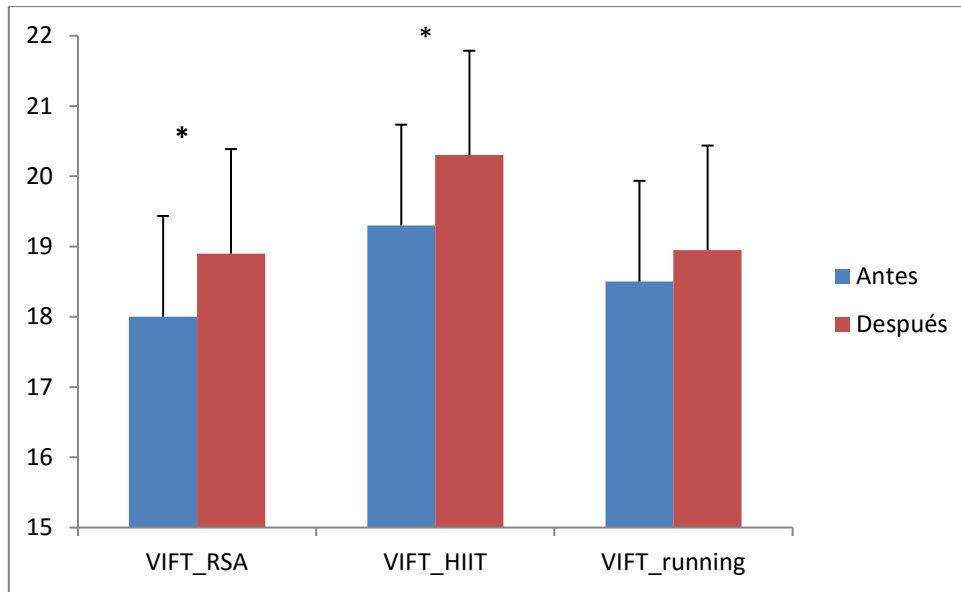


Figura 7. Velocidad final (km/h) en el test 30-15 IFT antes y después del periodo de entrenamientos en los grupos RSA, HIIT y Running. Diferencias significativas en grupos por el efecto del entrenamiento: * = $p < 0,05$.

Tabla 7. Tasa de oxidación de grasas (%FATox) en todos los grupos antes y después del periodo de entrenamientos

FATox(%)	Velocidad (km/h)	Antes	Después	"p"
GR (n=8)	6	45.13 ± 13.48	48.05 ± 12.35	n.s.
	7	23.2 ± 13.5	24.57 ± 18.25	n.s.
	8	15.76 ± 10.61	14.18 ± 15.36	n.s.
	9	6.38 ± 7.25	7.24 ± 8.03	n.s.
	10	1.59 ± 6.54	2.12 ± 15.23	n.s.
GRSA (n=8)	6	44.21 ± 14.51	35.11 ± 9.42	*
	7	24.20 ± 14.35	16.94 ± 14.74	*
	8	12.94 ± 11.51	10.88 ± 22.18	n.s.
	9	4.1 ± 6.82	1.38 ± 17.75	*
	10	5.77 ± 7.51	0.0 ± 17.21	*
GHIIT (n=8)	6	47.12 ± 12.81	40.23 ± 15.99	*
	7	32.18 ± 23.96	18 ± 8.66	*
	8	27.58 ± 7.15	15 ± 8.30	*
	9	11.49 ± 8.45	2 ± 5.23	*
	10	4.60 ± 4.63	0 ± 19.72	*

Valores medios ± desviación típica. "p" = Diferencias significativas en grupos por el efecto del entrenamiento: * = $p < 0,05$; n.s. = no significativas. Donde n = tamaño muestral; %FATox = % de grasas respecto al total de kcal/min

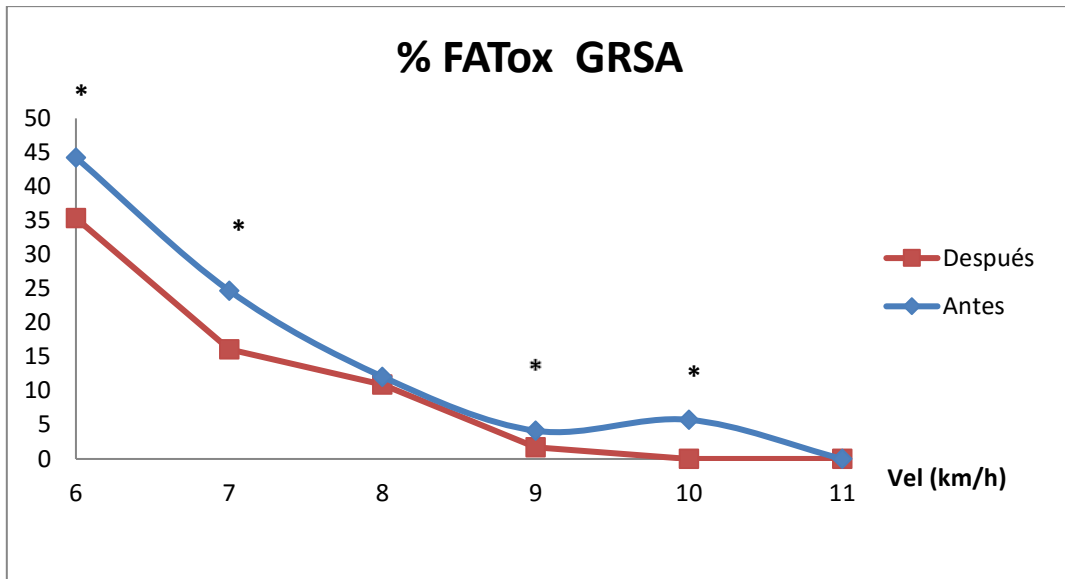


Figura 8. Porcentaje de tasa de oxidación de grasas (%FATox) antes y después del periodo de entrenamientos en el grupo de entrenamiento con RSA (GRSA). Diferencias significativas: * = $p < 0,05$; n.s. = no significativas. Donde n = tamaño muestral; Vel = velocidad (km/h) en tapiz rodante; %FATox = % de grasas respecto al total de kcal/min

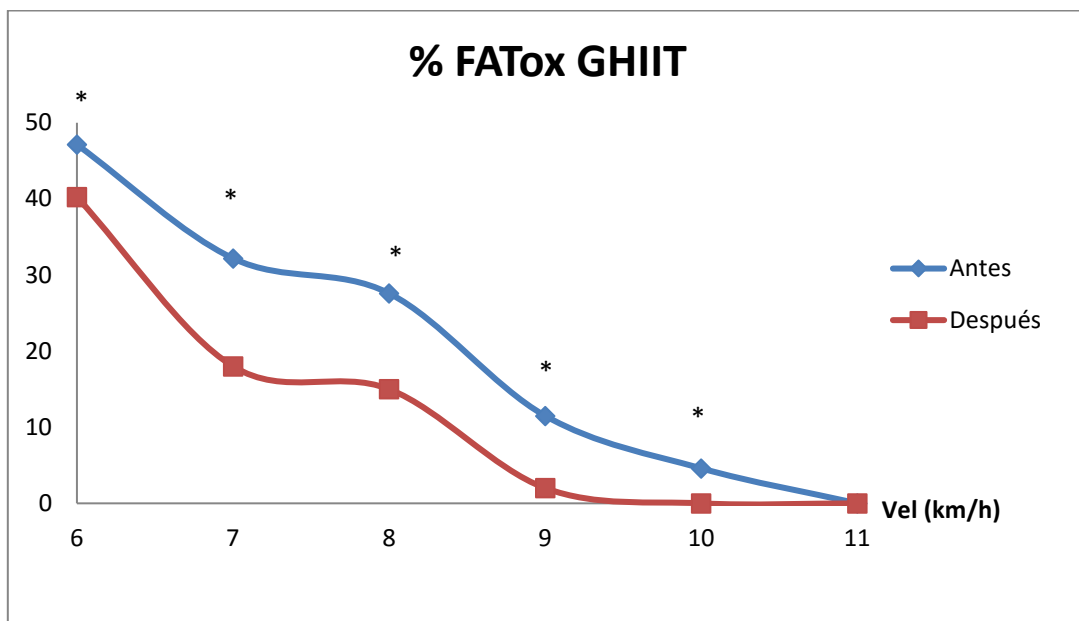


Figura 9. Porcentaje de tasa de oxidación de grasas (%FATox) antes y después del periodo de entrenamientos en el grupo de entrenamiento con HIIT (GHIIT). Diferencias significativas: * = $p < 0,05$; n.s. = no significativas. Donde n = tamaño muestral; Vel = velocidad (km/h) en tapiz rodante; %FATox = % de grasas respecto al total de kcal/min

