

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

MÁSTER UNIVERSITARIO EN ENTRENAMIENTO Y RENDIMIENTO DEPORTIVO

Curso Académico 2018-2019

PROPUESTA DE ENTRENAMIENTO INTERVÁLICO DE ALTA
INTENSIDAD EN EL FÚTBOL

A proposal of a high-intensity interval training program in soccer

Autor: Alejandro Mullor Rodríguez

Tutor: Jose A. Rodríguez Marroyo

Julio, 2019

Vº Bº TUTOR

Vº Bº AUTOR

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue elaborar una propuesta de entrenamiento interválico de alta intensidad utilizando aspectos técnicos del fútbol en función de las posiciones que los jugadores ocupan durante la competición. Participaron en la investigación once jugadores del equipo de fútbol, Cadete A, división territorial, del Club Peña León.

Para llevar a cabo la investigación, se realizaron unas pruebas previas a los jugadores para evaluar las capacidades físicas y fisiológicas sobre las que se podrían generar cambios durante la intervención. Una vez obtenidos los resultados de las pruebas (Yo-Yo Test, CMJ, RSA lineal y RSA Bangsbo), se comenzó la intervención de una sesión semanal durante 12 semanas. En esta intervención se dividió a los jugadores en dos grupos: uno de ellos seguiría un protocolo HIIT estándar y el otro realizaría un HIIT específico (con gestos técnicos del deporte), con la intención de comparar las adaptaciones y observar diferencias entre ambos protocolos. Tras la intervención se repitieron los test y se compararon los resultados entre los 2 protocolos y los resultados previos con los posteriores.

Tras la comparación, observamos pequeñas mejoras en los índices de fatiga obtenidos del RSA lineal y del Bangsbo en los sujetos que realizaron el protocolo específico, y pequeñas mejoras en el resto de pruebas en los sujetos que realizaron el protocolo estándar.

Palabras clave: Entrenamiento interválico de alta intensidad, RSA, fútbol.

ABSTRACT

The aim of this project is offering a proposal for a High-Intensity Interval Training protocol which uses technical aspects of football according to the players' ground-positions while in competition. Eleven teenage players from Club Peña León, (Cadete category, Regional division), took part as subjects in our research.

In order to set off the research, previous tests were made to the players so as to assess their physical and physiological capabilities over which possible changes might arise during the program's application. After we got the results of the initial tests (Yo-Yo test, CMJ, RSA lineal y RSA Bangsbo), the program started with one weekly session for a period of twelve weeks. The players were divided into two groups: one of the groups would follow a standard HIIT protocol while the other group would undergo a specific HIIT (with technical soccer movements), aiming a comparative between both approaches and a highlight of differences in both protocols. After the execution of the program, the tests were repeated and the results were compared both ways –between the two protocols and between the initial and final tests results.

Once the comparative made, small improvements were observed in the fatigue indexes thrown by RSA Lineal and Bangsbo in those individuals who performed the specific protocol, while small improvements were observed in the rest of the tests made by the individuals who performed the standard protocol.

Key Words: High-Intensity Interval Training, RSA, soccer.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivos generales	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
2.3 Competencias.....	14
3. METODOLOGÍA	17
3.1 Sujetos.....	17
3.2 Diseño experimental	17
3.2.a Propuesta de intervención.....	17
3.2.b Test de valoración	22
3.3 Análisis estadístico	25
4. RESULTADOS.....	26
5. DISCUSIÓN	31
6. CONCLUSIÓN	33
7. VALORACIÓN PERSONAL	34
8. BIBLIOGRAFÍA	35

1. INTRODUCCIÓN

Se conoce como entrenamiento HIIT (High Intensity Interval Training) a un tipo de entrenamiento de carácter interválico basado en el uso de intervalos de tiempo, por lo general de corta duración. A diferencia del entrenamiento submáximo (Billat, 2001), el entrenamiento HIIT se puede realizar con intervalos de tiempo que oscilan entre los 10 segundos y los 5 minutos, lo que conduce al deportista que lo practica a una intensidad superior a la del umbral anaeróbico. Estos intervalos temporales están separados por periodos de descanso activo o pasivo en los cuales el organismo lleva a cabo una recuperación parcial (Laursen & Jenkins, 2002; y Gibala, Little, MacDonald, & Hawley, 2012).

Hoy en día el entrenamiento HIIT ha llegado a ser muy popular gracias a las posibilidades que ofrece a la hora de mejorar el rendimiento de los deportistas, tanto practicantes de deportes individuales como colectivos. También resulta muy recomendable en la mejora del rendimiento entre las personas que realizan actividades físicas de carácter moderado (Engel, Ackermann, Chtourou, & Sperlich, 2018).

Es muy extensa la literatura al respecto de una posible clasificación de los principales tipos de entrenamiento HIIT, En una revisión, siquiera somera, podemos encontrarnos muchas nomenclaturas, algunas de las cuales no siempre resultan coincidentes entre sí a la hora de designar los métodos y protocolos y, en general, es posible encontrar demasiada complejidad a la hora de reconocer cada tipo de programa y su definición, con lo que puede llegar a ser difícil la interpretación de los resultados finales.

A partir de las clasificaciones realizadas por algunos de los investigadores que más se han dedicado a sistematizar los distintos tipos de HIIT (Laursen, 2010; Laursen & Jenkins, 2002; y Billat, 2001), vamos a optar por una clasificación lo más sencilla posible de los diferentes tipos de HIIT, en la que se incluyen las características más relevantes y generales de los cuatro supuestos más reconocibles (Figura 1).

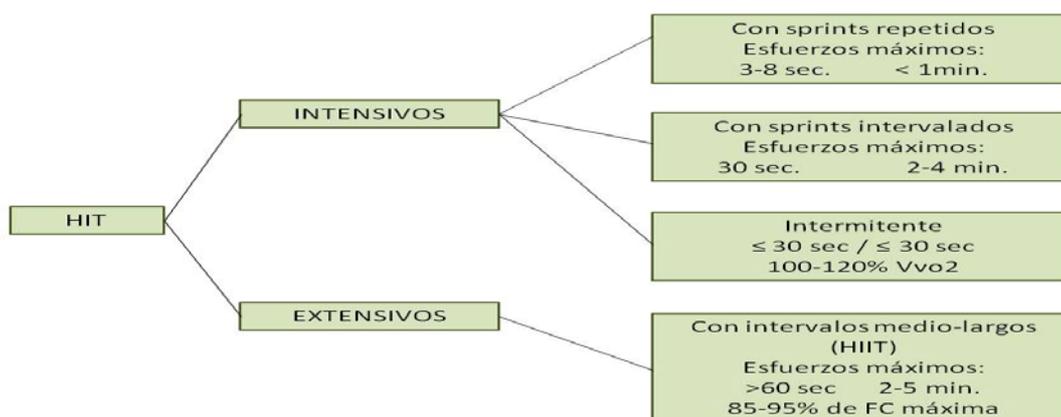


Figura 1. Clasificación básica de los principales tipos de HIIT (Billat, 2001; Laursen, 2010; Buchheit y Laursen, 2013).

En cuanto a las variables a tener en cuenta en la elaboración de un protocolo de entrenamiento HIIT, se hace preciso mencionar tanto el número de repeticiones a realizar como la duración temporal de cada una de dichas repeticiones, teniendo presente, por supuesto, el grado de intensidad, las peculiaridades fisiológicas de los individuos, y las características propias del deporte a realizar.

Asimismo, será necesario considerar, según los factores antes mencionados, la cantidad de series a realizar, la regulación de la intensidad entre las diferentes series (será diferente en cada caso, según el tipo de objetivo que se persiga); las variables máximas de cada componente (intensidad y/o duración máxima de la carga de trabajo); y la carga y la duración de la recuperación (Maillard et al. 2017).

Para la propuesta de nuestro protocolo de actuación se ha hecho necesario, asimismo, tomar en consideración la correcta cuantificación de la carga de trabajo en función de las diferentes variables que el entrenamiento HIIT presenta. Por ello, junto con las características específicas señaladas en las tablas anteriores, se ha optado por seguir el modelo de Buchheit y Laursen (2013) (Figura 2) sobre las variables a considerar en la planificación de un entrenamiento HIIT, asociadas a aquellas que encontramos en el deporte del fútbol.

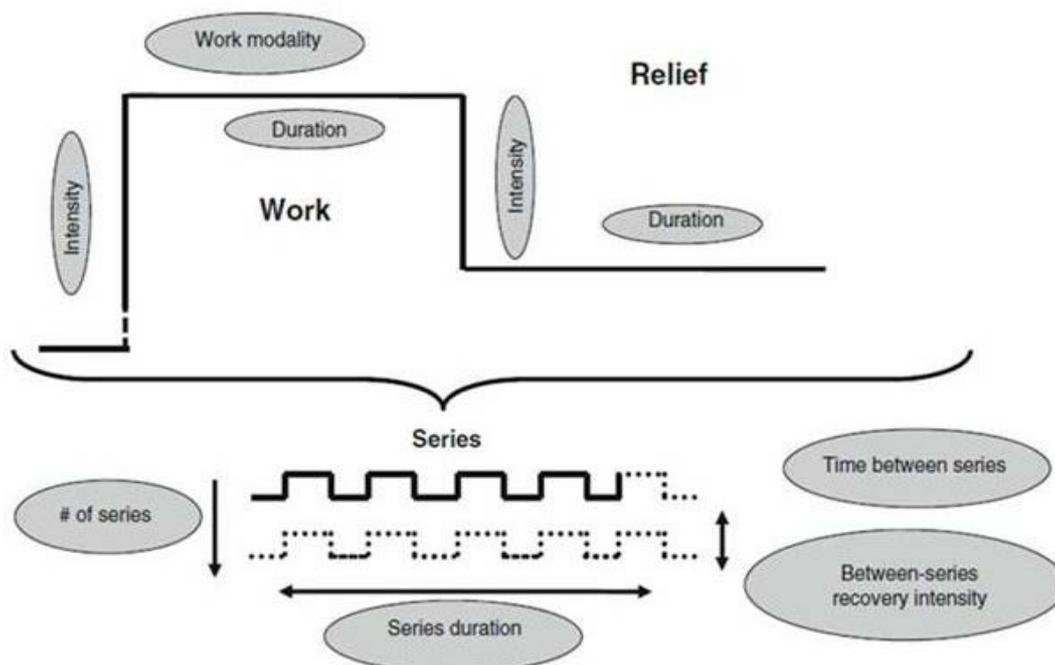


Figura 2. Variables a considerar en la planificación del HIIT, según Buchheit (2013).

