

Recibido: 19-5-2015

Aceptado: 12-6-2015

**ANÁLISIS DEL ENTRENAMIENTO INTERVÁLICO DE ALTA INTENSIDAD EN  
FUTBOLISTAS****ANALYSIS OF HIGH INTENSITY INTERVAL TRAINING IN SOCCER PLAYERS****Autor:**

Novoa, A.; Fernández, J.

**Institución:**

Universidad de Vigo. Facultad de Ciencias de la Educación Física y del Deporte.

[novaanton@hotmail.com](mailto:novaanton@hotmail.com)**Resumen:**

El presente estudio, de tipo experimental, expone los efectos de un programa de entrenamiento de 13 semanas basado en el HIIT (entrenamiento interválico de alta intensidad), se establece así mismo, una comparativa con los efectos conseguidos a partir de la preparación física tradicional dentro de un equipo de fútbol. El objetivo de este estudio es observar la progresión que tienen cada uno de los jugadores dentro de su entrenamiento, analizando su consumo de VO<sub>2</sub>máx y la potencia de tren inferior. Se plantea la hipótesis de que el HIIT, a pesar de su bajo volumen, es más eficaz que la preparación física tradicional, por lo que además de mejorar en mayor medida las variables, se reduce el tiempo empleado para ello. Para llevar a cabo dicho experimento se ha seguido una estructura que se basaba en un pre-test, test de control y un post-test. Tanto el programa de entrenamiento HIIT, como la preparación física tradicional abarcan 3 sesiones/semana y se realiza como parte principal de cada sesión de entrenamiento del equipo. Nuestro programa HIIT surge de una mezcla entre Tabata (Koch, 2004) (intervalos de 20s. a máxima intensidad y 10s. de recuperación) y Crossfit (Sibley, 2012). Como herramientas para el estudio de las variables han sido necesarios el Test de Course Navette (medición de VO<sub>2</sub>máx) y el Test de Sargent (Potencia de tren inferior). Las dos muestras han obtenido un

677

aumento tangible de las variables, siendo mayor la del grupo A realizador de nuestro programa HIIT. Respaldando el estudio de Koch (2004) se obtiene, dentro de la muestra A, una mejora apreciable del 5,1% del VO<sub>2</sub>máx, junto con un 2,8% de mejora en parámetros de potencia; estos datos se contraponen a los del grupo B, quienes únicamente consiguieron un aumento del 2,2% de su VO<sub>2</sub>máx y una mejora de la potencia del 1,6%. Se puede concluir entonces, que ambos métodos tienen eficacia dentro del acondicionamiento de un futbolista, siendo el HIIT más efectivo en menor volumen de tiempo. Se corroboran de esta manera nuestras hipótesis acerca de la efectividad del HIIT en la preparación física de un futbolista, ya que acorta los tiempos de intervención y tienen un mayor margen de mejora si se compara con una preparación tradicional de tipo extensiva.

**Palabras Clave:**

HIIT, Tabata, Crossfit, Potencia de salto, entrenamiento, resistencia.

**Abstract:**

This experimental study exposes the effects of a training program based on 13 week HIIT (high intensity interval training), it is well established, a comparison with the effects achieved from traditional physical training in of a football team. The objective of this study is to observe the progression with each of the players in their training, VO<sub>2</sub>max analyzing consumption and lower body strength. The hypothesis that the HIIT, despite its low volume, is more effective than traditional physical training, so in addition to improving further the variables reduces the time taken to do so arises. To carry out this experiment followed a structure based on a pre- test, test control and post-test. Both HIIT training program, as the traditional physical training covering 3 sessions / week and performed as the main part of each training session the team. Our HIIT program comes from a mix of Tabata (Koch, 2004) (20s intervals. At maximum intensity and 10s. Recovery) and Crossfit (Sibley, 2012). As tools for the study of the variables of the Test Course Navette (measuring VO<sub>2</sub>max) test and Sargent (lower body power) are necessary. The two samples obtained a tangible increase in variables, being

greater in group A HIIT director of our program. Supporting the study of Koch (2004) is obtained in the sample A, a significant improvement of 5.1% VO2max, along with a 2.8% improvement in terms of power; these data contrast with those of group B, who only got an increase of 2.2% of their VO2max and power improved by 1.6%. It can be concluded then, that both methods are effective in the design of a football player, the most effective HIIT lesser amount of time. Thus corroborate our hypothesis about the effectiveness of HIIT on the fitness of a footballer, as it shortens the time of intervention and have more room for improvement when compared to a traditional preparation of extended type.

**Key Words:**

HIIT, Tabata, crossfit, jump power, training, endurance.

## **1. INTRODUCCIÓN:**

En el presente estudio se procederá a realizar un análisis sobre el HIIT (High Interval Intensity Training), describiendo sus características más relevantes y métodos de entrenamiento más importantes. Asimismo, se realizará una intervención dentro de un equipo de fútbol aplicando el método en cuestión; de lo que se trata es de conseguir una mejora de los parámetros de VO<sub>2</sub>máx y de la potencia del tren inferior, aspectos de vital importancia en esta disciplina. La planificación del entrenamiento HIIT abarca dos mesociclos de entrenamiento, en los que se desarrollarán un pre-test, una intervención de 13 semanas (con test de control) y un post-test.

Esta investigación trata de demostrar que el método HIIT también tiene cabida dentro del fútbol, y que además, se pueden conseguir notables mejoras del VO<sub>2</sub>max y de la potencia en el tren inferior en menor espacio de tiempo que con las clásicas sesiones de preparación física de carácter más extensivo. Una síntesis temporal que proporciona al entrenador mayor libertad a la hora de trabajar otros aspectos del juego.

Por último se desarrollará una comparativa entre los efectos conseguidos dentro de un grupo que ha realizado el método HIIT (grupo A) y otro que ha seguido el entrenamiento establecido dentro de la planificación de la temporada, con sus respectivos ejercicios de acondicionamiento físico (grupo B).