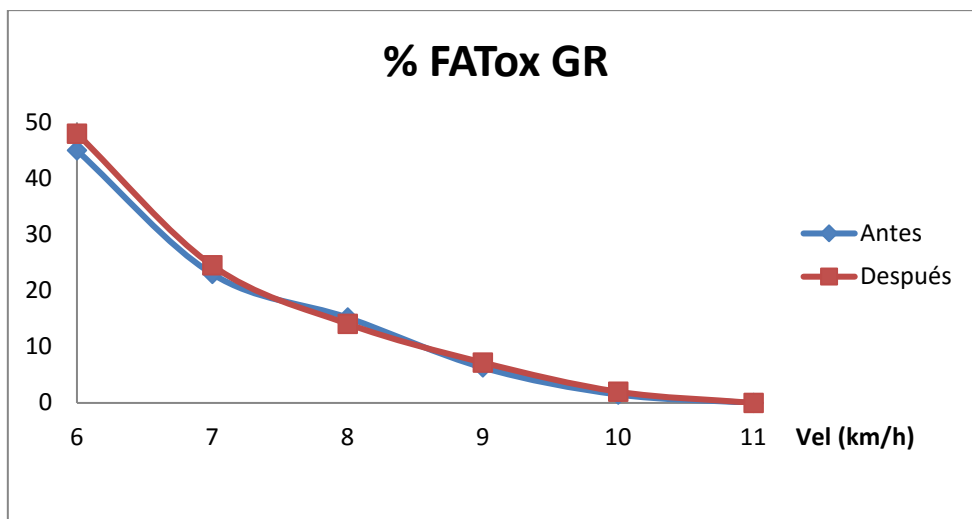


Figura 10. Porcentaje de tasa de oxidación de grasas (%FATox) antes y después del periodo de entrenamientos en el grupo de entrenamiento de running (GR). Diferencias significativas: * = $p < 0,05$; n.s. = no significativas. Donde n = tamaño muestral; Vel = velocidad (km/h) en tapiz rodante; %FATox = % de grasas respecto al total de kcal/min

5.4.2.-Prueba ergoespirométrica máxima para determinar capacidad y resistencia aeróbica.

Los valores máximos obtenidos en la prueba de esfuerzo ergoespirométrica en tapiz rodante atendiendo a un protocolo en rampa se muestran en la Tabla 8. En la misma no se observan diferencias significativas entre el antes y después del entrenamientos en ninguno de los 3 grupos; habiéndose constatado que la casi totalidad alcanzan una meseta de al menos 1 min en el VO_{2max} , y que cumplen los criterios de esfuerzo máximo al alcanzar más del 95% de la FC_{max} teórica en todos los grupos, al igual que un $CR > 1,15$, y el valor 10 en la escala de Borg. Tan sólo como se representa en la Figura 11 en el grupo HIIT los valores de ventilación máxima fueron significativamente un 8,57% mayores tras el entrenamiento.

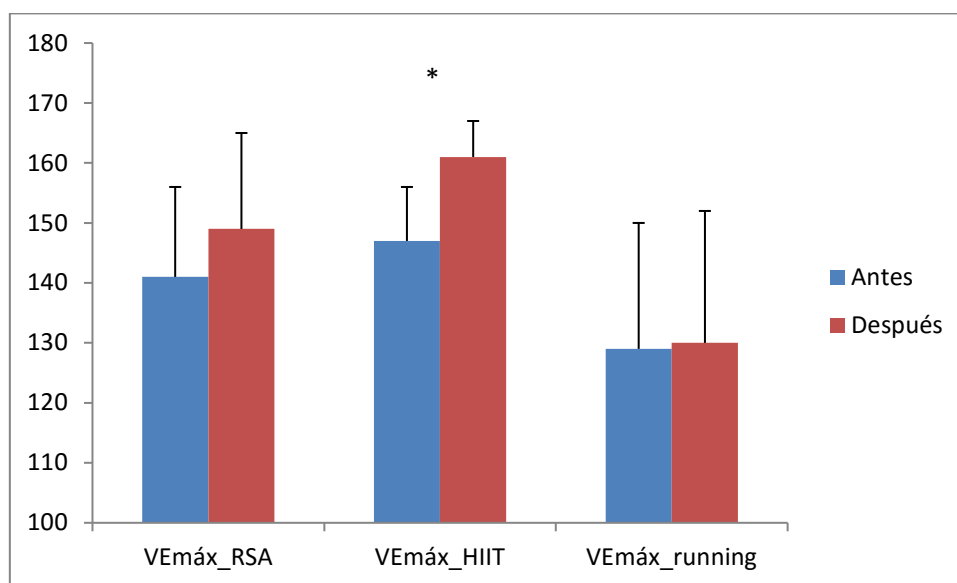


Figura 11: Ventilación máxima en la prueba ergoespirométrica máxima antes y después del periodo de los entrenamientos en los tres grupos. Diferencias significativas en grupos por el entrenamiento: * = $p < 0,05$; n.s. = no significativas. Donde VEmax = ventilación máxima (l/min).

Tabla 8. Valores máximos ergoespirométricos en los grupos antes y después del periodo de entrenamientos

		Antes	Después	"p"
GR (n=8)	Velmax (km/h)	14.48 ± 1.77	14.99 ± 1.98	n.s.
	VO2max (l/min)	2.91 ± 0.52	2.95 ± 0.67	n.s.
	VO2max (ml/kg/min)	42.68 ± 7.5	44.03 ± 9.21	n.s.
	CRmax	1.28 ± 0.07	1.26 ± 0.06	n.s.
	FCmax(ppm)	179.67 ± 10.05	178.44 ± 8.57	n.s.
	VEmax (l/min)	119.09 ± 31.13	120.63 ± 32.59	n.s.
	Vtmax(l)	2.96 ± 2.28	2.05 ± 0.32	n.s.
	RPEmax	10 ± 0	10 ± 0	n.s.
GRSA (n=8)	Velmax (km/h)	15.82 ± 1.36	16.4 ± 1.38	n.s.
	VO2max (l/min)	3.83 ± 0.54	3.74 ± 0.57	n.s.
	VO2max (ml/kg/min)	54.33 ± 8.66	53.5 ± 7.71	n.s.
	CRmax	1.23 ± 0.07	1.25 ± 0.07	n.s.
	FCmax(ppm)	193.33 ± 9.14	194 ± 7.13	n.s.
	VEmax (l/min)	141.35 ± 20.82	149.1 ± 21.00	n.s.
	Vtmax(l)	2.34 ± 0.38	2.30 ± 0.37	n.s.
	RPEmax	9.83 ± 0.4	10 ± 0	n.s.
GHIIT (n=8)	Velmax (km/h)	16.75 ± 1.74	17.3 ± 1.65	n.s.
	VO2max (l/min)	4.02 ± 0.46	4.22 ± 0.66	n.s.
	VO2max (ml/kg/min)	54 ± 7.39	56.38 ± 4.94	n.s.
	CRmax	1.29 ± 0.07	1.34 ± 0.07	n.s.
	FCmax(ppm)	189.00 ± 8.6	188.75 ± 8.3	n.s.
	VEmax (l/min)	147.47 ± 9.41	161.3 ± 4.54	*
	Vtmax(l)	2.47 ± 0.07	2.66 ± 0.23	n.s.
	RPEmax	10 ± 0	10 ± 0	n.s.

Valores medios ± desviación típica. Diferencias significativas en grupos por el efecto del entrenamiento: * = $p < 0,05$; n.s. = no significativas. Donde n = tamaño muestral; Donde Velmax = velocidad máxima; VO2max = consumo máximo de O2; CRmax = cociente respiratorio máximo; FCmax = frecuencia cardiaca máxima; VEmax = ventilación máxima; Vtmax = volumen respiratorio tidal o circulante máximo; RPEmax = percepción subjetiva de esfuerzo (escala de Borg) máximo.