En términos generales, se puede decir que, a la hora de proporcionar una mejora en las variables de resistencia y rendimiento, el entrenamiento interválico de alta intensidad HIIT resulta una excelente alternativa a los ejercicios continuos y repetitivos de baja o moderada intensidad, especialmente en deportistas jóvenes y adolescentes (Engel, Ackermann, Chtourou & Sperlich, 2018).

Según estudios al respecto, la puesta en práctica de entrenamientos interválicos de alta intensidad proporciona determinados efectos positivos en la salud de los deportistas que participan en los mismos, los cuales implican beneficios tales como el aumento de la vitalidad del sujeto, el perfeccionamiento de su sistema muscular, el incremento del VO₂max en proporciones elevadas (incluso hasta el 8%). Otras adaptaciones que se generan tras la realización de un HIIT tienen que ver con la disminución del porcentaje de grasa corporal y con la mejora en las tasas de oxidación de grasas. (Keating, Johnson, Mielke, & Coombes, 2017; Racil et al. 2016; y García-Hermoso et al. 2016).

Por citar un ejemplo, en un estudio comparativo entre los efectos del HIIT y de un entrenamiento de volumen tradicional en futbolistas de 14 años, Sperlich et al. (2011) apreciaron que, aunque no se habían producido diferencias en cuanto a las condiciones físicas de los integrantes de una y otra prueba (peso, altura e índice de masa corporal) en los

resultados post-intervención, sí que se habían conseguido mejoras significativas entre los deportistas que habían sido sometidos al HIIT, en concreto en la capacidad de consumo de oxígeno y en los tiempos de velocidad sobre 1000 metros (parámetros que fueron tomados como medida comparativa en dicho estudio), así como en el rendimiento físico en general.

Asimismo, es importante considerar que el entrenamiento interválico, que por lo general implica un menor tiempo de ejecución y se hace mucho más llevadero que otros métodos más convencionales (Guiraud, 2012), no sólo resulta mucho más atractivo e interesante para la preparación de los deportistas, sino que además conlleva mejoras en la salud de aquellos sujetos que lo utilizan como entrenamiento habitual (Gibala, Little, MacDonald & Hawley 2012).

En cuanto a los detalles del diseño del entrenamiento HIIT, en numerosos estudios se menciona que no existe un número de repeticiones, series y duración de estas de manera estandarizada ya que cada autor menciona un protocolo diferente en función de las características de su contexto. Pero podemos encontrar diferentes autores que recopilan diferentes protocolos en función de las adaptaciones que estos generan.

En términos generales y atendiendo a la cuantificación de la carga con respecto a la duración de las series y descansos, encontramos que, si el tiempo de trabajo es de 15 a 60 segundos, los intervalos se consideran cortos; si duran entre 1 y 3 minutos, se consideran intervalos medianos; y si sobrepasan los 3 minutos y llegan hasta los 8, los intervalos se consideran de larga duración (Buchheit & Laursen, 2013).

En la Figura 3, se establece la relación entre el tiempo de cada repetición, el número de repeticiones, las adaptaciones/mejoras y el contexto en el que se deberían utilizar (Buchheit & Laursen, 2013). Para nuestro caso, un deporte colectivo en el que se producen acciones explosivas de corta duración y concretando más en nuestro estudio sobre el protocolo HIIT específico, nos deberíamos fijar en el modelo RST (repeated-sprint training), debido a que el protocolo se caracteriza por tener acciones como cambios de dirección (COD), saltos, conducciones con balón, tiros, etc.

Table 1 Recommendations for the design of run-based high-intensity interval training protocols for optimizing time at maximal oxygen uptake

Format	Work duration	Work intensity ^a	Modality	Relief duration	Relief intensity	Reps and series ^b	Between-set recovery		Expected T@ $\dot{V}O_{2max}$	Acute demands ^c
							Duration	Intensity		
HIT with long intervals	>2-3 min ^d	$\geq 95\%$ $v\dot{V}O_{2max}$	Sport specific	≤ 2 min	Passive	6-10 \times 2 min			>10 min	Central ++++
						5-8 \times 3 min				Peripheral ++
HIT with short intervals	≥ 15 s ^{d,e}	100-120 % $v\dot{V}O_{2max}$ (85-105 % V_{IFT})	Sport specific	$\leq 4-5$ min	$\leq 60-70\%$ $v\dot{V}O_{2max}$ ^b	4-6 \times 4 min	$\geq 4-5$ min	$\leq 60-70\%$ $v\dot{V}O_{2max}$ ^b	>10 min	Central +++
				< 15 s	$\leq 60-70\%$ $v\dot{V}O_{2max}$ (45-55 % V_{IFT})	2-3 \times ≥ 8 -min series				Peripheral ++
RST	>4 s (>30 m or 2 \times 15 m)	All-out	COD jumps explosive efforts	<20 s	$\approx 55\%$ $v\dot{V}O_{2max}$ / 40 % V_{IFT}	2-3 RSS (each >6 sprints)	≥ 6 min	$\leq 60-70\%$ $v\dot{V}O_{2max}$ ^b	0-3 min	Central + Peripheral +++
SIT	>20 s	All-out	Sport specific	≥ 2 min	Passive	6-10			0-1 min	Peripheral ++++
Game-based training	>2-3 min	Self-selected RPE >7	Sport specific ^f	≤ 2 min	Passive	6-10 \times 2 min			>8 min	Central ++
						5-8 \times 3 min				Peripheral +++
						4-6 \times 4 min				Peripheral +++

^a Intensities are provided as percentages of $v\dot{V}O_{2max}$, V_{IFT} [179] or RPE

^b These can also be game-based (moderate intensity) in team sports

^c The number of symbols '+' indicate the magnitude of the expected demands with respect to more central versus peripheral systems

^d To be modulated with respect to exercise mode (longer for cycling vs. running for example), age and fitness status (shorter for younger and/or more trained athletes)

^e To be modulated with respect to the sport, i.e. longer for endurance and highly trained athletes than team sport and less trained athletes

^f To be modulated with respect to physiological training objectives (manipulating playing number, pitch area etc.) so that specific rules are added for the fittest players to compensate for the fitness-related responses, which will parallel the HIT sessions

COD changes of direction, HIT high-intensity interval training, reps repetitions, RST repeated-sprint training, SIT sprint-interval training, SSG small-sided games, T@ $\dot{V}O_{2max}$ time at $\dot{V}O_{2max}$, V_{IFT} peak speed reached in the 30-15 Intermittent Fitness Test, $v\dot{V}O_{2max}$ lower speed associated with maximal oxygen uptake

Figura 3. Parámetros para el diseño de protocolos HIIT, según Buchheit y Laursen (2013).

Sin embargo, y dado que nuestro propósito es comparar el protocolo HIIT específico con un protocolo HIIT estándar, utilizaremos como modelo a seguir el HIIT con intervalos cortos. Este se caracteriza por realizar trabajo de alrededor de 15 segundos, realizando el esfuerzo al 100-120% de VO_{2max} con descansos de menos del 60-70% del VO_{2max} .

Siguiendo la propuesta por Buchheit y Laursen (2013), podemos fijarnos en la metodología HIIT de intervalos cortos, que al igual que en la anterior tabla se realiza con intensidades de entre 100-120% del VO_{2max} , los intervalos durarían entre 10-45 segundos y las recuperaciones pueden ser tanto activas como pasivas (Figura 4).

HIT Forms	Intensity	Work interval duration	Recovery	Time spent at VO _{2max}	Observations
Short intervals (≤ 45 s)	100 – 120 % vVO _{2max} to elicit high VO ₂ response	10 – 45 s	<30" : passive ≥ 30" : active	Endurance sports: 7 – 10 min	Volume should depend of the T@VO _{2max} /exercise time ratio (cf. original paper)
Long intervals (> 45 s)	≥ 90 - 110 % vVO _{2max} to elicit high VO ₂ response	Time needed to reach VO _{2max} + 1 or 2 min or ≥ 2 – 3 min	R < 3min: passive R > 3min: active	Team sports & others: 5 – 7 min	
Repeated sprint intervals	All-out	≥ 4 s if high VO ₂ response is expected	R: active & ≤ 20 s if high VO ₂ response is expected	~10 – 40 % of the entire RSS duration (but possibly 0% in high fitness athletes)	Can be associated with COD & jumps to elicit high VO ₂ response
Sprint interval training	All-out	2-5s (~15 – 40 m)	> 20 s	From 0 to a few seconds...	... but elicits high muscle O ₂ demand

Figura 4. Resumen métodos de entrenamiento de alta intensidad, según Buchheit y Laursen (2013).

En lo relativo a la aplicación de los entrenamientos HIIT al deporte del fútbol, ciertos autores establecen que, por su tipo de práctica y ejecución, el fútbol es un deporte de carácter especialmente intermitente (Bangsbo, Mohr, & Krstrup, 2006), en cuya práctica los jugadores alternan la intensidad y el volumen de sus esfuerzos en función de determinadas circunstancias propias de cada encuentro. Estas circunstancias se sustentan básicamente en los frecuentes cambios en los movimientos y la dirección de los jugadores, así como en los diferentes tipos de intensidad de carrera que el fútbol exige (caminar, trotar, correr intensamente o esprintar). Todo ello determina ese carácter intermitente del esfuerzo del futbolista (Morgans, Orme, Anderson, & Drust 2014).

Se ha demostrado que en el transcurso de los 90 minutos de juego, un jugador realiza una actividad intermitente que por lo general le conduce a recorrer distancias de más de seis kilómetros, con la correspondiente implicación de una considerable carga aeróbica (Buchheit, Mendez-Villanueva, Simpson & Bourdon, 2010). Como consecuencia, se puede afirmar que la mejora de la capacidad aeróbica (Helgerud, Engen, Wisloff, & Hoff, 2001) está directamente relacionada con factores propios del fútbol como los sprints, la conducción del balón y la distancia recorrida durante un partido.