## **2. MARCO TEÓRICO:**

### HIIT

El HIIT nace como una nueva estrategia de entrenamiento durante los últimos años y su finalidad es la de ofrecer una alternativa al método de entrenamiento tradicional. Al tratarse de un ejercicio potente, práctico y de bajo volumen, se postula como una opción más atractiva a la hora de promover la actividad física, dejando de lado el entrenamiento clásico que se extiende durante largos períodos de tiempo. Este tipo de entrenamiento consiste en breves intervalos de ejercicio a

máxima intensidad intercalados por cortos períodos de descanso o ejercicios de baja intensidad (Guillen, 2012).

Ha adquirido gran repercusión, ya que conlleva una serie de beneficios muy demandados a la hora de obtener una óptima condición física:

-Se producen mejoras en las adaptaciones del músculo esquelético, aumentando el tamaño y número de las mitocondrias (fábrica de energía de una célula). Los científicos han pensado durante muchos años que el aumento en la densidad de las mitocondrias sólo se producía con el entrenamiento de la resistencia crónica (de larga duración). A medida que aumenta la densidad mitocondrial, los músculos disponen de más energía, produciendo mayor fuerza para una duración más larga. Esto quiere decir que el metabolismo de las grasas es el combustible durante el ejercicio (Gibala, 2009).

-Mayor consumo calórico, aumento de la oxidación de grasas después del ejercicio y mayor gasto energético que en el ejercicio de estado estacionario (King et al. 2002). Además, el HIIT disminuye el colesterol total y el LDL-colesterol; a la vez que aumenta el HDL-colesterol, llamado vulgarmente colesterol bueno, (O'Donovan et al. 2005). Se produce de la misma manera un incremento del VO<sub>2</sub>máx (King et al. 2002) en mayor porcentaje que el entrenamiento continuo moderado.

-Además, se ha demostrado que el entrenamiento de intervalos de alta intensidad, sirve para reducir significativamente la grasa subcutánea, especialmente la grasa abdominal (Boutcher, 2011), así como la masa corporal total (Perry et al. 2008) (Tjonna et al. 2008) y mejorar el VO<sub>2</sub> máx (Helgerud et al. 2007) y la sensibilidad a la insulina (Trapp et al. 2008).

-Es saludable, ya que ayuda a mejorar los resultados en análisis de enfermedades de la arteria coronaria, insuficiencia cardíaca congestiva, síndrome metabólico y diabetes tipo II. (Gibala et al. 2012).

Constatando los beneficios descritos anteriormente, se ha realizado una búsqueda en la literatura sobre una serie de estudios en los que se dictaminan las ventajas del HIIT sobre el método continuo tradicional.

-En uno de ellos, Trapp et al. (2008) efectuaron una comparativa entre el HIIT y el ejercicio continuo aeróbico moderado (CME). Para ello formaron tres grupos: uno que realizaría HIIT, otro CME y un tercero que no realizaría ejercicio físico. Entre los resultados se concluyó que la pérdida de grasa se incrementó significativamente en el entrenamiento HIIT, mientras que durante el CME los índices de grasa no sufrieron modificación alguna del mismo modo que entre los sujetos inactivos.

- Atendiendo a otro estudio, se midieron las respuestas de VO<sub>2</sub>máx entre hombres y mujeres que participaron en un programa de HIIT de 8 semanas y un programa continuo de entrenamiento cardiovascular. El resultado, el aumento del VO<sub>2</sub>máx fue mayor en el programa de HIIT (15%) que en el programa de formación continua (9%) (Daussin et al. 2008).

Al tratarse este de un método de alta intensidad en secuencias de tiempo muy reducidas, pueden darse ciertos parámetros de riesgo. Así, las claves para reducir el riesgo de lesiones son (Hugget, 2013):

1. Los participantes deberán ir a su a su propio ritmo, pero siendo este máximo.
2. Modificar la intensidad en función de la población. Reducir o aumentar la intensidad y los tiempos de descanso.
3. Un correcto y completo calentamiento y vuelta a la calma son importantes para la mejora del rendimiento y la reducción del riesgo de lesiones.
4. HIIT utiliza un esfuerzo total de energía con movimientos explosivos. Como la intensidad aumenta, también lo hace el riesgo de lesión por la falta de forma física. Hacer hincapié en la forma física y en mantener en todo momento una técnica de ejecución correcta.

5. El límite de entrenamientos HIIT es de tres de forma no consecutivos a la semana. El cuerpo necesita tiempo para recuperarse completamente de este tipo de entrenamiento intenso.

El entrenamiento interválico intensivo abarca varios modelos. Durante este estudio se analizarán los más representativos, prestando especial atención al Tabata y Crossfit, a partir de los cuales se ha elaborado una batería de ejercicios diseñada para la presente investigación.

### MÉTODO TABATA

Uno de los protocolos más representativos de los entrenamientos de alta intensidad es el protocolo bautizado por Izumi Tabata, investigador del Instituto Nacional de Japón de Fitness y Deportes en Kanoya, y creador de este método. En su origen el entrenamiento se componía de siete u ocho ejercicios de 20 segundos con sprints a máxima velocidad intercalados con períodos de descanso de 10 segundos. (Koch, 2004).

Así, una sesión Tabata tiene la siguiente distribución (Harlvorson, 2013):

-Cinco minutos de calentamiento aeróbico continuo: correr, bicicleta, saltar a la cuerda... durante cinco minutos a 40 % FCM.

-Intervalos: trabajo en una pista, cinta de correr, bicicleta estática, bicicleta elíptica, gimnasios, etc... en los que se alternan 20 segundos de actividad a máxima intensidad con períodos de 10 segundos de descanso durante 8 ejercicios. Se harán de 2 a 4 series, descansando un minuto entre ellas. Este tipo de entrenamiento se hará de 2 a 4 veces por semana.

-Por último se realizará una vuelta a la calma de cinco minutos.