Los valores correspondientes a la identificación del umbral ventilatorio anaeróbico-VT2 (indicador de la resistencia aeróbica del árbitro), así como de la identificación del umbral ventilatorio aeróbico-VT1, obtenidos una vez realizada la prueba de esfuerzo ergoespirométrica en tapiz rodante atendiendo a un protocolo en rampa se muestran en las Tablas 9 y 10. En la tabla 9 y Figura 12 se muestra que existe una tendencia a la mejora o incrementos en estos parámetros tras el programa de entrenamiento (lo que ha de suponer una ligera mejora en la resistencia aeróbica), si bien sólo son significativos los incrementos del porcentaje del VO2max al que se identifica el umbral ventilatorio-VT2 o umbral anaeróbico, que lo hace un 7.7%, 5,5% y 5,6% respectivamente en los grupos GR, GRSA y GHIIT. Aunque la velocidad de carrera a la que se identifica el umbral tiende a ser mayor en los 3 grupos, sólo aumenta significativamente un 8.6% en el GHIIT.

Tabla 9. Valores correspondientes al umbral ventilariorio-2 (VT2), o umbral anaeróbico, en los grupos antes y después del periodo de entrenamientos

		Antes	Después	"p"
GR (n=8)	Vel-VT2 (km/h)	11.71 ± 1.58	13.02 ± 1.59	n.s.
	VO2-VT2 (ml/kg/min)	35.25 ± 5.82	40.25 ± 7.53	n.s.
	%VO2max-VT2 (%)	81.19 ± 6.95	88.89 ± 5.90	*
	CR-VT2	1.06 ± 0.07	1.13 ± 0.07	n.s.
	FC-VT2(ppm)	159.5 ± 11.89	165.87 ± 10.71	n.s.
	%FCmax-VT2 (%)	88.77 ± 5.1	92.95 ± 6.51	n.s.
	VE-VT2 (l/min)	81.4 ± 24.5	99.17 ± 22.25	*
	RPE-VT2	6.1 ± 0,7	6.5 ± 0.8	n.s.
GRSA (n=8)	Vel-VT2 (km/h)	13.5 ± 1.51	13.93 ± 1.3	n.s.
	VO2-VT2 (ml/kg/min)	47 ± 8.67	48.5 ± 8.66	n.s.
	%VO2max-VT2 (%)	85.83 ± 4.62	91.16 ± 4.16	*
	CR-VT2	1.09 ± 0.03	1.16 ± 0.02	n.s.
	FC-VT2(ppm)	180.16 ± 12.73	185.16 ± 8.99	n.s.
	%FCmax-VT2 (%)	93.18 ± 1.2	95.41 ± 1.48	n.s.
	VE-VT2 (l/min)	104.21 ± 13.99	116.98 ± 15.12	n.s.
	RPE-VT2	6 ± 20.9	7.58 ± 1.2	n.s.
GHIIT (n=8)	Vel-VT2 (km/h)	13.25 ± 1.5	14.5 ± 2.08	*
	VO2-VT2 (ml/kg/min)	44.75 ± 3.2	48.75 ± 3.59	n.s.
	%VO2max-VT2 (%)	84.25 ± 5.43	90 ± 3.74	*
	CR-VT2	1.09 ± 0.08	1.16 ± 0.02	n.s.
	FC-VT2(ppm)	177.75 ± 9.53	179 ± 9.13	n.s.
	%FCmax-VT2 (%)	94.04 ± 2.82	94.83 ± 2.00	n.s.
	VE-VT2 (l/min)	102.3 ± 10.19	118.82 ± 5.32	*
	RPE-VT2	5.75 ± 1.89	6.5 ± 1.73	n.s.

Valores medios ± desviación típica. Diferencias significativas en grupos por el efecto del entrenamiento: * = p<0,05; n.s. = no significativas. Donde n = tamaño muestral; Donde Velmax = velocidad máxima; VO2max = consumo máximo de O2; CRmax = cociente respiratorio máximo; FCmax = frecuencia cardiaca máxima; VEmax = ventilación máxima; Vtmax = volumen respiratorio tidal o circulante máximo; RPEmax = percepción subjetiva de esfuerzo (escala de Borg) máximo.

Los valores correspondientes a la identificación del umbral ventilatorio aeróbico-VT1 obtenidos una vez realizada la prueba de esfuerzo ergoespiométrica en tapiz rodante atendiendo a un protocolo en rampa se muestran en la Tabla 10. En la Tabla 10 y Figura 13 se muestra que los grupos de entrenamiento interválico GRSA y GHIIT no mejoran los valores en el umbral aeróbico; mientras que el grupo de running (GR) aumenta significativamente tanto la velocidad de carrera (un 16.15%), el VO2 en el umbral aeróbico (un 17.11%), por lo que el porcentaje del VO2max al que se identifica se incrementa un 12%, y la frecuencia cardiaca en el umbral aeróbico que es mayor en un 9.28%; y los valores de ventilación en el mismo en un 23%.

Tabla 10. Valores correspondientes al umbral ventilatorio-1 (VT1), o umbral aeróbico, en los grupos antes y después del periodo de entrenamientos

		Antes	Después	"p"
GR (n=8)	Vel-VT1 (km/h)	8.1 ± 1.22	9.66 ± 1.45	*
	VO2-VT1 (ml/kg/min)	25.37 ± 5.04	31.5 ± 6.11	*
	%VO2max-VT1 (%)	58.12 ± 8.07	70.12 ± 10.07	*
	CR-VT1	0.87 ± 0.07	0.95 ± 0.04	n.s.
	FC-VT1(ppm)	127 ± 11.69	140.25 ± 10.70	*
	%FCmax-VT1 (%)	70.68 ± 4.4	78.59 ± 3.65	n.s.
	VE-VT1 (l/min)	45.67 ± 15.27	59.33 ± 13.58	*
	RPE-VT1	3.8 ± 0,4	3.6 ± 0.6	n.s.
GRSA (n=8)	Vel-VT1 (km/h)	10.5 ± 1.04	9.5 ± 0.63	n.s.
	VO2-VT1 (ml/kg/min)	38.33 ± 6.18	36.83 ± 6.11	n.s.
	%VO2max-VT1 (%)	70.5 ± 4.46	69.83 ± 5.49	n.s.
	CR-VT1	0.89 ± 0.05	0.89 ± 0.04	n.s.
	FC-VT1(ppm)	154 ± 16.58	154 ± 11.78	n.s.
	%FCmax-VT1 (%)	93.18 ± 1.2	95.41 ± 1.48	n.s.
	VE-VT1 (l/min)	66.26 ± 10.15	62.8 ± 6.41	n.s.
	RPE-VT1	3.5 ± 0.54	3.08 ± 1.02	n.s.
GHIIT (n=8)	Vel-VT1 (km/h)	10.75 ± 0.95	10.37 ± 1.25	n.s.
	VO2-VT1 (ml/kg/min)	37.5 ± 4.43	37.75 ± 3.09	n.s.
	%VO2max-VT1 (%)	69.75 ± 4.92	70.75 ± 3.59	n.s.
	CR-VT1	0.87 ± 0.04	0.99 ± 0.25	n.s.
	FC-VT1(ppm)	157.00 ± 9.53	158.25 ± 10.26	n.s.
	%FCmax-VT1 (%)	79.65 ± 2.85	79.38 ± 1.97	n.s.
	VE-VT1(l/min)	69.22 ± 6.55	78.25 ± 5.35	n.s.
	RPE-VT1	3.62 ± 1.1	3.25 ± 0.86	n.s.

Valores medios ± desviación típica. Diferencias significativas en grupos por el efecto del entrenamiento: * = p<0,05; n.s. = no significativas. Donde n = tamaño muestral; Donde Velmax = velocidad máxima; VO2max = consumo máximo de O2; CRmax = cociente respiratorio máximo; FCmax = frecuencia cardiaca máxima; VEmax = ventilación máxima; Vtmax = volumen respiratorio tidal o circulante máximo; RPEmax = percepción subjetiva de esfuerzo (escala de Borg) máximo.