Estos mismos autores han demostrado que los movimientos específicos de los jugadores de fútbol durante un partido obligan a considerar el ejercicio de alta intensidad como un factor clave del rendimiento del futbolista y, por tanto, como un elemento indispensable en su entrenamiento cotidiano (Helgerud et al, 2001).

Debido a esa intermitencia intrínseca a la dinámica del fútbol que constantemente demanda el deportista la contribución de energía, se puede decir que, aunque en el transcurso de cualquier partido el componente aeróbico resulta muy importante (Wragg, Maxwell, & Doust, 2000), no es menos cierto que los sprints pueden ser considerados como un elemento principal y determinante dentro de la competición (Carling, Le Gall, & Dupont, 2012).

La práctica específica del fútbol implica que, en el transcurso de cualquier competición, una vez que el jugador ha realizado los sprints necesarios por razones del juego, existen asimismo determinados periodos de descanso asociados al esfuerzo en intensidad y en alternancia con el mismo. El estudio de esta dinámica alternativa de esfuerzo y descanso ha llevado a denominar como Repeat Sprint Ability o RSA (Buchheit, Bishop, Haydar, Nakamura, & Ahmaidi, 2010) a la capacidad que todo jugador posee a la hora de repetir la situación de intensidad-descanso el mayor número de veces posible.

En su versión más estándar y en su aplicación al deporte del fútbol, el HIIT implica la ejecución de series breves de sprints realizadas repetidamente con una elevada intensidad, acompañadas por las correspondientes secuencias de recuperación intercaladas entre las series (Stork, Gibala, & Martin, 2018).

Por otro lado, dentro de las muchas aproximaciones metodológicas que actualmente se observan en el entrenamiento del fútbol, una de las más importantes metodologías es la denominada periodización táctica, metodología enunciada por Vítor Frade en 1985. La periodización táctica se caracteriza por tratar de simular durante el entrenamiento los aspectos que el equipo, en su conjunto, pretende realizar durante la competición. En términos teóricos, esta metodología establece que la forma en que se conduce un equipo de fútbol (su modelo de juego) ha de ser inexorablemente la pauta que marque todo el proceso futbolístico, no sólo en el terreno de juego, sino también en el campo de entrenamiento (Tamarit, 2007).

Siguiendo esta metodología, hay entrenadores y preparadores físicos en el ámbito de los deportes colectivos que, en consecuencia, tratan de asemejar los entrenamientos y las situaciones que los deportistas viven durante ellos lo máximo posible a las situaciones que vivirán durante la competición, no solo a nivel táctico, sino también en lo relativo a los aspectos técnicos.

Asimismo, se hace preciso señalar que ciertos autores consideran que el entrenamiento específico conduce a la óptima preparación de los jugadores en función de las demandas propias de las diferentes posiciones y funciones que les son asignadas en cada partido. De ese modo, se suelen proponer, como base del entrenamiento diario, la realización de ejercicios específicos físicos y técnicos que contengan los necesarios estímulos y aportaciones para el mejor desarrollo de las capacidades físicas, técnicas, tácticas y mentales de los futbolistas (Morgans et al. 2014).

Se ha escogido el entrenamiento HIIT para este proyecto debido a su parentesco con el RSA, ya que durante su realización se cumplen las premisas propias de la característica RSA, es decir, la repetición de sprints.

Aunque los entrenamientos adecuados para la mejora del RSA serían el *Sprint interval training* (MacDougall et al., 1998; Burgomaster, Hughes, Heigenhauser, Bradwell, & Gibala, 2005; Burgomaster et al., 2007; Gibala et al., 2006; y Burgomaster et al., 2008), en el que se realizan esfuerzos más largos con pausas completas, y el RSA propiamente dicho (Rodas, Ventura, Cadefau, Cussó, y Parra, 2000; Impellizzeri et al., 2006; Ferrari et al., 2008; e Impellizzeri et al., 2008), con esfuerzos más cortos y pausas semi-completas, me pareció interesante utilizar el HIIT para observar si también podría utilizarse para la mejora de esta capacidad.

En el fútbol, como hemos mencionado anteriormente, la capacidad de repetir sprints es importante de cara al rendimiento, pero no es la única. Por eso resulta interesante evaluar diferentes capacidades también influyentes para una mejor práctica de este deporte. De hecho, existen otras variantes que suelen ser utilizadas como medio de cuantificación de la carga en el entrenamiento del fútbol, como podrían ser la velocidad, la fuerza potencia o el VO₂max (León, Sánchez, y Ramírez, 2011).

Vistas todas las argumentaciones previas, y tomando en consideración la relación entre nuestras actuaciones con la idea de la preparación de los futbolistas mediante el trabajo basado en la periodización táctica, se plantea a continuación un protocolo de entrenamiento interválico de alta intensidad HIIT combinado con aspectos técnicos propios del deporte del fútbol, realizando una comparativa con otro protocolo de HIIT de tipo estándar, sin la presencia de gestos técnicos, con el fin de establecer las posibles similitudes o diferencias en las adaptaciones generadas entre ambos.

Algunos autores como Kunz, Engel, Holmberg, y Sperlich, (2019) han realizado revisiones sistemáticas de diferentes autores que proponen protocolos de HIIT en diferentes contextos (Figura 5):

Table 2 The design of the studies included in this meta-analysis and characteristics of their participants

Reference (year)	Subjects /age (years)	Total number of sessions/ duration/duration of one intervention session/ duration of one control session	Intervals of exercise (number and duration)	Interval intensity	Duration of rest	Intensity of exercise during rest	VO _{2peak} /max before the intervention (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	VO _{2peak} /max after the intervention (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	Change in VO _{2max} (%)	Findings concerning the HIIT	
Los Arcos et al. (2015) ¹ [27]	15/16	12/6 weeks/ 25 min/25 min	HIIT	3 × 4 min	90–95% HR _{max}	3 min	50–60% HR _{max}	n.i.	n.i.	n.i.	MAS ↔; CMU ↔
			SSG	3 × 4 min	n.i.	3 min	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	
Faude et al. (2014) ² [29]	19/17	8/4 weeks/ 22 min/36 min	HIIT	2 × (12–15 × 15 s)	40% above IAT	10 min/15 s	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	IAT ↑; CMU ↓ DJ ↔; V _{peak} ↓ LaC _{max} ↔ 5-m, 10-m, 30-m sprint ↔; CinD ↔
			SSG	4 × 4 min	n.i.	4 min (PR)	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	
Faude et al. (2013) ² [4]	20/16	12–15/5.5 weeks/ 33 min/47 min	HIIT	2 × (12–15 × 15–30 s)	25–40% above IAT	10 min (AR)/15–30 s	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	IAT ↑; CMU ↓ DJ ↓; V _{max} ↔
			HVT	30–60 min	80–95% IAT	–	–	n.i.	n.i.	n.i.	
Sperlich et al. (2011) ¹ [10]	19/13	13/5 weeks/ 28.8 min/57.3 min	HIIT	4–15 × 30 s–4 min	90–95% HR _{max}	1–3 min	50–60% HR _{max}	55.1 ± 4.9	58.9 ± 4.7	+ 6.9	VO _{2max} ↑; 1000-m run ↑; 20-m, 30-m, 40-m sprint ↑; DJ, SJ, CMU ↔
			HVT	6–30 min	50–70% HR _{max}	–	–	55.3 ± 4.3	56.4 ± 3.7	+ 2.0	
Hill-Haas et al. (2009) ¹ [11]	19/15	14/7 weeks/ 66 min/66 min	HIIT (intervals, RSA, COD, sprints)	–	–	–	n.i.	60.2 ± 4.6	61.4 ± 3.5	+ 2.0	VO _{2max} ↔; YIRTL1 ↑; MSFT ↔; TTE ↔; 5-m, 20-m sprint ↔; RSA ↔
			SSG	2–3 × 6–13 min	n.i.	1–3 min	n.i.	59.3 ± 4.5	58.9 ± 5.5	– 0.7	
Impellizzeri et al. (2008) ¹ [12]	21/18	11/4 weeks/ 25 min/25 min	HIIT	4 × 4 min	90–95% HR _{max}	3 min (AR)	n.i.	~ 56.6	~ 58.9	~ + 4	VO _{2max} ↑; LSPT total performance ↔; LSPT total performance fatigued ↑
			TT	–	–	–	–	~ 57.7	~ 57	~ – 1.2	
Impellizzeri et al. (2006) ¹ [28]	29/17	16/8 weeks/ n.i./n.i.	HIIT	4 × 4 min	90–95% HR _{max}	3 min	60–70% HR _{max}	59.7 ± 4.1	60.2 ± 3.9	+ 0.8	VO _{2max} ↑; IAT ↑; RE at LT ↔; VO ₂ at LT ↑; % VO _{2max} at LT ↑; Ekblom's test ↑

Figura 5. Revisión de protocolos HIIT elaborada por Kunz, Engel, Holmberg, y Sperlich, (2019).

Para la elaboración del protocolo que se propone en el presente trabajo se ha decidido realizar una intervención de 12 semanas, de acuerdo con el apartado de Los Arcos, et al., porque la edad de los sujetos de su estudio concuerda con la de nuestros jugadores (Figura 5). Con respecto al número de sesiones, no se ha podido seguir ninguno de los modelos propuestos ya que en nuestro caso existía la limitación obligatoria de una sola sesión semanal.

Así, la ratio trabajo-descanso propuesta ha sido de 1:1, resultando el tiempo de trabajo de 20 segundos en cada caso y el número de series 15 (Figura 5). La intensidad durante el tiempo de trabajo se establece en un 100-120% del VO_{2max} (en nuestro caso referenciado como una intensidad 10/10, es decir, esfuerzo máximo), que es la intensidad estándar en prácticamente todos los casos estudiados. En cuanto a los descansos, la intensidad se establece en el 50-60% del VO_{2max} (Figuras 4 y 5), es decir, descanso activo a intensidad 5-6 sobre 10.