En cuanto al estudio del método, Investigadores de la Universidad de Auburn en Montgomery (Alabama) trataron de determinar su eficacia. Se elaboró un pequeño estudio en el que participaron 15 personas (12 mujeres, 3 hombres) cuyo gasto calórico se midió antes, durante y 30 minutos después de un

entrenamiento Tabata. Los resultados mostraron que los participantes quemaron 13,5 calorías por minuto. Olson también descubrió que en la marca de 30 minutos, la tasa metabólica de cada individuo era el doble de lo que había sido antes de la sesión de ejercicios. Este particular estilo de entrenamiento tiene efectos profundos a corto plazo en el metabolismo, post- ejercicio. Se necesitarían cinco veces la cantidad de ejercicio tradicional de cardio, como caminar a paso ligero 20 minutos, para consumir el mismo número de calorías que se queman durante 4 minutos de entrenamiento Tabata. La investigación fue presentada en la conferencia anual de 60<sup>o</sup> del Colegio Americano de Medicina del Deporte y la cuarta Conferencia Mundial anual sobre el ejercicio. Un resumen fue publicado en *Medicine & Science in Sports & Exercise* (Halvorson, 2013).

La clave de la eficacia del método reside en los breves intervalos de descanso entre ejercicios. Las directrices de intervalo del entrenamiento intensivo convencional nos sugieren mantener una relación de trabajo-descanso 1:3, es decir, periodos de descanso que duran tres veces más que el ejercicio. En cambio la relación trabajo-descanso del Protocolo Tabata es 2:1, siendo éste el principal factor de su éxito.

### CROSSFIT

Se trata de un modelo de entrenamiento que propone una serie de ejercicios dinámicos de diversa índole. Basa su filosofía en la idea de un entrenamiento que esté capacitado para reunir: alta intensidad, movimiento funcional, combinación de ejercicio cardiovascular, gimnasia, movimientos del peso corporal y vencimiento de pesas (Sibley, 2012).

Define particularmente la aptitud como la mayor capacidad de trabajo a través del tiempo (Glassman, 2006), lo que significa, la capacidad del deportista de hacer movimientos reales de trabajo de cualquier tipo durante un período de tiempo determinado. De esta forma la definición de la aptitud, abarca todos los tipos de condición física; cardiovascular y respiratoria, resistencia, fuerza, flexibilidad, potencia, velocidad, coordinación, agilidad, equilibrio y precisión.



Los atletas Crossfit logran esta aptitud a través de ejercicios de alta intensidad que combinan elementos de acondicionamiento cardiovascular con habilidades con el propio cuerpo, y levantamiento de peso.

Estos entrenamientos varían constantemente, por lo que hay poca repetición de entrenamientos específicos, así el programa es más ameno y motivador. Esta flexibilidad hace apropiado el crossfit para los programas de educación física, ya que los profesores pueden diseñar ejercicios adaptados a su espacio específico y equipos para el desarrollo de las habilidades motoras de sus alumnos.

Esta modalidad ha alcanzado un nivel de popularidad muy elevado, sobre todo en EEUU, donde el crossfit es para muchos una filosofía de vida basada en la competición mediante el ejercicio físico. El mayor impacto se produjo en las redes e Internet alrededor de 2001. Es tal su popularidad que desde 2007, se retransmiten llamados "Reebok Crossfit Games".

En la actualidad, se está empezando a abrir camino dentro de los programas de educación física. Ya se han realizado pruebas que introducen el Crossfit como un implemento dentro de una unidad didáctica. (Sibley, 2012).

Hablar de Crossfit, es hablar entonces, de maximizar el entrenamiento del cuerpo humano mediante la combinación de diferentes ejercicios físicos. Un programa de acondicionamiento del cuerpo, que centra su competencia en dominar básicamente 10 parámetros: resistencia cardiovascular y respiratoria, resistencia, fuerza, flexibilidad, potencia, velocidad, coordinación, agilidad, equilibrio y precisión.

#### 7 MIN WORKOUT

El modelo propone el entrenamiento aeróbico regular (centrado en la resistencia) para ayudar a la sociedad a administrar y expandir su energía física, prevenir la fatiga y mantener un alto rendimiento. Este método está pensado para que sea práctico, rápido y de fácil aplicación, de esta forma todas aquellas personas que disponen de un tiempo limitado podrán llevarlo a cabo sin ningún problema. Por este motivo, el programa también debe ser capaz de ser realizado en cualquier lugar, sin necesidad de ningún tipo de equipo especial. (Brett & Chris, 2013).

El Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM) recomienda de 8 a 12 repeticiones de un ejercicio de entrenamiento de resistencia para cada grupo muscular a una intensidad del 40% al 80% de un máximo del 1RM en función del nivel de formación del participante. Se recomienda, asimismo, de 2-3 minutos de descanso entre las series de ejercicios para permitir una recuperación adecuada. Se deben realizar de dos a cuatro series para cada grupo muscular.

Directrices estándar para el entrenamiento aeróbico recomiendan, o bien 150 minutos semanales de ejercicio a una intensidad moderada (46% - 63% del consumo máximo de oxígeno) durante 30-60 minutos por sesión. O bien, 75 minutos semanales de ejercicio de intensidad vigorosa (64% - 90% VO<sub>2</sub>máx), durante 20-60 minutos por sesión.

Para hacer frente a las demandas de los usuarios con el tiempo de ocio limitado y basándose en las demandas de la actividad física recomendadas anteriormente, Brett y Chris (2013) combinan el entrenamiento aeróbico y de resistencia en una sola serie de ejercicio que dura aproximadamente 7 minutos. Los participantes deben ejecutar un circuito de 12 estaciones, en cada una de estas estaciones se debe realizar un ejercicio continuado durante un intervalo de 30 segundos, en el que la única carga es el peso corporal (saltos, push-up, abdominal crunch, step up, squat...), seguido de 10 segundos de tiempo de transición entre ejercicios. El tiempo total de todo el circuito es de aproximadamente 7 minutos. El circuito se puede repetir 2 a 3 veces según la condición del practicante.