El grupo running fue el único que mejoró significativamente el umbral aeróbico o ventilatorio-VT1, mientras que los grupos de entrenamiento interválico mejoraron significativamente el umbral anaeróbico o umbral ventilatorio-VT2, al igual que el grupo de running.

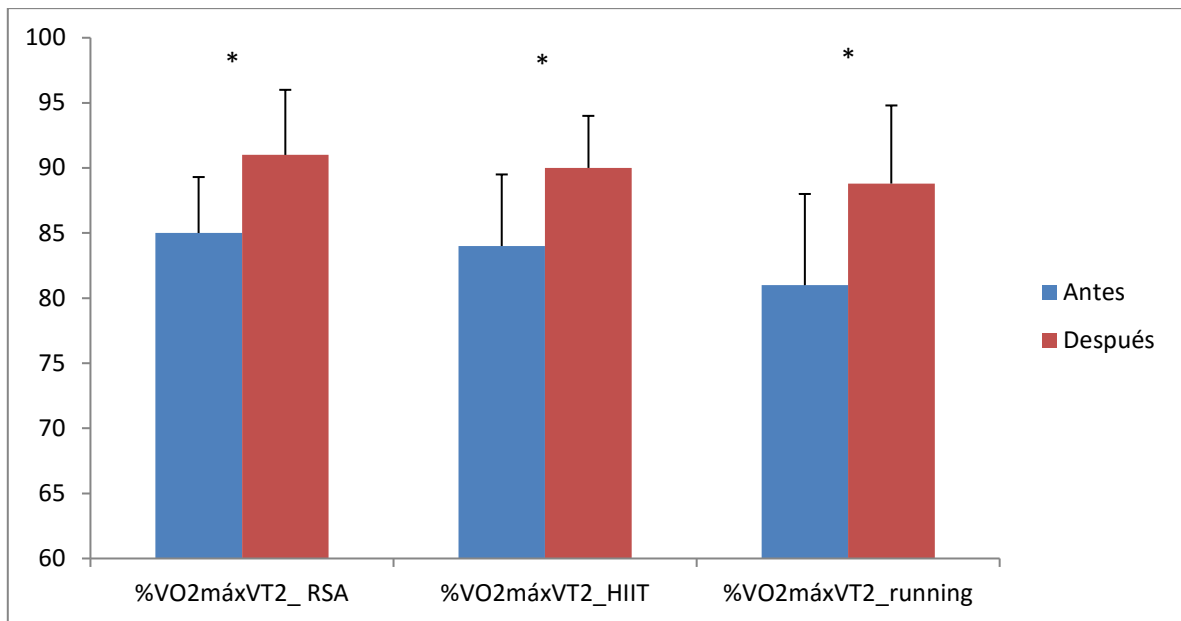


Figura 12. Umbral anaeróbico o ventilatorio-VT2 expresado como % del VO₂máx en la prueba ergoespirométrica máxima antes y después del periodo de los entrenamientos en los tres grupos (GRSA, GHIIT, GR). Diferencias significativas en grupos por el entrenamiento: * = p<0,05. Donde %VO2maxVT2 = porcentaje del consumo máxima de oxígeno en el umbral anaeróbico o ventilatorio-VT2.

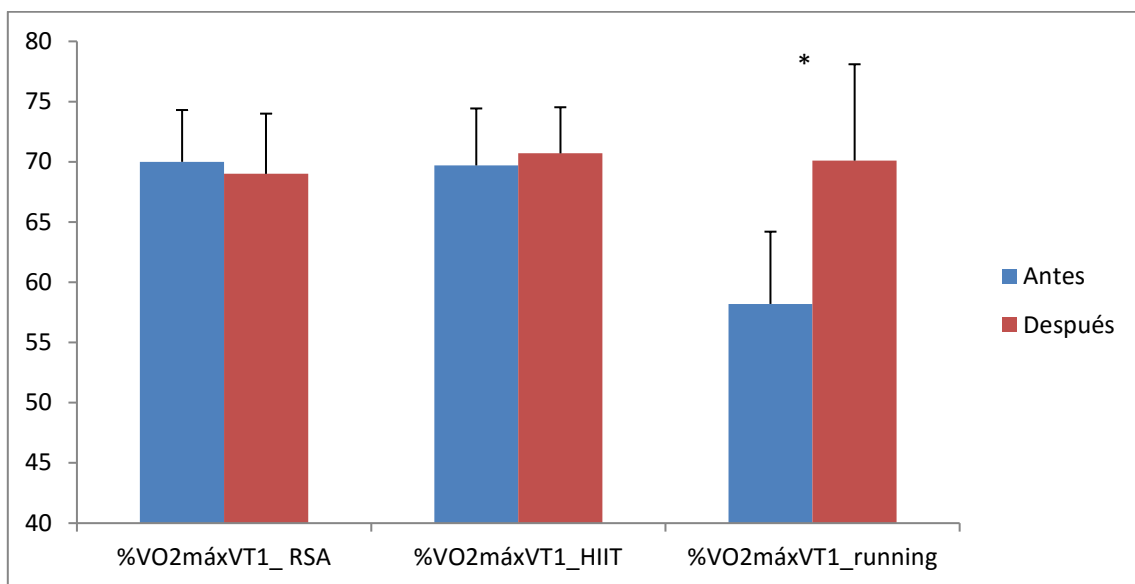


Figura 13. Umbral aeróbico o ventilatorio-VT1 expresado como % del VO₂máx en la prueba ergoespirométrica máxima antes y después del periodo de los entrenamientos en los tres grupos (GRSA, GHIIT, GR). Diferencias significativas en grupos por el entrenamiento: * = p<0,05. Donde %VO2maxVT1 = porcentaje del consumo máximo de oxígeno en el umbral aeróbico o ventilatorio-VT1.

Los valores de frecuencia cardiaca y de la percepción subjetiva de recuperación al esfuerzo (escala TQR) durante los 3 min posteriores a finalizar la prueba de esfuerzo ergoespirométrica máxima son mostrados en la Tabla 11. No se han observado diferencias significativas en ninguno de los tres grupos tras el periodo de entrenamientos.

Tabla 11. Frecuencia cardiaca y percepción subjetiva de recuperación (escala TQR) tras finalizar prueba de esfuerzo ergoespirométrica máxima en todos los grupos antes y después del periodo de entrenamientos

FATox(%)	Recuperación	Antes	Después	"p"
GR (n=8)	%RECmin1	6.98 ± 1.26	6.79 ± 2.33	n.s.
	%RECmin2	23.53 ± 7.51	24.21 ± 5.52	n.s.
	%RECmin3	41.31 ± 28.18	40.38 ± 4.5	n.s.
	TQRmin1	11 ± 2.19	10.5 ± 1.05	n.s.
	TQRmin2	14.83 ± 1.21	13.95 ± 1.33	n.s.
	TQRmin3	16.67 ± 1.33	15.83 ± 1.72	n.s.
GRSA (n=8)	%RECmin1	6.78 ± 1.27	6.69 ± 2.32	n.s.
	%RECmin2	21.53 ± 7.51	22.21 ± 5.53	n.s.
	%RECmin3	46.32 ± 28.18	39.88 ± 4.51	n.s.
	TQRmin1	11 ± 2.19	9.5 ± 1.05	n.s.
	TQRmin2	14.33 ± 1.21	12.83 ± 1.33	n.s.
	TQRmin3	16.67 ± 1.37	15.83 ± 1.72	n.s.
GHIIT (n=8)	%RECmin1	10.58 ± 6.07	9.78 ± 4.27	n.s.
	%RECmin2	26.6 ± 10.06	26.35 ± 5.76	n.s.
	%RECmin3	32.67 ± 9.35	33.15 ± 4.26	n.s.
	TQRmin1	10.5 ± 1.91	10.25 ± 2.99	n.s.
	TQRmin2	14 ± 1.41	13.75 ± 2.5	n.s.
	TQRmin3	16.5 ± 1	17.25 ± 1.71	n.s.

Valores medios ± desviación típica. Diferencias significativas en grupos por el entrenamiento: n.s. = no significativas. Donde n = tamaño muestral; %RECmin1 = porcentaje de recuperación de frecuencia cardiaca respecto a la máxima obtenida en el 1º minuto de recuperación; TQRmin1 = Percepción subjetiva de recuperación al esfuerzo (escala de 6 a 20) en el 1º minuto de recuperación al esfuerzo.