Asimismo, a través de esta propuesta de entrenamiento que aquí se presenta, intentaremos observar y concluir hasta qué punto puede resultar verdaderamente rentable la realización de entrenamientos lo más específicos posible.

2. OBJETIVOS

A continuación procedemos a enumerar los objetivos que se han intentado lograr con la propuesta de entrenamiento interválico.

2.1 Objetivos generales

El objetivo del estudio fue crear un entrenamiento basado en la metodología HIIT teniendo en cuenta las demandas y gestos técnicos del fútbol y observar las adaptaciones que crea en los jugadores con el fin de ofrecer posibles soluciones de mejora en el rendimiento de los futbolistas.

2.2 Objetivos específicos

- Valorar el entrenamiento de futbolistas amateur utilizando diferentes test.
- Cuantificar el proceso de entrenamiento de los futbolistas en base a la RPE.
- Valorar los efectos del entrenamiento tras un periodo de entrenamiento.
- Analizar las mejoras que produce un entrenamiento HIIT específico frente a otro de tipo más general.

2.3 Competencias

Las competencias que se han tenido en consideración a la hora de realizar el presente trabajo se corresponden con las expresadas en la Guía Docente del Máster en Entrenamiento y Rendimiento Deportivo de la Universidad de León.

Competencias **específicas**:

-Elaborar, presentar y defender ante una Comisión de Evaluación, un trabajo original realizado individualmente, en el que se sinteticen y manifiesten las competencias adquiridas en las enseñanzas de Máster recibidas.

En cuanto a las **competencias generales y transversales**, a continuación se nombran las que han sido contempladas durante la realización del trabajo.

- Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

- Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

- Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

- Ejercer a nivel profesional en el ámbito del deporte de rendimiento, manifestando elevada competencia, autonomía y conocimiento científico especializado.

- Aplicar las más novedosas metodologías de entrenamiento de manera sistemática y adaptada a las necesidades de un deportista/grupo, programando actividades de preparación en función de las particularidades y requerimientos de una disciplina deportiva concreta.

- Diseñar y llevar a cabo procesos sistemáticos y rigurosos de análisis del rendimiento, en situaciones de entrenamiento y competición, orientados a la valoración de las capacidades físicas, las habilidades y el desempeño técnico-táctico.

- Cuantificar y controlar cargas de entrenamiento y competición, como base para planificar de manera científica los estímulos de preparación y programas de ejercicio encaminados a la mejora del rendimiento.

- Interpretar informes técnicos para trasladar los hallazgos y conclusiones de los mismos a la programación práctica del entrenamiento deportivo.

- Manejar las innovaciones y herramientas tecnológicas específicas más actualizadas en el campo del entrenamiento deportivo y el análisis de la competición.

- Gestionar y liderar grupos humanos manifestando empatía y habilidad en las relaciones interpersonales.
- Desarrollar la capacidad de adaptación y resolución de problemas, trasladando los conocimientos adquiridos a nuevos contextos, diferentes situaciones y casos prácticos.
- Saber expresarse con claridad de forma escrita en la redacción de informes y documentos, así como en la presentación pública de los mismos, utilizando vocabulario preciso y específico.
- Desarrollar capacidad de razonamiento crítico y autocrítica, como paso fundamental para la mejora de la toma de decisiones de manera autónoma.
- Manejar la bibliografía científica específica, utilizando herramientas de búsqueda y acceso a documentación especializada.
- Manifestar compromiso ético y motivación por la calidad y búsqueda de la excelencia en el desarrollo de actividades profesionales.
- Generar recursos y actitudes de autonomía en el aprendizaje y predisposición favorable hacia la formación permanente.

3. METODOLOGÍA

Para llevar a la práctica esta investigación se realizó un diseño experimental y observacional, basado en la comparación de dos grupos a través de protocolos de intervención diferenciados, tomando medidas pre-test y post-test en ambos grupos.

3.1 Sujetos

Como muestra se contó con la colaboración del equipo Cadete A del Fútbol Club Peña León, de la categoría territorial. Del conjunto total de la plantilla únicamente participaron 10 jugadores debido a las lesiones existentes en el momento de la evaluación y a la exclusión de los porteros del trabajo a realizar. Los participantes tenían entre 14 y 15 años, 164 ± 12.05 cm de talla media y $64,97 \pm 7,36$ kg de peso medio, y realizaban tres entrenamientos semanales de 1 hora y 45 minutos, más un partido de competición cada fin de semana.

3.2 Diseño experimental

Este estudio se llevó a cabo durante la temporada 2018-2019 en un periodo de tiempo comprendido entre los meses de enero y marzo. Se secuenciaron las pruebas de evaluación en distintos días con la intención de que los resultados no se vieran afectados.

Se realizó la prueba Yo-Yo test durante el primer entrenamiento de la semana (martes), los test CMJ (Contra Movement Jump) y RSA lineal al día siguiente (miércoles) y el test RSA Bangsbo en la primera sesión de la siguiente semana (martes).

Tras realizar las valoraciones iniciales se estableció el protocolo a seguir, el cual se llevo a cabo durante los 20 primeros minutos de las sesiones de los martes a lo largo de 12 semanas. Tras terminar el periodo de intervención, se repitieron las pruebas de evaluación siguiendo el mismo orden y en las mismas condiciones en que habían sido realizadas previamente.

3.2.a Propuesta de intervención

La propuesta consistía en dividir a la plantilla en dos grupos, uno de los cuales realizaría un entrenamiento basado en HIIT, siguiendo un protocolo estándar. A su vez, el otro grupo realizaría también un entrenamiento basado en HIIT, pero siguiendo un protocolo basado en las posiciones que ocupaban durante la competición y los gestos técnicos propios de cada

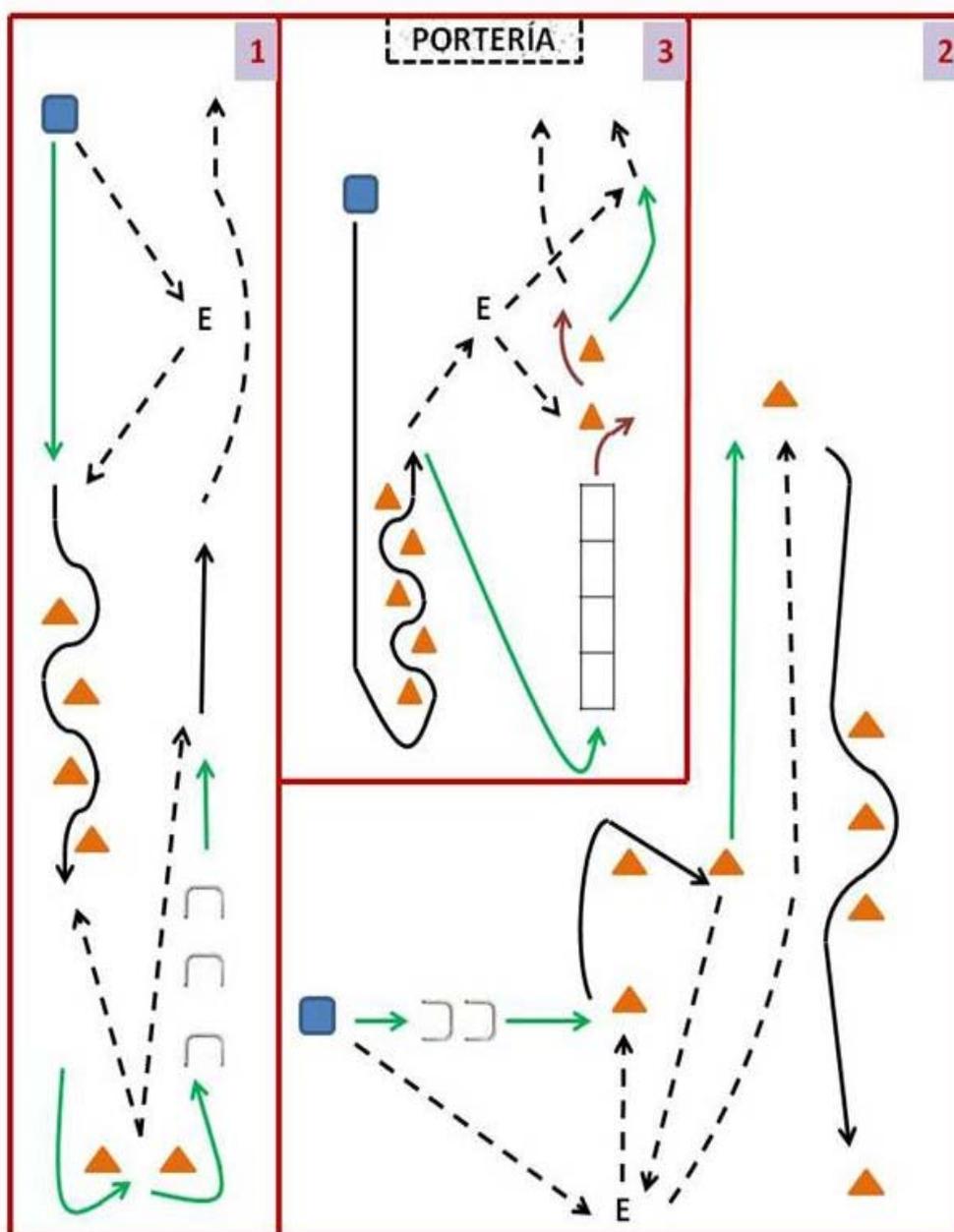
posición, lo que convertía a este segundo protocolo en más específico con respecto al aplicado en el primer grupo.

Los grupos se dividieron de tal manera que inicialmente hubiera 2 jugadores de cada posición en cada uno de los grupos. A tal efecto, los participantes fueron agrupados conforme a 3 posiciones diferentes: en primer lugar, centrales y mediocentros; en segundo lugar, laterales carrileros y extremos; y en tercer lugar, delanteros e interiores. Así, en el grupo que realizaba el protocolo HIIT estándar había 2 jugadores de cada posición como mínimo, lo mismo que en el grupo que realizaba el HIIT específico.