La principal motivación a la hora de desarrollar este estudio, viene dada por la excesiva cantidad de horas y sesiones que supone la preparación física del futbolista. Partiendo de esta base es totalmente necesario economizar el tiempo empleado en el acondicionamiento físico, creyendo firmemente que el modelo de entrenamiento HIIT cumplirá esta demanda. A pesar de que el entrenamiento aeróbico extensivo por sí mismo ha quedado ya obsoleto en esta disciplina, todavía se abusa de métodos que se prolongan demasiado en el tiempo. Si bien es cierto que la preparación de un futbolista es vital y que debe ocupar un importante lugar en la planificación de la temporada, es importante realizar estudios que garanticen métodos de entrenamiento que optimicen el tiempo y el rendimiento del jugador.

Por todo esto los objetivos de esta investigación son los siguientes:

1. Reducir el tiempo necesario para conseguir una óptima preparación física: el proceso consiste en sustituir la planificación tradicional del equipo por un método HIIT, período durante el cual se desarrollan la capacidad aeróbica y la fuerza

explosiva del tren inferior, parámetros que serán clave a la hora de confeccionar la batería de ejercicios. De esta forma, el tiempo empleado en el desarrollo de dichas capacidades, se vería reducido respecto a la preparación tradicional, se pasaría así de 40' a 20' de preparación física específica en cada sesión.

2. Mejorar los parámetros de VO<sub>2</sub>máx y de potencia en tren inferior: una vez realizada la intervención de 2 meses de entrenamiento (39 sesiones), se medirá el margen de mejora de los futbolistas si es que lo hubiere mediante instrumentos de medida fiables

3. Establecer una comparativa entre el Grupo A (Grupo Experimental) y el Grupo B (Grupo Control): se observarán y contrastarán los resultados de los jugadores dependiendo de su grupo de trabajo. Análisis científico del método HIIT vs método tradicional de entrenamiento.

Las hipótesis de partida son:

1. Una vez realizada la intervención, los jugadores que realizaron el HIIT muestran mejoras de sus niveles de VO<sub>2</sub>máx y de potencia de tren inferior.

2. Una vez obtenidos los datos finales sobre las variables, los jugadores que han trabajado con HIIT muestran un mayor índice de mejora que los que han realizado el método tradicional de entrenamiento.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. MUESTRA**

Consta de 28 varones de entre 20 y 30 años, físicamente activos y practicantes de fútbol a nivel amateur. Equipo de procedencia Puebla FC, militante en Primera Autonómica Grupo 2 (Galicia). A esta muestra se la ha dividido en dos grupos, un primer grupo que realiza el método HIIT (Grupo A) y un segundo grupo que ha realizado la parte de preparación física prescrita en la planificación del Puebla FC (Grupo B).

Los jugadores han sido informados sobre el método de entrenamiento a realizar, sus características y los beneficios que se pueden obtener a través de él. Todos

ellos participan de forma voluntaria, respetando sus identidades en la recogida de datos y ateniéndose a la Ley orgánica 15/1999 (protección de datos). Además, se les ha informado de igual manera, que se trata de un método muy intenso de las claves para reducir el riesgo de lesiones citadas por Hugget (2013). De esta forma todos y cada uno de los participantes han firmado un consentimiento informado para proceder a realizar tanto los test de valoración física como el proceso de entrenamiento en sí mismo.

Los sujetos practican una modalidad deportiva federada, por lo que deben pasar previamente unas pruebas médicas (electrocardiograma) que den consentimiento al inicio de la práctica deportiva. Ningún deportista pudo participar en el programa sin este certificado médico.

### **3.2. VARIABLES**

La primera de las variables a trabajar en el estudio es el VO<sub>2</sub>máx, se trata de la cantidad más elevada de oxígeno que el organismo es capaz de absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo (Pérez et al. 2008). Los índices de VO<sub>2</sub>máx denotan la carga de ejercicio a la que se está sometiendo el individuo, así, si la carga de entrenamiento se incrementa de manera continua a lo largo del tiempo el metabolismo aeróbico llegará a saturar sus niveles de energía, de modo que el continuar venciendo estas cargas a lo largo del tiempo será gracias a un mayor aporte del metabolismo anaeróbico. Es una variable muy utilizada a la hora de estimar el rendimiento aeróbico de un atleta, ya que a pesar de ser una prueba no invasiva tiene un gran nivel de predicción. Se expresa en L/min.

Otra de las variables que tendremos en cuenta para dictaminar el rendimiento de los jugadores son los niveles de fuerza explosiva del tren inferior. En el ámbito deportivo existen dos términos que se relacionan a menudo fuerza y tiempo. Ambos se correlacionan dando lugar a un tipo de manifestación condicional a la que denominamos fuerza explosiva (González Badillo y Ribas, 2002). En este caso, el fútbol se caracteriza por el desarrollo de episodios de juego breves y de intensidad máxima o sub-máxima de vital importancia dentro de la lógica interna del juego.

Un jugador requiere las siguientes manifestaciones de potencia:

- Potencia de Arranque: un jugador deber ser rápido percibiendo un estímulo y procesando la información, al mismo tiempo deber generar la máxima fuerza en el menor tiempo, para proporcionar una respuesta inmediata y efectiva.
  
- Potencia de aceleración y desaceleración: conseguir la más alta frecuencia de zancada, la menor fase de contacto posible cuando la pierna toma contacto con el piso, y la más alta propulsión cuando la pierna empuja en contra del piso, para lograr un potente impulso hacia delante. Además debe ser capaz de frenar el movimiento con la menor inercia posible. Imprescindible para disponer de un buen cambio de ritmo. (Bompa, 2003).