En la Figura 14 se representan las correlaciones más significativas obtenidas entre los parámetros más relevantes de las pruebas y test realizados. Se observa como el VO₂max se correlaciona moderada y significativamente con la velocidad obtenida en el test 30-15 IFT, mientras que tiene una baja correlación y no significativa con la media de los tiempos en realizar el RSA. También se muestra que la velocidad obtenida en el test 30-15 IFT tiene una alta correlación significativa con la media de los tiempos en realizar el RSA. Y que el mejor tiempo al realizar el RSA se correlaciona lata y significativamente con la media de los tiempos en realizar el RSA. NO se han obtenido correlaciones significativas entre estos parámetros y el índice de fatiga en el RSA.

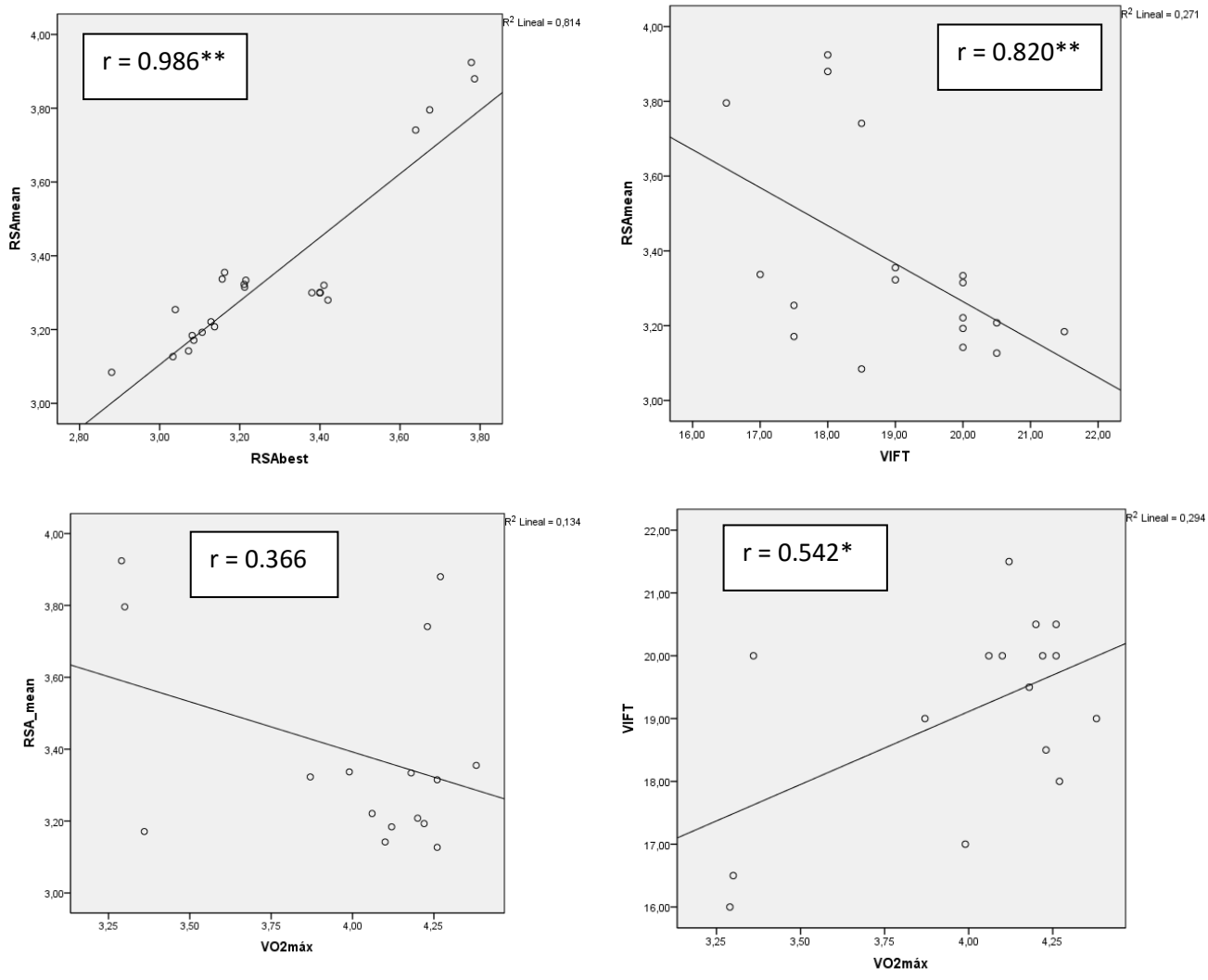


Figura 14. Correlaciones entre VO2max, tiempo medio de los sprints en test RSA (RSA mean), mejor sprint (RSA best) y velocidad alcanzada en el test 30-15 ITF (V_{IFT}) en los árbitros de baloncesto. Nivel de significación: $*=p<0,05$; $**=p<0,01$.

6. DISCUSIÓN

El propósito de este estudio fue analizar las posibles adaptaciones al entrenamiento interválico de alta intensidad frente al entrenamiento continuo de intensidad moderada e intentar determinar qué modalidad de HIIT es más específica o eficaz para mejorar la condición física de los árbitros de baloncesto.

Cambios en el test de laboratorio

A pesar de que no se dieron cambios en el peso ni en la composición corporal de ningún grupo, el grupo RSA y el grupo HIIT empeoraron significativamente su tasa de oxidación de grasas durante el ejercicio a intensidades submáximas (entre 6 y 10 km/h), mientras que no hubo cambios en el grupo running. Esto puede ser debido a que la mejora en la capacidad anaeróbica (mejoró la V_{IFT}) provoca que a la misma velocidad de carrera el metabolismo anaeróbico ya esté participando parcialmente en el suministro energía y se empiecen a consumir carbohidratos a una menor velocidad. Pero este hallazgo contrarresta con la bibliografía existente; según la cual uno de los parámetros que más se puede modificar con el HIIT es la oxidación de grasas, la cual se ve mejorada tanto en reposo (Whyte et al, 2010) como durante el ejercicio submáximo (Astorino et al, 2011).

Analizando los resultados de la prueba de esfuerzo realizada en el laboratorio, vemos como el grupo running mejoró significativamente el VT1 y los tres grupos mejoraron significativamente el VT2. Esto tiene una explicación lógica teniendo en cuenta que el primero de ellos entrena mucho volumen a una intensidad moderada, con lo cual mejora la utilización del metabolismo aeróbico y retrasa el primer incremento en la acumulación de lactato. Por otro lado, los grupos RSA y HIIT entrenan muy poco volumen pero a una intensidad muy elevada de un modo interválico, provocando que durante los entrenamientos el metabolismo anaeróbico se vea muy exigido para contribuir en la producción de energía y la producción de lactato es elevada. Una de las adaptaciones de este entrenamiento es una mejora del VT2 al mejorar la capacidad tampón del músculo.

Por otro lado, al no aumentar el $VO_{2m\acute{a}x}$, no se producen mejoras significativas en la velocidad máxima alcanzada al finalizar la ergoespirometría en ninguno de los tres grupos. Sin embargo, si hay incrementos significativos en el consumo absoluto de CO_2 en el grupo HIIT, lo cual conlleva una mejora significativa en los valores máximos de ventilación en este mismo grupo. Esto enlaza con los resultados anteriores, ya que una mejora en la capacidad anaeróbica hace que tamponemos más lactato y esto dé como resultado una mayor producción más CO_2 . Dicho CO_2 debe ser eliminado y el cuerpo detecta su incremento mediante receptores en la carótida y pone en marcha un mecanismo automático de hiperventilación para eliminarlo. Por este motivo la $VE_{m\acute{a}x}$ aumenta significativamente.

Durante los 3 primeros minutos de recuperación tras la prueba de esfuerzo no se han producido cambios significativos ni en la FC ni en la percepción subjetiva de recuperación por parte de los sujetos en ningún grupo. Tal vez un periodo de 8 semanas de entrenamiento no sea suficiente para mejorar este parámetro.