Una vez repartidos los jugadores en cada grupo, se estimó el tiempo de trabajo que realizarían. Siguiendo los mismos criterios que Buchheit y Laursen (2013), se estimó una carga interválica de corta duración: ratio 1:1 de 20 segundos, a intensidad máxima, con 20 segundos de descanso activo. El protocolo incluiría un total de 15 series.

Como sólo se contaba con medio campo de fútbol-11, se dividió dicha porción en 3 espacios y para este reparto se tuvo en consideración el tipo de gestos que en cada caso se realizarían durante el entrenamiento (Figura 6).

Al estar orientada al trabajo de los laterales y de los jugadores de banda, la zona 1 simulaba la situación de una salida con balón mediante una pared, tras la cual se realizaba un zigzag entre conos en conducción de balón. Al finalizar el zigzag, los participantes realizaban 2 auto-pases rodeando dos conos. Una vez superado el segundo cono, realizaban saltos pliométricos en unas vallas, para a continuación volver a coger el balón. Para finalizar, simulaban un centro al área (en este caso es un centro a la red). La recuperación activa la realizaban a trote suave recogiendo el balón y colocándose en la posición inicial.



1 Laterales carrileros y extremos 2 Mediocentros y centrales 3 Delanteros e interiores

ELEMENTOS MARCADORES

- Posición inicial
- ▲ Conos, picas o setas
- Vallas
- E Entrenador

MOVIMIENTOS

- Desplazamiento sin balón
- Desplazamiento con balón
- - - → Pase o tiro
- ↪ Regate

Figura 6. Representación gráfica de la propuesta de intervención: reparto del terreno y actividades a realizar.

La zona 2 estaba orientada a los mediocentros y centrales. La idea era simular una recepción de balón de espaldas junto con una conducción. Para ello realizaban una pared con un entrenador en la que debían hacer saltos pliométricos intercalados entre el pase inicial y la devolución del mismo.

A continuación recibían el balón y hacían una conducción alrededor de 3 setas, daban un pase al entrenador y realizaban un desplazamiento de espaldas hasta llegar al cono, donde tenían que controlar un pase alto.

Al recibir el pase realizaban una conducción hasta el cono con un zigzag corto pero rápido en el medio. En este caso caminaban con el balón durante los 20 segundos como recuperación activa (se orientaban por el tiempo que tardaba el compañero en realizar el circuito).

Por último, la zona 3, orientada a los interiores y delanteros, simulaba acciones de conducción con *dribling*, disparo a portería y remate de cabeza.

Los jugadores realizaban una salida hasta iniciar un zigzag con el balón. Al terminar, daban un pase e iban corriendo, simulando un desmarque, hasta realizar una escalera de coordinación. Completada la escalera, recibían el balón y simulaban 2 regates a 2 conos.

Al salir del segundo regate golpeaban a portería y acto seguido el entrenador les daba un balón alto para simular un remate de cabeza. Al igual que en la zona 1, recogían el balón y hacían un descanso activo hasta volver a la zona inicial.

En los tres casos los circuitos estaban diseñados para ser realizados en 20 segundos a máxima intensidad. Mientras, el grupo participante en el entrenamiento HIIT estándar realizaba su protocolo dando vueltas alrededor del campo.

Tanto en las 3 zonas como en el grupo estándar había un entrenador que llevaba el cronómetro y marcaba los tiempos de descanso y de trabajo para que se cumpliesen los 20 segundos de cada ronda.

En cuanto al grupo que realizaba el protocolo de HIIT estándar, se repartían entre las 4 esquinas del medio campo con la intención de que se estorbasen lo menos posible durante el entrenamiento. Junto con el otro grupo, realizaban el mismo calentamiento. Tras colocarse para comenzar, un entrenador, situado de tal manera que todo el mundo pudiera oírle, llevaba el tiempo de cada serie marcando los periodos con un silbato. De esta manera, también el otro grupo se orientaba con los pitidos.

Para diferenciar lo máximo posible este protocolo, durante todas las sesiones los jugadores realizaron el entrenamiento corriendo en el mismo sentido y, al igual que en el HIIT específico, realizaron las series de 20 segundos a intensidad máxima y los descansos de 20 segundos con recuperación activa continuando la carrera con trote moderado. Aparte de esto, la única premisa que se les dio fue que respetaran los conos situados en las esquinas del medio campo para que la distancia fuera siempre la misma.

Durante la realización de todas las sesiones, tanto el entrenador encargado de dirigir con el silbato como los situados en cada circuito trataban de animar a los jugadores para que realizasen los esfuerzos al máximo posible. Además, se les avisaba cuando completaban la mitad de las series, con la intención de motivarles y hacerles más llevadero el entrenamiento.

Al término de cada sesión, se utilizó la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) siguiendo la escala de Borg (Figura 7). Al comienzo de la intervención se les explicó a los deportistas que la RPE es una manera de cuantificar la carga del entrenamiento en la que debían de exponer el esfuerzo que les había supuesto el mismo. Esta escala cuenta con 10 estados distribuidos del 1 al 10, a cada uno de los cuales se le asigna una intensidad, siendo el 1 el equivalente a la intensidad más baja, es decir, que el ejercicio no ha supuesto esfuerzo alguno, y el 10 el equivalente al agotamiento, o que el ejercicio ha sido lo más duro posible. Los números intermedios supondrían valores progresivos entre el 1 y el 10.

ESCALA	DESCRIPCION
1	Reposo
2	Fácil
3	Moderado
4	Algo duro
5	Duro
6	-
7	Muy duro
8	-
9	-
10	Máximo

Figura 7. Escala de Borg sobre la percepción subjetiva del esfuerzo. Tomado de Foster, Daines, Hector, Snyder, & Welsh, (1996).

En el estudio se les preguntaba a los jugadores uno por uno el número equivalente a la intensidad percibida durante el entrenamiento justo a los 2–3 minutos de su finalización.

También se tuvo en cuenta la individualización de cada sujeto y no se les preguntaba en grupo para que no se vieran influenciados entre ellos.

Como método de cuantificación de la carga, se utilizó la RPE previamente comentada, de tal manera que al multiplicar el volumen de la sesión (minutos del ejercicio) por la intensidad (RPE en la escala de 10 valores) se obtiene la carga del entrenamiento medida en unidades arbitrarias. (Impellizzeri, Rampini, Coutts, Sassi, & Marcora, 2004).

3.2.b Test de valoración

Para la realización del estudio se llevó a cabo una valoración a todos los sujetos que participaban en el mismo, la cual se basaba en unos test que medían diferentes cualidades físicas y fisiológicas. Se eligieron los test tomando como criterios las demandas del deporte del fútbol y la especificidad del entrenamiento.

Los test se realizaron previamente a la intervención y los resultados de estos test iniciales se compararon con los resultados obtenidos posteriormente a la intervención. Como ya se ha mencionado, los test realizados fueron los mismos y siempre siguiendo el mismo protocolo y manteniendo la similitud de las condiciones lo máximo posible.

El primer test fue el Yo-Yo Test (Yo-Yo Intermittent Endurance) (Bangsbo, Iaia, y Krustup, 2008), utilizado para valorar la resistencia específica del futbolística. Este test se caracteriza por ser un test discontinuo y progresivo, de carácter intermitente, tanto en la intensidad como en la recuperación. Asimismo, es conocido por ser uno de los test más fiables para la correcta medición del consumo máximo de oxígeno de manera progresiva y el consumo máximo al terminar la prueba.

Es preciso reseñar que, debido a su carácter intermitente, la aplicación de este test de carácter específico resulta especialmente interesante en deportes como el fútbol.

Para realizar este test se colocaron 2 líneas de conos separadas por 20 metros y por detrás de la primera un espacio de 5 metros. Los jugadores debían realizar la prueba al ritmo que mandaba una grabación, recorriendo los primeros 20 metros antes de que se escuchase el primer pitido y los segundos 20 metros antes de que sonara el segundo pitido. Entre las series, los deportistas disponían de esos 5 metros para realizar una recuperación activa de unos segundos con la que prepararse para la siguiente serie.

El segundo test fue el CMJ (Bosco, Luhtanen, & Komi, 1983), utilizado para observar si se producían cambios en la fuerza en el tren inferior. El CMJ es un salto cuyo protocolo

consiste en realizar un salto vertical, tras una pequeña flexión de rodillas, lo más alto posible partiendo desde la posición de bipedestación con las manos en la cintura. Este test se realizó en los vestuarios con zapatillas adecuadas para su ejecución.

Para este test se utilizó una plataforma de salto laser que calculaba la altura del salto en función del tiempo de vuelo. Los deportistas realizaron 2 saltos previos enfocados a la familiarización con el test. Después de la familiarización ejecutaron 2 saltos efectivos sobre los que se calculó la media. En este caso, el uso de la plataforma fue facilitado por la Universidad de León, junto con el ordenador con el software correspondiente para su correcta utilización.



Figura 8. Plataforma de salto láser.

Los dos test restantes fueron el RSA lineal y el test de Bangsbo (Bangsbo, 1994), ambos utilizados para medir la capacidad de repetir sprints y el índice de fatiga. Se eligieron los dos para que hubiera, al igual que en los protocolos, uno más específico con cambios de dirección (Bangsbo) y otro estándar (RSA lineal).

Para que no hubiera problemas con el protocolo y se cometieran salidas nulas (causadas por un doble corte en la célula fotoeléctrica), se estandarizó la salida de los sprints de tal manera que los jugadores se colocarían 1 metro por detrás de la línea de salida. Para que no hubiera confusiones con los tiempos de descanso, había un entrenador encargado de un

cronómetro que realizaba una cuenta atrás cuando a los jugadores les quedaban 3 segundos para comenzar el siguiente sprint.

Antes de la realización del RSA lineal, los sujetos realizaron 2 repeticiones de 30 metros con recuperación completa con el fin de valorar la velocidad máxima que alcanzaban en ese espacio, variable utilizada para comparar en ambos protocolos. El test RSA lineal consistió en la realización de 8 sprints de 30 metros a máxima velocidad con un descanso de 25 segundos entre uno y otro.