### 3.3. INSTRUMENTOS DE MEDIDA Y MATERIAL

Los instrumentos de medida utilizados para llevar a cabo el estudio han sido los siguientes:

Análisis de los parámetros de resistencia aeróbica, VO<sub>2</sub>máx: Test de Course Navette, que es una prueba de campo, de tipo continua, incremental y máxima, a través del cual se mide la potencia aeróbica máxima (PAM) y el consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>máx). Se expresa en litros por minuto (l/m) o en mililitros por kilogramo por minuto (ml/kg/min) (Pernía et al. 2010). La tabla que se introduce a continuación es un referente relativo a la hora de valorar la condición física de los futbolistas (García et al. 1996):

HOMBRES				
Baja	Regular	Media	Buena	Excelente
<25	25-33	34-42	43-52	>52
MUJERES				
Baja	Regular	Media	Buena	Excelente
<24	24-30	31-37	38-48	>48

Tabla 1: Cuadro de nivel de capacidad aeróbica para valores de VO<sub>2</sub>máx expresados en ml/kg/min

Para llevar a cabo el test fue necesario una radio, unos altavoces, un cd y conos para delimitar el espacio a recorrer. El test fue realizado en el campo de entrenamiento del Puebla FC, realizándolo los 14 jugadores simultáneamente. La prueba llegó a su fin al no conseguir el objetivo principal de la prueba por dos veces seguidas, es decir, cuando los jugadores no eran capaces de llegar a la línea antes de que sonara el pitido. Obteniendo la velocidad máxima que han alcanzado en el estadio, y aplicando la siguiente fórmula se obtiene una estimación del VO<sub>2</sub>máx:

$$\text{VO}_2\text{máx (ml/kg/min)} = 31,025 + 3,238 \times V - 3,248 \times A + 0,1536 \times A \times V$$

V = Velocidad (km/h) = (8 + 0,5 x estadio en el que se detuvo).

A = edad, para sujetos mayores de 18 años siempre se aplica el valor 18.

Análisis de los parámetros de fuerza explosiva, test de Sargent: se trata de una prueba de salto vertical en el que los jugadores tendrán una posición inicial erguida y estático, con el brazo estirado buscando la mayor amplitud posible hacia arriba, se toma nota de los centímetros alcanzados y se procede a realizar un salto que puede estar acompañado de movimiento de brazos. El jugador tratará de tocar lo más alto posible. Para realizar esta prueba es necesaria una cinta métrica (que se pegará a una pared). El cálculo muy sencillo, a la distancia total alcanzada en el salto se le resta la distancia alcanzada en estático. (Villa & García-López, 2003).

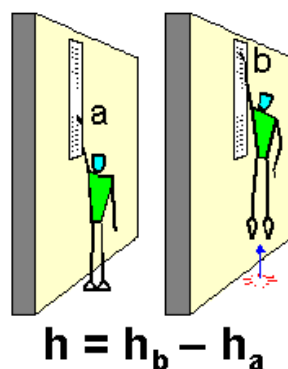


Figura 1: Test de Sargent

Representación gráfica del test de Sargent, donde “a” es la altura alcanzada con la palma de la mano y “b” es la altura máxima alcanzada tras el salto.

La potencia alcanzada con el salto se puede medir gracias a la ecuación de Lewis (1997):

$$P = 21.7 \times \sqrt{h}$$

(donde P = potencia expresada en W/Kg;  
h = altura del salto en metros)

Figura 2: Fórmula de cálculo del test de Sargent



A la hora de realizar las sesiones de entrenamientos fue necesario el material que se observa en la tabla 2:

Cantidad	Material
1	Silbato
1	Cronómetr
2	Escaleras frecuencia
8	Picas
7	Vallas
4	Conos
7	Aros

Tabla 2: Materiales empleados para la realización del HIIT

### 3.4. PROCEDIMIENTO

Se ha desarrollado un procedimiento de tipo experimental en el que se han estudiado dos grupos de futbolistas. Uno (Grupo A) realizó un entrenamiento HIIT, y el otro (Grupo B) ha seguido la planificación desarrollada por el preparador físico del conjunto.

El entrenamiento experimental realizado por el Grupo A, trata de una batería de 7 postas o ejercicios que derivan de la mezcla de los modelos Tabata y Crossfit.

La secuenciación del experimento se divide en cinco partes bien diferenciadas:

1. Pre-test: se ha realizado una valoración inicial del nivel de resistencia aeróbica (VO<sub>2</sub>máx) de los jugadores, junto con la medición de sus niveles de fuerza explosiva. El análisis del VO<sub>2</sub>máx se estudia a partir de la prueba "Course Navette", tal y como lo hicieron Pernía et al. (2010) en su estudio. Test realizado en superficie llana, en las instalaciones deportivas del club.

En cuanto a la medición de los parámetros de fuerza explosiva en tren inferior se ha recurrido al salto vertical a través del “Test de Sargent”, protocolo estandarizado por Lewis en 1977 (Villa & García-López, 2003).

2. Primera fase de entrenamiento: con una duración de 7 semanas, en la que los jugadores realizaron el método HIIT y el entrenamiento estipulado por el preparador físico.

3. Test de control: al dar por finalizada la séptima semana de entrenamiento se efectúan de nuevo la Course Navette y el Test de Sargent, con el fin de obtener unos primeros resultados y analizar si se obtiene alguna mejora de cara a la consecución de los objetivos.

4. Segunda fase de entrenamiento: con una duración de 6 semanas, en la que se retoma el método HIIT para acabar por dar finalizado el entrenamiento.

5. Post-test: se ha realizado la valoración final del nivel de resistencia aeróbica (VO<sub>2</sub>máx) de los jugadores, junto con la medición de sus niveles de fuerza explosiva. Obteniendo así los datos que revelaron la progresión final de los jugadores.

---

ENTRENAMIENTO HIIT	
Duración	3 meses
Nº sesiones/semana	3 sesiones
Días de aplicación	Lunes, Miércoles, Viernes
Sesiones HIIT	36 sesiones
Sesiones Test	3 sesiones
Global sesiones	36 HIIT + 3 Test = 39 sesiones

---

Tabla 3: Análisis de la planificación del entrenamiento

Cada sesión de entrenamiento HIIT ha tenido la siguiente estructura:

-Calentamiento: realizarán una fase de activación que durará en torno a cinco minutos. En esta fase los jugadores realizarán carrera continua a un ritmo suave, este ritmo de carrera comprenderá en torno a su 40-50% de su FC.