Cambios en los test de campo

En la prueba RSA encontramos diferencias significativas en el porcentaje de descenso de la fatiga o índice de fatiga tanto en el grupo RSA como en el HIIT, en concordancia con Buchheit (2010) y Racinais (2010). Cuánto menor es este valor, menos ha empeorado el tiempo desde el primer hasta el último sprint y por tanto existe una menor afectación de la fatiga a la prueba. Sin embargo, a diferencia de los resultados obtenidos por Buchheit (2010) y Racinais (2010), en este caso ningún grupo obtuvo mejoras significativas en el mejor tiempo de sprint y la media del tiempo de los sprints.

Cómo ya se mencionó en los antecedentes (Mendez-Villanueva et al., 2008), la aparición de la fatiga depende de un cúmulo de factores, pero el rendimiento en un solo sprint depende únicamente de factores neuromusculares (potencia anaeróbica) y para mejorar este parámetro resulta imprescindible un entrenamiento de musculación que incremente los valores de fuerza máxima y potencia muscular.

Por otro lado, se dieron las siguientes correlaciones significativas: Correlación positiva ($r=0,986$) entre RSA mean y RSA best; correlación negativa ($r=-0,820$) entre RSA mean y VIFT; y correlación positiva ($r=0,542$) entre $VO_{2m\acute{a}x}$ y VIFT. Esto concuerda con el estudio de Buchheit (2011) el cual describió una correlación positiva muy alta entre RSA mean y RSA best ($r= 0,92$) y una correlación negativa moderada entre RSA mean y $VO_{2m\acute{a}x}$ ($r=-0,58$). En este caso la correlación no se da con el $VO_{2m\acute{a}x}$, sino con la velocidad final del 30-15 IFT; tal y como indicaba Buchheit (2008) en la validación de dicho test.

Sin embargo, un hecho que se había encontrado en estudios anteriores era una correlación positiva entre el estado de forma inicial del sujeto (primer sprint) y la disminución del rendimiento en carreras posteriores (índice de fatiga) (Méndez-Villanueva et al., 2008). Esta correlación entre RSAbest e índice de fatiga no aparece en nuestro estudio, mostrando como el estado inicial de forma del sujeto no tiene por qué ser determinante en la disminución del rendimiento en sprints posteriores.

En cuanto al Test 30-15 IFT, la velocidad final alcanzada se vio incrementada significativamente tanto en el grupo RSA como en el grupo HIIT, pero no en el grupo running. A pesar de lo que se podía suponer, entrenando series de manera individualizada (al 90% de la V_{IFT}) no se produce una mayor mejora en los resultados del test que entrenando sprints. Esto concuerda con los resultados de Hazell et al. (2010) dónde la producción del pico de potencia durante los primeros segundos de cada sprint es probable que sea más responsable de las adaptaciones que el trabajo total completado.

Comparativa entrenamientos

La bibliografía recoge como las adaptaciones al entrenamiento HIIT son similares independientemente de que el tipo de intervalo realizado sea de mayor o menor duración (Hazell et al, 2010; Zelt et al, 2014; Foster et al, 2015; Logan et al., 2015). En este caso, comparando dos tipos bien diferentes de entrenamiento HIIT (uno basado en sprints y otro en intervalos submáximos individualizados) vemos como de acuerdo con los estudios anteriores ambos grupos mejoran la condición física, pero apenas encontramos diferencias entre las adaptaciones conseguidas por uno y otro método de entrenamiento.

En base a los resultados obtenidos, futuras investigaciones deberían analizar si es necesario un periodo inicial de entrenamiento general (running) que permita una adaptación fisiológica y musculo esquelética del organismo; y continuar con un segundo periodo de entrenamiento de alta intensidad (HIIT), sin el cual no lograríamos las adaptaciones específicas para la modalidad deportiva.

Además hemos observado que los cambios en el peso y la composición corporal no dependen exclusivamente del nivel de actividad física realizado en los entrenamientos, las modificaciones en ambos parámetros fueron analizadas; sin obtener modificaciones significativas. En futuras investigaciones sería necesario controlar los hábitos de vida y la nutrición de los participantes para ver cómo pueden influir estas dos variables sobre la composición corporal.

7. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la presente investigación y con relación a los objetivos planteados al inicio de la misma, se pueden concretar las siguientes conclusiones:

1. El entrenamiento interválico de alta intensidad es un método de entrenamiento eficaz para los árbitros de baloncesto, mejorando en un periodo de entrenamiento de 8 semanas los principales factores de rendimiento de los mismos durante la competición.
2. El 30-15 IFT es un test válido y fiable para valorar la condición física en deportes intermitentes con cambios de dirección (baloncesto, fútbol, tenis, etc) y es necesaria su realización para prescribir entrenamientos interválicos de alta intensidad de forma individualizada. Por tanto, se puede considerar como un test específico para evaluar la condición física de los árbitros de baloncesto.
3. El entrenamiento interválico de alta intensidad permite conseguir adaptaciones fisiológicas que no se alcanzan con el entrenamiento de running: disminución del índice de fatiga y V_{IFT} (capacidad anaeróbica y de cambios de dirección).
4. Las adaptaciones conseguidas por ambos grupos que realizaron entrenamiento interválico de alta intensidad (grupo RSA y grupo HIIT) son similares independientemente de que el tipo de intervalo realizado sea de mayor o menor duración.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Astorino, T., Allen, R., Roberson, D., Jurancich, M., Lewis, R., McCarthy, K. & Trost, E. (2011). Adaptations to high-intensity training are independent of gender. *Eur J Appl Physiol*, 111(7), 1279-86.
- Astorino, T., Schubert, M., Palumbo, E., Stirling, D. & McMillan, D. (2013). Effect of two doses of interval training on maximal fat oxidation in sedentary women. *Med Sci Sports Exerc*, 45(10), 1878-1886.
- Bañuelos, F., Del Burgo, F. J., & Suárez, A. (2003). La práctica de la actividad física y el deporte en Castilla-La Mancha.
- Barbero, J. & Barbero, V. (2003). Relación entre el consumo máximo de oxígeno y la capacidad para realizar ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores de fútbol sala. *RED*, 2, 14-24.
- Bayón, P., Vaquera, A., García-Tormo, J. V., & Dehesa, R. (2015). Efectos del entrenamiento en la habilidad para repetir sprints (RSA) en arbitros de baloncesto. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 15(3), 163-168.
- Billat, L., Flechet, B., Petit, B., Muriaux, G. & Koralsztejn, J. (1999). Interval training at VO₂max: effects on aerobic performance and overtraining markers. *Med Sci Sports Exerc*, 31, 156-163.
- Billat, L. (2001) Interval training for performance: a scientific and empirical practice: special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: aerobic interval training. *Sports Med*, 1, 13–31.
- Bishop, D., Girard, O. & Mendez-Villanueva, A. (2011). Repeated-sprint ability—Part II. *Sports Medicine*, 41(9), 741-756.
- Borg, G. (1982). A category scale with ratio properties for intermodal and interindividual comparison. En HG. Geissler & P. Petzold (Eds.), *Psychophysical judgment and the process of perception* (pp 25-34). Berlin: VEB DeutscherVerlag der Wissenschaften.
- Brandou, F., Savy-Pacaux, A. M., Marie, J., Bauloz, M., Maret-Fleuret, I., Borrocoso, S., & Brun, J. F. (2005). Impact of high-and low-intensity targeted exercise training on the type of substrate utilization in obese boys submitted to a hypocaloric diet. *Diabetes & metabolism*, 31 (4), 327-335.
- Brun, J. F., Romain, A. J., & Mercier, J. (2011). Maximal lipid oxidation during exercise (Lipox max): From physiological measurements to clinical applications. Facts and uncertainties. *Science & Sports*, 26 (2), 57-71
- Brown, P., Hughes, M. & Tong, R. (2007) Relationship between VO₂max and repeated sprint ability using non-motorised treadmill ergometry. *J Sports Med Phys Fitness*, 47, 186-90.
- Buchheit, M. (2008). The 30-15 intermittent fitness test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 365-374.
- Buchheit, M., Kuitunen, S., Voss, S., et al. (2012) Physiological strain associated with high-intensity hypoxic intervals in highly trained young runners. *J Strength Cond Res*, 26, 94-105.
- Buchheit, M., & Laursen, P. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. *Sports medicine*, 43(5), 313-338.
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B. & Bourdon, P. (2010). Repeated-sprint sequences during youth soccer matches. *Int J Sports Med*, 31, 709-16.
- Buchheit, M., Simpson, B. & Mendez-Villanueva, A. (2013) Repeated high-speed activities during youth soccer games in relation to changes in maximal sprinting and aerobic speeds. *Int J sport Med*, 34(1), 40-48.