El test de Bangsbo se llevó a cabo sobre un circuito de 40 metros. Completados los 10 primeros metros, se efectuaron 3 cambios de dirección en los siguientes 10 metros; después se completaron otros 10 metros de sprint y 10 metros de frenada. Tras terminar el circuito se realizó una recuperación activa hasta llegar al inicio del circuito; este descanso tenía que durar 25 segundos (Figura 9).

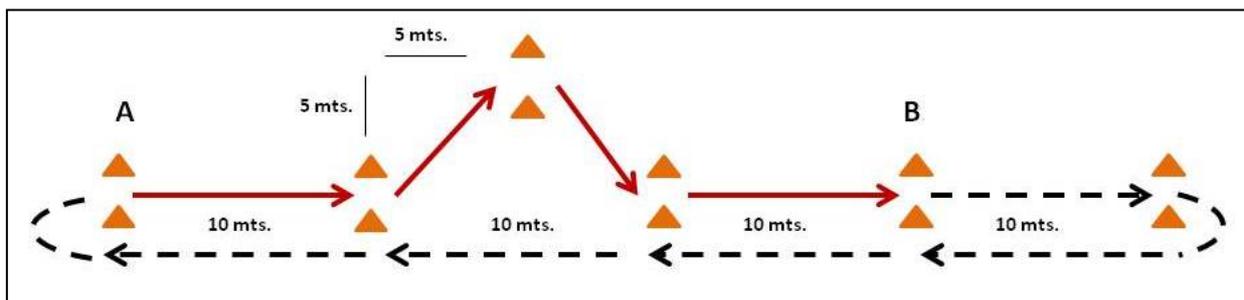


Figura 9. Representación gráfica del test de Bangsbo.



Figura 10. Células fotoeléctricas utilizadas en el test de Bangsbo y en el test RSA.

En ambos test las mediciones se realizaron con células fotoeléctricas que medían con exactitud el tiempo de cada sprint. Al igual que la plataforma de salto laser, el uso de este material fue facilitado por la Universidad de León (Figura 10).

Del test RSA lineal se tuvieron en cuenta los 2 primeros sprints para obtener también una media de la velocidad máxima de cada jugador y para la obtención de los índices de fatiga, se utilizó la fórmula tomada, entre otros, de Buchheit, Méndez-Villanueva, Delhomel, Brughelli, & Ahmaidi, (2010); Mujika, Spencer, Santisteban, Goiriena, & Bishop, (2009); y Pyne, Saunders, Montgomery, Hewitt, & Sheehan, (2008).

$$Sec = \left(\left(\frac{TT}{(\text{mejor sprint} \times \text{n}^\circ \text{repeticiones})} \right) \times 100 \right) - 100$$

3.3 Análisis estadístico

Los resultados se expresaron como media \pm desviación estándar. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de los datos. La comparación entre los resultados obtenidos en los test pre- y post-intervención se realizó por medio de la prueba no paramétrica de Wilcoxon para dos muestras relacionadas.

Las diferencias entre las variables estudiadas en función del programa de intervención se analizaron con la prueba no paramétrica de Mann-Whitney. Los valores $p < 0.05$ fueron considerados estadísticamente significativos. El tamaño del efecto fue obtenido calculando la d de Cohen. Los valores < 0.20 , $0.20-0.50$, $0.51-0.70$ y > 0.70 fueron considerados como triviales, pequeños, moderados y grandes, respectivamente. El software estadístico SPSS v.19.0 fue usado para este análisis.

4. RESULTADOS

Únicamente se obtuvieron mejoras ($p < 0.05$) después de realizar las 12 semanas de intervención en la fatiga valorada en el test de RSA (Tabla 1). Sin embargo, cuando los datos fueron analizados según el programa de intervención realizado, no se obtuvieron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los valores obtenidos antes y después de los programas de intervención (Tablas 2 y 3). Esta circunstancia posiblemente se debió al número de sujetos analizados.

Tabla 1. Resultados obtenidos (media \pm SD) en los test realizados antes y después del programa de intervención.

	Antes	después	<i>d</i> (valoración)
Yo-yo test (m)	1035.0 \pm 338.4	965.0 \pm 272.5	0.23 (pequeña)
CMJ (cm)	31.4 \pm 2.2	32.7 \pm 2.7	0.53 (moderada)
Velocidad 30 m (s)	5.60 \pm 0.18	5.62 \pm 0.13	0.13 (trivial)
Tiempo Bangsbo (s)	6.69 \pm 0.15	6.74 \pm 0.16	0.32 (pequeña)
Fatiga Bangsbo (%)	3.0 \pm 0.8	3.1 \pm 0.8	0.12 (trivial)
Tiempo RSA (s)	5.81 \pm 0.18	5.72 \pm 0.15	0.54 (moderada)
Fatiga RSA (%)	4.7 \pm 1.0	2.8 \pm 0.5*	2.40 (grande)

d: tamaño del efecto calculado a través de la *d* de Cohen

CMJ: salto con contramovimiento

*Diferencia significativa ($p < 0.05$)

Sin embargo, considerando el tamaño del efecto analizado podemos generalizar que el programa de HIIT específico conllevó mejoras en el índice de fatiga calculado en el test de Bangsbo y en el RSA (Tabla 2). Por el contrario, se apreció una disminución moderada en el rendimiento en el Yo-Yo test y en el tiempo medio del test de Bangsbo.

Por otro lado, los jugadores que realizaron el programa de HIIT estándar obtuvieron unas mejoras consideradas como moderadas/grandes en el CMJ, velocidad sobre 30 m y en los resultados del test de RSA (Tabla 3). Estos jugadores empeoraron el índice de fatiga analizado en el test de Bangsbo (Tabla 3).

En las tablas 3 y 4 se muestran los tiempos de cada uno de los sprints realizados en el test de Bangsbo y RSA, respectivamente.

Aunque no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre grupos al comparar los resultados obtenidos antes y después de los programas de intervención, las diferencias encontradas en los valores iniciales del Yo-Yo test, velocidad en 30 m, tiempo medio en el test de Bangsbo y RSA e índice de fatiga en el test de RSA fueron moderadas-grandes. Estas diferencias disminuyeron entre grupos en los resultados post-intervención, salvo para el Yo-Yo test que se mantuvo y para el tiempo medio del RSA, cuya diferencia fue grande entre grupos, obteniéndose un menor valor en el grupo de HIIT-estándar.

La intensidad del entrenamiento, medida a través de la percepción subjetiva del esfuerzo (7.3 ± 0.5 y 6.9 ± 0.3 para el grupo que realizó el HIIT específico y el estándar, respectivamente), y el volumen de las sesiones de entrenamiento (~90 min por sesión) fueron similares en los dos grupos de intervención. Como consecuencia, la carga de entrenamiento en ambos grupos fue muy parecida ($p > 0.05$), 655.2 ± 43.4 vs. 616.4 ± 12.8 UA en el grupo de HIIT específico y estándar.

Tabla 2. Resultados obtenidos (media \pm SD) en los test realizados antes y después del programa de intervención específico.

	Antes	después	<i>d</i> (valoración)
Yo-yo test (m)	1128.0 \pm 363.7	1048.0 \pm 235.6	0.26 (moderada)
CMJ (cm)	31.6 \pm 2.6	32.1 \pm 3.4	0.16 (trivial)
Velocidad 30 m (s)	5.51 \pm 0.16	5.65 \pm 0.16	0.31 (pequeña)
Tiempo Bangsbo (s)	6.63 \pm 0.17	6.74 \pm 0.12	0.57 (moderada)
Fatiga Bangsbo (%)	3.1 \pm 0.9	2.5 \pm 0.4	0.86 (grande)
Tiempo RSA (s)	5.73 \pm 0.17	5.73 \pm 0.19	0.18 (trivial)
Fatiga RSA (%)	4.3 \pm 0.6	2.7 \pm 0.4	3.14 (grande)

d, tamaño del efecto calculado a través de la *d* de Cohen

CMJ: salto con contramovimiento

Tabla 3. Resultados obtenidos (media \pm SD) en los test realizados antes y después del programa de intervención general.

	Antes	después	<i>d</i> (valoración)
Yo-yo test (m)	880.0 \pm 280.0	826.7 \pm 320.8	0.18 (<i>trivial</i>)
CMJ (cm)	31.3 \pm 2.0	33.2 \pm 2.2	0.90 (<i>grande</i>)
Velocidad 30 m (s)	5.70 \pm 0.16	5.59 \pm 0.12	0.78 (<i>moderada</i>)
Tiempo Bangsbo (s)	6.75 \pm 0.10	6.74 \pm 0.12	0.09 (<i>trivial</i>)
Fatiga Bangsbo (%)	3.0 \pm 0.9	3.6 \pm 0.7	0.74 (<i>moderada</i>)
Tiempo RSA (s)	5.89 \pm 0.17	5.70 \pm 0.13	1.25 (<i>grande</i>)
Fatiga RSA (%)	5.1 \pm 1.2	2.8 \pm 0.7	2.34 (<i>grande</i>)

d, tamaño del efecto calculado a través de la *d* de Cohen CMJ: salto con contramovimiento

Tabla 4. Tamaño del efecto, calculado a través de la *d* de Cohen, entre los grupos estudiados con los valores pre-intervención y post-intervención

	<i>d</i> valores pre-intervención	<i>d</i> valores post-intervención
Yo-yo test (m)	0.76 (<i>moderada</i>)	0.78 (<i>moderada</i>)
**CMJ (cm)	0.13 (<i>trivial</i>)	0.38 (<i>pequeña</i>)
Velocidad 30 m (s)	1.18 (<i>grande</i>)	0.42 (<i>pequeña</i>)
Tiempo Bangsbo (s)	0.86 (<i>grande</i>)	0.00 (<i>trivial</i>)
Fatiga Bangsbo (%)	0.12 (<i>trivial</i>)	0.18 (<i>trivial</i>)
Tiempo RSA (s)	0.94 (<i>grande</i>)	1.93 (<i>grande</i>)
Fatiga RSA (%)	0.84 (<i>grande</i>)	0,17 (<i>trivial</i>)

d, tamaño del efecto calculado a través de la *d* de Cohen CMJ: salto con contramovimiento