-Parte principal: se realizó un circuito de entrenamiento dividido en 7 postas o estaciones, en las que los jugadores debían realizar el máximo número de repeticiones durante un período de 30 segundos. Al finalizar el período activo se pasaba a los 10 segundos de descanso, que debían aprovechar para trasladarse a la siguiente posta y una vez allí realizar una recuperación pasiva. Finalizado el último ejercicio de la primera serie se daba 1´ de descanso pasivo, una vez concluido este tiempo se volvía a repetir todo el proceso anterior (un total de 2 series). El volumen total de la parte principal es de 10´.

En estas 7 postas se realizarán movimientos y ejercicios que se adecúan en gran medida a los realizados durante la competición y que se producen a lo largo de un partido de fútbol. Son ejercicios que o bien se dan por sí mismos, o que pueden ayudar a fortalecer la musculatura implicada en muchos de los movimientos realizados durante la práctica. De ésta manera, los ejercicios a realizar en las estaciones son:

1. Escalera de frecuencia: los jugadores deberán pasar una escalera con la mayor frecuencia de movimiento de pies que les sea posible. La primera repetición realizarán un apoyo por espacio, y en la segunda realizarán dos, alternando hasta terminar el ejercicio. Una vez terminada la escalera, los jugadores no volverán a su posición de inicio, sino que darán un giro de 360° y comenzarán de nuevo con el ejercicio.



Figura 3: Frecuencia en escalera

2. Split con carga: al tratarse de jugadores con cierto nivel de entrenamiento y con unos parámetros de fuerza máxima notables tanto en cuádriceps como isquiotibiales, demandaremos en este movimiento una carga añadida.



Figura 4: Split con carga lateral

3. Zig-zag: se dispondrá un circuito de picas que los jugadores deberán superar corriendo y sin entrar en contacto con ninguna de ellas, a modo de esquiva. Al igual que en la posta de la escalera, una vez rebasada la última pica, darán media vuelta y comenzarán con otra serie.



Figura 5: Zig-zag

4. Vallas: se dispone un circuito con vallas que los jugadores deben superar saltándolas con los pies juntos. Al terminar los jugadores darán vuelta y comenzarán de nuevo con el ejercicio. Importante destacar la correcta

ejecución del salto, ya que al pedir la intensidad puede verse deteriorada la técnica de salto a pies juntos.



Figura 6: Multisalto de vallas

5. Squat Jump: se trata de un ejercicio algo más complejo en cuanto a su ejecución, los jugadores deben tener claro cómo realizar el movimiento y tener un buen control sobre éste, ya que lo que se pide son un número de repeticiones máximo (para evitar riesgo de lesiones durante cada calentamiento se puede practicar su correcta ejecución con dos o tres repeticiones lentas).



Figura 7: Squat & Jump

6. Skipping: posta muy básica en la que los jugadores practicarán la técnica de carrera. Aquí no se trata tanto del número de repeticiones a realizar, sino de

mantener una frecuencia elevada de movimiento de piernas, llegando con las rodillas a la cintura y con un buen acompañamiento de brazos.



Figura 8: Skipping

7. Zancada en aros: teniendo separados unos aros a cierta distancia, los jugadores deberán pasar de uno a otro con un único apoyo, realizando así un paso largo e introduciendo el pie dentro del material. Al acabar se realizará un sprint hasta la posición de salida para comenzar sin pausa alguna.



Figura 9: Circuito de zancada

- Vuelta a la calma: por último y tras realizar el minuto de descanso pasivo de la segunda serie, se procede a realizar carrera continua a ritmo suave y estiramientos dinámicos para proseguir con la sesión.

#### 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS

Los siguientes datos han sido obtenidos a partir de la muestra anteriormente descrita, se ha utilizado el paquete estadístico SPSS 15.0. En este apartado se presentan mediante tablas los resultados descriptivos obtenidos tras aplicar las fórmulas de las dos variables a cuantificar.

En la tabla 4 se reflejan los resultados del pre- test de los 20 jugadores en plantilla, de los cuáles 14 realizaron el HIIT (llamados A en la tabla) y 6 que realizaron la preparación por el método tradicional (nominados B).

<b>SUJETO</b>	<b>EDAD</b>	<b>VO2max (mg/kg/min)</b>	<b>POTENCIA (kw/kg)</b>
A1	23	50,6	138,9
A2	23	52,1	140,6
A3	21	50,6	145,6
A4	22	55,1	133,8
A5	27	50,6	135,5
A6	26	47,1	143,9
A7	22	56,6	128,4
A8	22	52,1	142,3
A9	22	52,1	132
A10	24	56,6	133,8
A11	23	58,1	140,6
A12	25	55,1	133,8
A13	29	55,1	145,6
A14	25	47,6	142,3
B1	30	44,6	128,4
B2	28	55,1	140,6
B3	24	47,1	126,5
B4	30	41,6	135,5
B5	29	41,6	133,8

<b>B6</b>	22	47,1	139
<b>B7</b>	24	47,6	133,8
<b>B8</b>	23	52,1	140,6
<b>B9</b>	23	50,6	132
<b>B10</b>	29	47,6	128,4
<b>B11</b>	26	47,1	140,6
<b>B12</b>	29	52,1	135,5
<b>B13</b>	21	55,1	145,6
<b>B14</b>	20	55,1	135,5

Tabla 4: Resultados de las variables en el pre-test para el Grupo A y Grupo B

Una vez finalizado el primer mes de entrenamiento HIIT, se realiza un test de control, que es de gran ayuda para comprobar si el entrenamiento está produciendo una mejora de las variables. Se puede intuir de esta manera el margen de mejora que acabará teniendo dicho estudio (tabla 5). Sujeto A11 sin datos por lesión (rotura cruzado pierna derecha).