- Creer, A., Ricard, M., Conlee, R., Hoyt, G. & Parcell, A. (2004). Neural, metabolic, and performance adaptations to four weeks of high-intensity sprint-interval training in trained cyclists. *Int J Sports Med*, 25, 92-98.
- Daniel, J., Borin, J., Nolasco, M., & Montagner, P. (2013). The distances covered by basketball referees in a match increase throughout the competition phases, with no change in physiological demand. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 4, 193-198.
- Driller, M., Fell, J., Gregory, J., Shing, C., & Williams, A. (2009). The effects of high-intensity interval training in well-trained rowers. *Int J Sports Physiol Perform*, 4, 110-121.
- Duffield, R., Dawson, B. & Goodman, C. (2004) Energy system contribution to 100-m and 200-m track running events. *J Sci Med Sport*, 7, 302-313.
- Duffield, R., Dawson, B. & Goodman, C. (2005). Energy system contribution to 400-metre and 800-metre track running. *J Sports Sci*, 23, 299-307.
- Edge, J., Bishop, D. & Goodman, C. (2005). Effects of high- and moderate-intensity training on metabolism and repeated sprints. *Med Sci Sports Exerc*, 37, 1975-1982.
- Fitzsimons, M., Dawson, B., Ward, D. & Wilkinson, A. (1993) Cycling and Running test of repeated sprint ability. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 4, 82-87.
- Foster, C., Farland, C., Guidotti, F., Harbin, M., Roberts, B., Schuette, J. & Porcari, J. (2015). The Effects of High Intensity Interval Training vs Steady State Training on Aerobic and Anaerobic Capacity. *Journal of sports science & medicine*, 14(4), 747.
- Gastin, P. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med*, 31, 725-741.
- Girard, O., Mendez-Villanueva, A. & Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability—Part I. *Sports medicine*, 41(8), 673-694.
- Grosser, M., Starischka, S. & Zimmerman, E. (1988). *Principios del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Martínez Roca.
- Guillen, J., & Gibala, M. (2013). Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness?. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(3), 409-412.
- Harre, D. (Ed.). (1987). *Teoría del entrenamiento deportivo*. Editorial Stadium SRL.
- Harris, R., Edwards, R., Hultman, E., Nordesjö, L., Nylind, B. & Sahlin, K. (1976). The time course of phosphorylcreatine resynthesis during recovery of the quadriceps muscle in man. *Pflügers Archiv*, 367(2), 137-142.
- Hazell, T., MacPherson, R., Gravelle, B. & Lemon, P. (2010). 10 or 30-s sprint interval training bouts enhance both aerobic and anaerobic performance. *European journal of applied physiology*, 110(1), 153-160.
- Hegarty, B., Furier, S., Ye, J., Cooney, G. & Kraegen, C. (2003). The role of intramuscular lipid in insulin resistance. *Acta Physiol Scand*, 178, 373-83.
- Helgerud, J., Hoydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M. & Hoff, J. (2007). Aerobic High-Intensity Intervals Improve VO₂ max More Than Moderate Training. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(4), 665.
- Hoogeveen, A. (2000). The effect of endurance training on the ventilatory response to exercise in elite cyclists. *Eur J Appl Physiol*, 82, 45-51.
- Iaia, F., Hellsten, Y., Nielsen, J., Fernström, M., Sahlin, K., & Bangsbo, J. (2009). Four weeks of speed endurance training reduces energy expenditure during exercise and maintains muscle oxidative capacity despite a reduction in training volume. *Journal of applied physiology*, 106(1), 73-80.
- Iaia, F., Thomassen, M., Kolding, H., Gunnarsson, T., Wendell, J., Rostgaard, T. & Bangsbo, J. (2008). Reduced volume but increased training intensity elevates muscle Na⁺-K⁺ pump α 1-subunit and NHE1 expression as well as short-term work capacity in humans. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 294(3), R966-R974.

- Jung, M., Bourne, J. & Little, J. (2014). Where does HIT fit? An examination of the affective response to high-intensity intervals in comparison to continuous moderate-and continuous vigorous-intensity exercise in the exercise intensity-affect continuum. *PloS one*, *9*(12), e114541.
- Kaminsky, I. (2006). *ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription*. Baltimore.
- Kentta, G., & Hassmen, P. (1998). Overtraining and recovery. A conceptual model. *Sports Med*, *26*(1), 1-16
- Laursen, P. (2010). Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training?. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, *20*(2), 1-10.
- Laursen, P. & Jenkins, D. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training. *Sports Medicine*, *32*(1), 53-73.
- Leicht, A. (2004). Cardiovascular stress on an elite basketball referee during national competition. *British journal of sports medicine*, *38*(4), e10-e10.
- Lucía, A., Hoyos, J., Pardo, J., & Chicharro, J. L. (2000). Metabolic and Neuromuscular Adaptations to Endurance Training in Professional Cyclists. A Longitudinal Study. *The Japanese journal of physiology*, *50*(3), 381-388.
- Manso, J., Caballero, J. & Navarro, M. (1996). Bases teóricas del entrenamiento deportivo (principios y aplicaciones). Gymnos.
- Mendez-Villanueva, A., Hamer, P. & Bishop, D. (2008). Fatigue in repeated-sprint exercise is related to muscle power factors and reduced neuromuscular activity. *Eur J Appl Physiol*, *103*, 411-419
- Midgley, A. W., McNaughton, L. R., Polman, R., & Marchant, D. (2007). Criteria for determination of maximal oxygen uptake: a brief critique and recommendations for future research. *Sports Med*, *37*(12), 1019-1028.
- Nabli, M., Ben Abdelkrim, N., Castagna, C., Jabri, I., BATIKH, T. & Chamari, K. (2016). Physical and physiological demands of U-19 basketball refereeing: Aerobic and anaerobic demands. *The Physician and sportsmedicine*, (just-accepted).
- Ostojic, S., Markovic, G., Calleja-Gonzalez, J., Jakovljevic, D., Vucetic, V. & Stojanovic, M. (2010). Ultra short-term heart rate recovery after maximal exercise in continuous versus intermittent endurance athletes. *European journal of applied physiology*, *108*(5), 1055-1059.
- Sloth, M., Sloth, D., Overgaard, K. & Dalgas, U. (2013). Effects of sprint interval training on VO₂max and aerobic exercise performance: A systematic review and meta-analysis. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, *23*(6), e341-e352.
- Racinais, S., Bishop, D., Denis, R., Lattier, G., Mendez-Villanueva, A. & Perrey, S. (2007). Muscle deoxygenation and neural drive to the muscle during repeated sprint cycling. *Medicine and science in sports and exercise*, *39*(2), 268.
- Schneiker, K. & Bishop, D. (2008) The effects of high-intensity interval training vs intermittent sprint training on physiological capacities important for team sport performance. In: Burnett A, editor. *Science and nutrition in exercise and sport*. Melbourne (VIC): Exerc Sport Sci Aust.
- Smith, T., Coombes, J. & Geraghty, D. (2003). Optimising high-intensity treadmill training using the running speed at maximal O₂ uptake and the time for which this can be maintained. *European journal of applied physiology*, *89*(3-4), 337-343.
- Vaquera, A., Refoyo, I., Villa, J.G., Calleja, J., Rodríguez-Marroyo, J.A., García López, J. & Sampedro, J. (2008). Heart rate response to game-play in professional basketball players. *Journal of Human Sport and Exercise*, *3*(1), 1-9.
- Vaquera, A., Renfree, A., Thomas, G., St Clair Gibson, A. & Calleja-Gonzalez, J. (2014). Heart Rate Responses of Referees During the 2011 Eurobasket Championship. *Journal of Human Sport and Exercise*, *9*(1), 43-48.