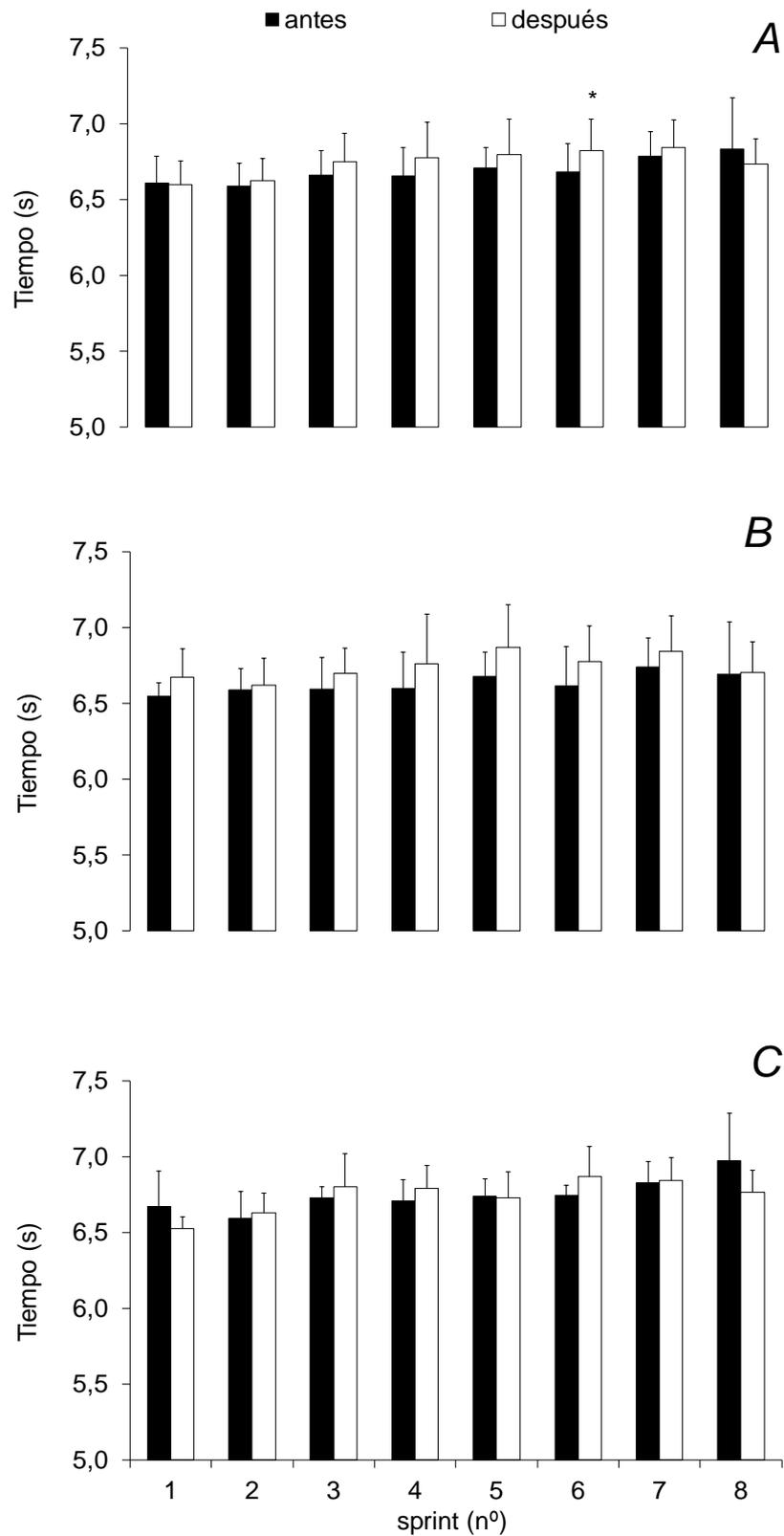


Figura 11. Tiempo en cada una de las repeticiones realizadas en el test de Bangbo antes y después de la intervención. (A) Todos los sujetos que participaron en el estudio. (B) Los jugadores que realizaron un HIIT-específico. (C) Los jugadores que realizaron un HIIT-estándar.

* Diferencia significativa entre los valores pre-, post-intervención ($p < 0.05$).

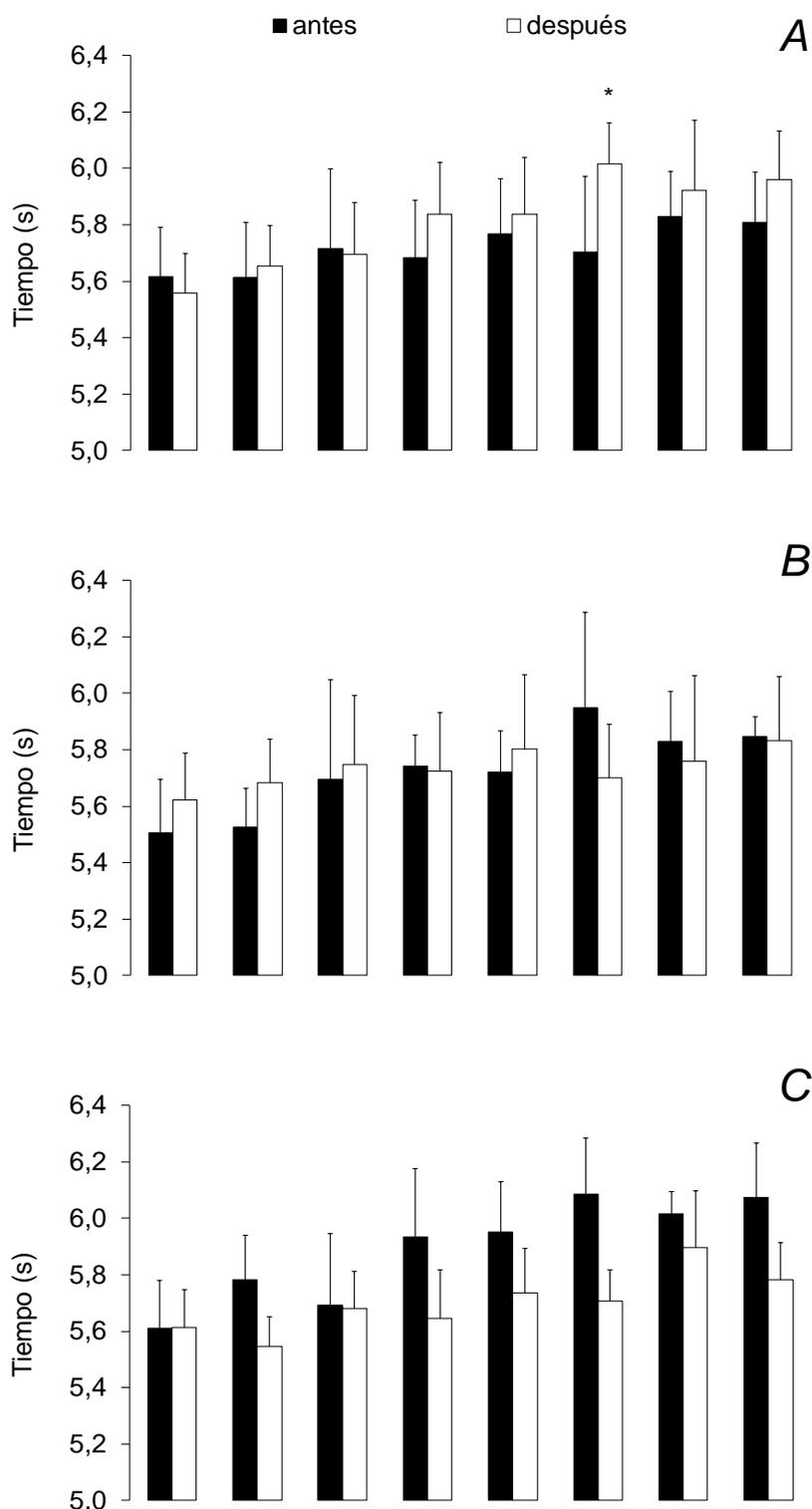


Figura 12. Tiempo en cada una de las repeticiones realizadas en el test de sprints repetidos antes y después de la intervención. (A) Todos los sujetos que participaron en el estudio. (B) Los jugadores que realizaron un HIIT-específico. (C) Los jugadores que realizaron un HIIT-estándar.

* Diferencia significativa entre los valores pre-, post-intervención ($p < 0.05$).

5. DISCUSIÓN

Se hace preciso comenzar nuestra discusión retomando el objetivo principal del trabajo, el cual implica la elaboración de un protocolo de entrenamiento HIIT basado en los aspectos técnicos del fútbol, diferenciando de manera específica entre cada una de las posiciones en las que se desenvuelven los jugadores en el terreno de juego y comparando con un protocolo de HIIT de tipo estándar. El procedimiento consistía en observar y registrar, mediante la evaluación con diferentes tests, los posibles tipos de adaptaciones que se podían crear en ambos protocolos y si existía alguna diferencia significativa entre ellos.

Tras un análisis pormenorizado de los datos recabados a partir de las actuaciones llevadas a cabo, se puede deducir que, en términos generales, los datos indican mejoras en algunas de las cualidades evaluadas en los dos protocolos. Sin embargo, se han apreciado diferencias en las adaptaciones creadas por ambos protocolos.

Centrándonos en las cualidades físicas evaluadas, observamos que los resultados del VO₂max que aparecen en nuestro estudio son contradictorios con los obtenidos por otros estudios similares, como por ejemplo el realizado por Sperlich et al. (2011) (realizado con futbolistas adolescentes de 14 años, comparando las adaptaciones generadas por un entrenamiento interválico de alta intensidad con periodos de corta duración frente a un protocolo de entrenamiento estándar de gran volumen). En nuestro grupo de HIIT específico, los resultados de la prueba Yo-Yo test post intervención son ligeramente peores que los pre intervención, aunque la diferencia no resulta significativa (Tabla 2). Esto puede ser producido por la adaptación creada en las últimas sesiones por el grupo específico. En cambio, el grupo de HIIT estándar no generó cambios negativos en los resultados de la prueba (Tabla 3).