<b>SUJETO</b>	<b>EDAD</b>	<b>VO2max (mg/kg/min)</b>	<b>POTENCIA (kw/kg)</b>
<b>A1</b>	23	50,6	140,6
<b>A2</b>	23	55,1	144
<b>A3</b>	21	52,1	147,2
<b>A4</b>	22	55,1	133,8
<b>A5</b>	27	47,6	133,8
<b>A6</b>	26	47,6	147,2
<b>A7</b>	22	56,6	130,2
<b>A8</b>	22	55,1	142,3
<b>A9</b>	22	56,6	133,8
<b>A10</b>	24	58,1	135,5
<b>A11</b>	-----	-----	-----
<b>A12</b>	25	58,1	137,2



<b>A13</b>	29	55,1	139
<b>A14</b>	25	50,6	145,6
<b>B1</b>	30	44,6	130,2
<b>B2</b>	28	52,1	144
<b>B3</b>	24	44,1	124,7
<b>B4</b>	30	41,6	135,5
<b>B5</b>	29	44,6	135,5
<b>B6</b>	22	50,6	137,2
<b>B7</b>	24	47,6	135,5
<b>B8</b>	23	52,1	140,6
<b>B9</b>	23	52,1	135,5
<b>B10</b>	29	50,6	132
<b>B11</b>	26	47,6	142,3
<b>B12</b>	29	47,6	135,5
<b>B13</b>	21	56,6	145,6
<b>B14</b>	20	47,6	133,8

Tabla 5: Resultados de las variables en test de control para el Grupo A y Grupo B

Una vez que el entrenamiento HIIT se da por finalizado, se procede a realizar un tercer y último test, el post-test, en el que se comprobarán si las expectativas creadas con anterioridad tienen una respuesta positiva. Así, una vez terminados los dos meses se han dado las siguientes cifras (tabla 6):

<b>SUJETO</b>	<b>EDAD</b>	<b>VO2max (mg/kg/min)</b>	<b>POTENCIA (kw/kg)</b>
<b>A1</b>	23	52,1	145,6
<b>A2</b>	23	55,1	147,2
<b>A3</b>	21	55,1	145,6
<b>A4</b>	22	56,6	137,2
<b>A5</b>	27	50,6	137,2
<b>A6</b>	26	52,1	150,3
<b>A7</b>	22	56,6	130,2

---

<b>A8</b>	22	56,6	144
<b>A9</b>	22	58,1	142,3
<b>A10</b>	24	58,1	139
<b>A11</b>	-----	-----	-----
<b>A12</b>	25	58,1	135,5
<b>A13</b>	29	56,6	145,6
<b>A14</b>	25	52,1	148,8
<b>B1</b>	30	44,6	133,8
<b>B2</b>	28	58,1	143,9
<b>B3</b>	24	47,1	125
<b>B4</b>	30	44,1	137,2
<b>B5</b>	29	41,6	137,2
<b>B6</b>	22	47,6	140,6
<b>B7</b>	24	50,6	140,6
<b>B8</b>	23	52,1	140,6
<b>B9</b>	23	52,1	135,5
<b>B10</b>	29	52,1	133,8
<b>B11</b>	26	50,6	137,2
<b>B12</b>	29	47,6	135,5
<b>B13</b>	21	56,6	147,2
<b>B14</b>	20	52,1	130,2

---

Tabla 6: Resultados de las variables en el post-test para el Grupo A y Grupo B

Por último se refleja el margen de mejora (expresado en tanto por cien) que han experimentado cada uno de los jugadores (tabla 7):

Sujetos	Aumento del VO2máx (%)	Aumento Potencia (%)
A1	2,9	4,6
A2	5,4	4,5
A3	8,2	0
A4	2,7	2,5
A5	0	1,2
A6	9,6	4,2
A7	0	1,4
A8	8	1,2
A9	10,3	7,2
A10	2,6	3,7
A11	-----	-----
A12	5,2	1,3
A13	2,7	0
A14	8,6	4,4
B1	0	4
B2	5,2	2,3
B3	0	-1,2
B4	6,7	1,2
B5	0	2,5
B6	1,1	1,1
B7	6,3	5
B8	0	0
B9	2,9	2,6
B10	9,5	4,2
B11	7,4	-2,5
B12	-8,7	0
B13	2,7	1
B14	-5,5	-4

Tabla 7: Mejora de las variables de cada sujeto

De esta forma se puede obtener el promedio de mejora de los sujetos de las dos muestras, y establecer así una comparativa (tabla 8):

GRUPO	M VO2máx (%)	DT VO2máx (%)	M POTENCIA (%)	DT POTENCIA (%)
A	5,1	0,42	2,8	0,23
B	2,2	0,12	1,6	0,11

Tabla 8: Mejora de las variables de las dos muestras

Se observa como el grupo A (HIIT) ha obtenido mejores resultados en la mejora de las variables que el grupo B (entrenamiento normal).

## 5. DISCUSIÓN

Finalizado el proceso se observa que existe un aumento tanto de los valores de VO2máx como de potencia en tren inferior dentro de los dos grupos, por lo que existe mejora en el rendimiento de los jugadores a través del tiempo. Además se puede observar como la muestra del entrenamiento HIIT (grupo A), obtiene finalmente una mayor mejora de sus variables respecto a la muestra que entreno por un método más tradicional (grupo B).

Los resultados de esta intervención están secundados por un estudio realizado por Koch (2004), autor que llevó a cabo un programa de entrenamiento Tabata en el que los participantes se exponían a una rutina de entrenamiento de 5 días/semana durante un total de 6 semanas, obteniendo una mejora de sus parámetros de VO2máx del 14%. De igual manera, Koch (2004) estableció una comparativa del método intensivo con el método tradicional en la que los resultados mostraban un mayor aumento del rendimiento aeróbico sobre los sujetos que realizaron el HIIT (mejora de en torno al 9% de su capacidad de VO2máx).

En cuanto al aumento obtenido en la potencia de tren inferior analizada a partir del test de Sargent (Villa & García-López, 2003) se recogen unos datos sorprendentes. Se puede observar como el margen de mejora obtenido por el grupo HIIT ha sido del 2,8%, lo que se traduce a alcanzar una media de 8 cm de altura en salto vertical. Como bien indicaba Bompa (2003), en su libro se ha

desarrollado la “potencia de aceleración y desaceleración” imprescindible para efectuar los cambios de ritmo que tan determinantes se han vuelto dentro del fútbol.