- Vuorimaa, T., Vasankari, T. & Rusko, H. (2000). Comparison of physiological strain and muscular performance of athletes during two intermittent running exercises at the velocity associated with VO₂max. *Int J Sports Med*, 21, 96-101.
- Whyte, L., Gill, J. & Cathcart, A. (2010). Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men. *Metabolism*, 59(10), 1421-1428.
- Yeo, W., Paton, C., Garnham, A., Burke, L., Carey, A. & Hawley, J. (2008). Skeletal muscle adaptation and performance responses to once a day versus twice every second day endurance training regimens. *Journal of Applied Physiology*, 105(5), 1462-1470.
- Zelt, J., Hankinson, P., Foster, W., Williams, C., Reynolds, J., Garneys, E. & Gurd, B. (2014). Reducing the volume of sprint interval training does not diminish maximal and submaximal performance gains in healthy men. *European journal of applied physiology*, 114(11), 2427-2436.

9. ANEXOS

9.1. Anexo 1: IPAQ: Cuestionario Internacional de Actividad Física

IPAQ: FORMATO CORTO AUTOADMINISTRADO DE LOS ULTIMOS 7 DIAS

PARA SER UTILIZADO CON ADULTOS JOVENES Y DE MEDIANA EDAD (15- 69 años)

Estamos interesados en averiguar los tipos de actividad física que hace la gente en su vida cotidiana. Las preguntas se referirán al tiempo que usted destinó a estar físicamente activo en los últimos 7 días. Por favor responda a cada pregunta incluso si no se considera una persona activa. Por favor, piense acerca de las actividades que realiza en su trabajo, como parte de sus tareas en el hogar o en el jardín, moviéndose de un lugar a otro, o en su tiempo libre para el ocio, el ejercicio o el deporte.

Piense en todas las actividades intensas que usted realizó en los últimos 7 días. Las actividades físicas intensas se refieren a aquellas que implican un esfuerzo físico intenso y que lo hacen respirar mucho más intensamente que lo normal. Piense solo en aquellas actividades físicas que realizó durante por lo menos 10 minutos seguidos.

1. Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos realizó actividades físicas intensas tales como levantar pesos pesados, cavar, hacer ejercicios aeróbicos o andar rápido en bicicleta?

_____ días por semana

Ninguna actividad física intensa

Vaya a la pregunta 3

2. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física intensa en uno de esos días?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro

Piense en todas las actividades moderadas que usted realizó en los últimos 7 días. Las actividades moderadas son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado que lo hace respirar algo más intensamente que lo normal. Piense solo en aquellas actividades físicas que realizó durante por lo menos 10 minutos seguidos.

3. Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos días hizo actividades físicas moderadas como transportar pesos livianos, andar en bicicleta a velocidad regular o jugar dobles de tenis? No incluya caminar.

_____ días por semana

Ninguna actividad física moderada

Vaya a la pregunta 5

4. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física moderada en uno de esos días?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro

Piense en el tiempo que usted dedicó a caminar en los últimos 7 días. Esto incluye caminar en el trabajo o en la casa, para trasladarse de un lugar a otro, o cualquier otra caminata que usted podría hacer solamente para la recreación, el deporte, el ejercicio o el ocio.

5. Durante los últimos 7 días, ¿En cuántos caminó por lo menos 10 minutos seguidos?

_____ días por semana

Ninguna caminata

Vaya a la pregunta 7

6. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a caminar en uno de esos días?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro

La última pregunta es acerca del tiempo que pasó usted sentado durante los días hábiles de los últimos 7 días. Esto incluye el tiempo dedicado al trabajo, en la casa, en una clase, y durante el tiempo libre. Puede incluir el tiempo que pasó sentado ante un escritorio, visitando amigos, leyendo, viajando en ómnibus, o sentado o recostado mirando la televisión.

7. Durante los últimos 7 días ¿cuánto tiempo pasó sentado durante un día hábil?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro

Días a la semana de AF intensa	2,6 ± 1,5
AF intensa diaria (h)	1:29:00 ± 0:48:00
Días a la semana de AF moderada	2,0 ± 2,0
AF moderada diaria (h)	1:07:00 ± 1:01:20
Días a la semana AF ligera (caminar)	4,5 ± 2,7
AF ligera diaria (h)	0:43:00 ± 0:29:33
Tiempo sentado al día (h)	08:30:00 ± 4:23:15

9.2. Anexo 2: PARQ: Cuestionario Para la Práctica de Actividad Física

La actividad física regular es divertida y saludable, y más personas cada día llegan a ser más activas. Ser más activo es seguro para la mayoría de las personas. Sin embargo, algunas personas deben consultar con su médico antes de empezar un programa físico de la actividad.

Si usted planea tomar parte en más actividades físicas de lo que está ahora, conteste las siguientes preguntas notadas abajo. Si usted tiene entre 15 a 69 años de edad, con el PAR-Q cuestionario le dirá si necesita recibir consejo con su médico antes de empezar un programa físico. Si usted tiene más de 69 años de edad, y no está acostumbrado a estar activo, entonces averigüé con su médico.

Sentido común es la mejor guía para responder a estas preguntas. Por favor de leer las preguntas con cuidado y responder cada una honestamente: marque SI o NO.

Sí No PREGUNTAS

¿Alguna vez el médico le ha dicho si usted tiene un problema en el corazón, y solo debería hacer actividad física recomendado por un médico?

¿Usted siente dolor en el pecho cuando hace actividad física?

¿Le ha dolido el pecho en el último mes, cuando no está haciendo ejercicio?

Usted pierde el balance a causa que se marea, y alguna vez ha perdido el conocimiento?

¿Tiene algún problema en las articulaciones (por ejemplo, espalda, rodillas, o cadera) que pueda empeorar por las actividades físicas propuestas?

¿El medico actualmente le ha indicado tomar medicinas para la presión arterial o el corazón?

¿Sabe usted, de cualquier otra razón por la cual usted no debería hacer actividad física?

Información del uso del PAR-Q: La Sociedad Canadiense de Fisiología de ejercicios, Health Canada y sus agentes no, asumen responsabilidad sobre las personas que inicien una actividad física a pesar de tener dudas sobre las respuestas del cuestionario, consulte a su médico antes de empezar hacer actividad física.

Nota: Si el cuestionario PAR-Q se entrega a una persona antes de participar en un programa de actividad física o una evaluación de actividad física, esta sección podría usarse para fines legales o propósitos administrativos

Nota: Esta autorización para actividad física es válida por el máximo de 12 meses, empezando el día que se complete, y se convierte en inválido si su condición cambia a cualquiera de las siete preguntas que contesto Sí.

“Yo he leído, entendido y completado este cuestionario. Todas las preguntas han sido contestadas con mi completa satisfacción.”

NOMBRE: _____

FIRMA: _____

FECHA: _____

Origen: PAR-Q was developed by the British Columbia Ministry of Health/Canadian Society for Exercise Physiology, 202-185 Somerset St. West Ottawa, ON K2P 012 www.csep.ca

Adoptado por: Región LA County PH Nutrition Program/Network for a Healthy California. www.lapublichealth.gov/nutrition

9.3. Anexo 3: Cálculo de la distancia individualizada de carrera de los corredores en base al 30-15 IFT.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Nombre	VIFT (km/h)	VIFT (m/s)	90% VIFT (m/s)	Distancia a recorrer en 20s (m)	(Factor de corrección: 3m por virage)	Pista baloncesto nevera (25m)
2	Jorge Martínez Fernández	19,5	5,417	4,875	97,50	88,50	3,54
3	Angel Manuel Martínez Torres	18	5,000	4,500	90,00	81,00	3,24
4	Jorge González Escobar	21	5,833	5,250	105,00	96,00	3,84
5	Gustavo Rodríguez	17,5	4,861	4,375	87,50	78,50	3,14
6	Iván Valbuena López	19	5,278	4,750	95,00	86,00	3,44
7	Eduardo Alemañ Serrano	20	5,556	5,000	100,00	91,00	3,64
8	Xabel Guiu Martínez	20	5,556	5,000	100,00	91,00	3,64



UNIVERSIDAD DE LEÓN

**Máster Universitario Innovación e Investigación en Ciencias de la Actividad
Física y el Deporte**

**Efectos del entrenamiento interválico de alta
intensidad en la condición física de árbitros de
baloncesto**

**Effects of high-intensity interval training on
basketball referees fitness**

Autor: Xabel Guiu Martínez

Director: Dr. José Gerardo Villa Vicente

León, Julio de 2016