En relación a los datos de las tablas que se recogen el pre-test y el post-test, cabe destacar que los resultados obtenidos indican que se han producido mejoras en el aumento del consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>máx) y en la capacidad de potencia en tren inferior, tanto para el grupo A como para el grupo B, aunque la mejora del grupo A es exponencialmente superior a la mejora obtenida por los jugadores que no realizaron el HIIT.

## 6. CONCLUSIONES

Las conclusiones aceptan las hipótesis de partida:

- El método interválico intensivo tiene cabida en la preparación física de los deportes de equipo.
- El método interválico intensivo reduce el tiempo empleado en la preparación física respecto al método de planificación tradicional.
- Los jugadores que han efectuado el método interválico intensivo obtienen un mayor margen de mejora que los jugadores que realizaron el acondicionamiento físico tradicional respecto a las variables estudiadas.

## 7. LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

La principal limitación de la investigación que aquí se lleva a cabo es el número de la muestra del Grupo B. Esto es debido a que la gran mayoría de la plantilla quería realizar el entrenamiento HIIT y formar parte del Grupo A. Creemos que si el Grupo B hubiese tenido más participantes nuestra comparativa tendría mayor veracidad en cuanto a resultados, serían a su vez resultados más fiables que servirían de base para futuras investigaciones. Este sería el primer aspecto

a tratar en un futuro estudio, de seguro se trataría de obtener una muestra mayor.

Otra de las limitaciones perceptibles es la herramienta utilizada para determinar la potencia de tren inferior testada a través del Test de Sargent. Es muy probable que nuestros resultados serían más exactos utilizando una plataforma vibratoria SportJump- v1.0 como la utilizada por García López (2010) en su estudio.

Pensando en futuras líneas de investigación creemos que sería muy interesante realizar este mismo análisis abarcando una muestra más grande y repitiendo el experimento con un equipo de mayor nivel, sería fabuloso comprobar si a nivel profesional los jugadores que realizan el HIIT seguirían teniendo un margen de mejora mayor que los que han realizado el entrenamiento tradicional.

Por otro lado, también sería interesante comprobar en qué categorías de formación base se puede aplicar el método HIIT como propuesta para ocupar el tiempo de preparación física; si esto es viable, y si además, sigue existiendo esta mejora de las variables que se ha conseguido en nuestro estudio (centrándonos en la potencia de tren inferior, que ha acabado por tener un gran margen de mejora en un espacio de tiempo reducido).

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bompa, T. (2007). *Periodization. Theory and methodology of training*. Barcelona: Hispano Europea.
2. Boutcher, S. H. (2011). High-intensity intermittent exercise and fat loss. *International Journal of Obesity*, 32, 684-691.
3. Brett, K. y Chris, J. (2013). High-Intensity circuit training using body weight: Maximum results with minimal investment. *ACSM'S Health & Fitness Journal*, 17(3), 8-13.

4. Daussin, F. N., Zoll, J., Dufour, S. P., Ponsot, E., Wolf, E. L., Doutreleau, S., ... Richard, R. (2008). Effect of interval versus continuous training on cardiorespiratory and mitochondrial functions: relationship to aerobic performance improvements in sedentary subjects. *American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 29, 264-272.
5. García, J. M., Navarro, M. y Ruiz, J. (1996). Pruebas para la valoración de la capacidad motriz en el deporte: *Evaluación de la condición física*. Madrid: Gymnos.
6. Gibala, M. J. (2009). Molecular responses to high-intensity interval exercise. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 34(3), 428-432.
7. Gibala, M. J., Little, J. P., MacDonald, M. J. y Hawley, J. A. (2012). Physiological adaptations to low-volume high-intensity interval training in health and disease. *Journal of Physiology*, 590, 1077-1183.
8. Gillen, J. (2012). Low-volume, high-intensity interval training: A practical fitness strategy. *Wellspring*, 23(4), 1-4.
9. Glassman, G. (2006). A theoretical Template for CrossFit's Programming. *The Crossfit Journal Articles*, 1-5.
10. Gonzalez, J. y Ribas, J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Madrid: Inde.
11. Halvorson, R. (2013). Tabata training proves effective. *IDEA Fitness Journal*, 10(8), 15-15.
12. Huggett, T. (2013). Sample class: Triple T. *IDEA Fitness Journal*, 10(5), 75-76.
13. King, J., Broeder, C., Browder, K. y Panton, L. (2002). A comparison of interval vs steady-state exercise on substrate utilization in overweight women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33, 228-228.
14. Koch, A. (2004). The secret of tabata. *Men's Fitness*, 20(5), 142-148.

15. O'Donovan, G., Owen, A., Bird, S. R., Kearney, E. M., Nevill, A. M., Jones, D. W. y Woolf, (2005). Changes in cardiorespiratory fitness and coronary heart disease risk factors following 24 wk of moderate- or high-intensity exercise of equal energy cost. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism Journal*, 98, 1619–1625.
16. Pernía, J., Corral, A. y del Castillo, O. (2010). La valoración del VO<sub>2</sub>máx. y su relación con el riesgo cardiovascular como medio de enseñanza-aprendizaje. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 10, 25-30.
17. Perry, C. G., Heigenhauser, G. J., Bonen, A. y Spriet, L. L. (2008) High-intensity aerobic interval training increases fat and carbohydrate metabolic capacities in human skeletal muscle. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism Journal*, 33, 1112-1123.
18. Sibley, B. (2012). Using sport education to implement a CrossFit unit. *JOPERD: The Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 83(8), 42-48.
19. Tjonna, A. E., Lee, S. J., Rognmo, O., Stolen, T. O., Bye, A., Haram, P. M., ... Wisloff, U. (2008). Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. *Circulation Journal*, 118,346–354.
20. Trapp, E. G., Chisholm, D. J., Freund, J. y Boutcher, S. H. (2008). The effects of high- intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *International Journal of Obesity*, 32,684–691.
21. Villa, J. y García J., (2003). Tests de salto vertical (I): Aspectos funcionales [RendimientoDeportivo.com]. Recuperado de: <http://www.rendimientodeportivo.com/web/N006/Artic029>