Además, en el estudio de Sperlich, se realiza como prueba de evaluación la velocidad obtenida en 1000 metros. En nuestro caso no podemos comparar este resultado con ninguno de los obtenidos ya que la velocidad se midió en una distancia de 30 metros. Esta distancia resulta, desde mi punto de vista, mucho más específica y útil en el caso del fútbol.

Una de las principales características del fútbol, como hemos mencionado anteriormente, es la capacidad de repetir sprints (RSA), la cual hemos utilizado como valor a evaluar durante este estudio dada su importancia, no solo en el mundo del fútbol, sino en todos los deportes colectivos, como aspecto a cuantificar (Billaut & Bishop, 2009; y Dupont Millet, Guinhouya, & Berthoin, 2005).

Asimismo, podemos decir que existe una relación directa entre el entrenamiento interválico de alta intensidad y la mejora de la capacidad RSA, ya que numerosos estudios contemplan esta relación y crean métodos de entrenamiento interválico con la intención de obtener mejoras en este aspecto, el cual es un indicador del nivel del deportista (Dupont et al., 2005).

En nuestro estudio se creó un protocolo específico con la intención de obtener mejoras en determinadas capacidades, en concreto, en los índices de fatiga obtenidos de los test RSA y Bangsbo, aparte de observar posibles adaptaciones en los tiempos de los sprints. Un estudio claro que menciona la relación entre el entrenamiento HIIT y la mejora del RSA es el propuesto por Rodríguez, Sánchez, y Villa, (2014), donde evalúan las posibles mejoras en el RSA tras realizar una intervención HIIT. En su caso encuentran mejoras significativas en los sprints en el test RSA, al igual que lo encontrado en los resultados de nuestro trabajo, aunque para ser concretos, existieron diferencias entre los dos protocolos, apreciándose las mejoras en el grupo que realizó el HIIT específico (Figura 12.B). También hacen referencia al índice de fatiga, aspecto importante en dicho estudio. Los resultados de su trabajo muestran que no se observaron mejoras en esta cualidad, mientras que, en nuestro caso, las mayores mejoras se produjeron en el índice de fatiga, tanto en el test RSA lineal como en el test de Bangsbo, concretamente manifestadas en el grupo de HIIT específico (Tabla 2). Estos resultados pueden haberse visto influenciados por los protocolos utilizados en el estudio, ya que en nuestro caso el número de series era mayor y el momento de realización era distinto -intervención en la segunda mitad de la temporada-, al contrario que el momento utilizado en el referido trabajo -intervención en la pretemporada-.

Al encontrarnos en un momento avanzado de la temporada, los jugadores ya han creado adaptaciones durante el transcurso de la misma, por lo que crear estímulos que generen adaptaciones tan significativas resulta más complejo, sobre todo en los Yo-Yo test y en las mediciones de velocidad. De este modo, el momento de la temporada y el rendimiento de los jugadores es un punto a tener en cuenta a la hora de cuantificar la intensidad del entrenamiento (Ingebrigtsen et al., 2013).

Otra de las cualidades más importantes dentro de los deportes colectivos es la velocidad máxima (Cometti, 2007) y en la mayoría de estudios que buscan obtener resultados tras un protocolo HIIT se evalúa esta capacidad, como es el caso del estudio de Rodríguez et al. (2014), o el meta-análisis realizado por Kunz, Engel, Holmberg, & Sperlich (2019), donde se compara el HIIT con diferentes métodos de entrenamiento en jugadores de fútbol jóvenes.

En la mayoría de comparaciones la capacidad de realizar una distancia en el menor tiempo posible mejora tras los protocolos de HIIT. Como ya hemos comentado, en nuestro estudio los resultados no muestran ninguna mejora en esta capacidad y deducimos que es debido a las características del protocolo. En el protocolo HIIT específico no se realiza ningún esfuerzo sin balón o sin gesto técnico en el que el jugador deba hacer un sprint de más de 5 metros lo más rápido posible. Esta cualidad no se ha trabajado de manera tan específica en ningún momento, al contrario que en el protocolo estándar, donde nuestros jugadores únicamente realizaron sprints lineales a máxima velocidad durante los intervalos de intensidad.

Además de todas estas evidencias, vemos una clara mejora en los resultados del grupo estándar en la prueba CMJ, al contrario que en el grupo específico. Estos datos concuerdan con los obtenidos por Howard & Stavrianeas (2019), en cuyo estudio realizan un entrenamiento interválico a adolescentes de Secundaria durante la fase de temporada. Deducimos entonces que la fuerza explosiva en el tren inferior se ve afectada y mejorada tras los protocolos de HIIT estándar.

6. CONCLUSIÓN

Una vez terminada la intervención y vistos los resultados, podemos sacar como conclusión que el entrenamiento interválico de alta intensidad mejora el rendimiento de nuestros jugadores.

En nuestro caso, se ha podido comprobar que el protocolo estándar puede generar mejoras en las cualidades menos específicas del deporte y que la creación de un protocolo HIIT específico lograría mejorar la capacidad de repetir sprints, junto con el índice de fatiga de los jugadores.

Como ya mencionamos, este trabajo se ha realizado durante la segunda parte de la temporada, momento en el que los jugadores ya llevaban un cierto bagaje físico y una fatiga acumulados por causa del transcurso de los entrenamientos y la competición. Evidentemente, esta circunstancia temporal nos obliga a resaltarla como un factor a tener en cuenta necesariamente. Parece lógico plantearse que quizá resulte mucho más interesante realizar este tipo de trabajo durante la pretemporada, o durante el comienzo de la temporada regular, si el objetivo que se persigue es conseguir mejores adaptaciones.

Asimismo, es preciso tener en cuenta también lo que un entrenamiento de este tipo supone para los jugadores en cuanto a hábito de trabajo, ya que normalmente a esas edades no están acostumbrados a este tipo de entrenamientos, por lo que su ejecución suele suponer un esfuerzo bastante duro, especialmente durante las primeras sesiones.

Otro factor importante a considerar a la hora de realizar un trabajo de este tipo lo constituye el aumento progresivo de la carga a medida que van transcurriendo las sesiones. Se ha comprobado que se generan adaptaciones con bastante rapidez, sin embargo, si el estímulo es siempre el mismo, puede que la mitad de las sesiones no cumplan el objetivo que deseamos.

También sería interesante conseguir evaluar a los sujetos que realizan el protocolo específico durante la fase de competición, ya que ese es precisamente el momento en el que se producen con mayor frecuencia los gestos técnicos entrenados en este protocolo.

Aun así, los resultados no están completamente claros a causa de que la muestra estudiada es ciertamente baja: una muestra mayor ayudaría a obtener mejores evidencias sobre las adaptaciones generadas.

En conclusión, el entrenamiento interválico de alta intensidad es un método de entrenamiento válido para deportes colectivos, especialmente para el fútbol, si el objetivo es mejorar el VO₂max, la potencia en el tren inferior, el RSA y el índice de fatiga. Ahora bien, la realización de un protocolo HIIT caracterizado por la utilización de gestos técnicos del fútbol - como el utilizado en nuestro estudio- se centra mucho más en la mejora del índice de fatiga en los RSA.

7. VALORACIÓN PERSONAL

Durante la realización del máster se han visto diferentes asignaturas, cada una de ellas con un enfoque distinto, pero desde mi punto de vista las relacionadas con la preparación física y el rendimiento en los deportes colectivos han sido las que más interés me han generado. Por esta razón decidí realizar mi trabajo sobre el entrenamiento interválico en fútbol, buscando averiguar de qué manera se podían conseguir mejoras en el rendimiento de los jugadores mediante su utilización.

Asimismo, tuve la ocasión de poder aprovechar mi periodo de prácticas como preparador físico, en el club que participó en el estudio, para poner en marcha este trabajo sobre el entrenamiento interválico.

No ha sido un trabajo fácil, debido principalmente a la cantidad de variables que por lo general se suelen encontrar al trabajar con grupos de jugadores. Para empezar, la presencia de las lesiones en el deporte juega un papel importante, porque, tal y como ha sucedido en el transcurso de este estudio, puede hacer que la muestra de individuos disminuya considerablemente.

Aparte de éste, hay otros aspectos que también pueden condicionar la realización de los ejercicios, por ejemplo, la edad de los individuos que componen la muestra y su respectiva edad madurativa. Posiblemente debido a este factor de edad (adolescentes de 14-15 años), se pudo observar una falta de interés entre los sujetos componentes de la muestra, lo que da a entender que la intensidad con que se emplearon no estaba a la altura de la requerida para realizar los entrenamientos propuestos.

Aun así, el estudio ha sido realizado siguiendo los protocolos de la manera más fidedigna posible por lo que entiendo que finalmente se pueden extraer algunas conclusiones claras. No obstante, considero que sería muy interesante continuar con este tipo de investigación en un ambiente deportivo más profesionalizado, en el que las variables (número de sesiones semanales de intervención, mayor muestra, cuantificación de la carga individualizada...) fueran diferentes, o por lo menos más exactas.

8. BIBLIOGRAFÍA

Bangsbo, J. (1994). The Physiology of Soccer, with Special Reference to Intense Intermittent Exercise. *Acta Physiologica Scandinavica. Supplementum*. 619: 1-155

Bangsbo, J., Iaia, F., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: A Useful Tool for Evaluation of Physical Performance in Intermittent Sports. *Sports Medicine*, 38: 37-51.

Bangsbo, J., Mohr, M. & Krstrup, P. (2006). Physical and Metabolic Demands of Training and Match-Play in the Elite Football Player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7): 665-74.

- Billat, V. (2001). Interval Training for Performance: A Scientific and Empirical Practice. Special Recommendations for Middle- and Long-Distance Running. Part I: Aerobic Interval Training. *Sports Medicine*, 31: 13-31.
- Billaut, F., & Bishop, D. (2009). Muscle fatigue in males and females during multiple-sprint exercise. *Sports Medicine*, 39(4): 257-78
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P.V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 50(2): 273-82
- Buchheit, M., Bishop, D., Haydar, B, Nakamura, F.Y., & Ahmaidi, S. (2010). Physiological Responses to Shuttle Repeated-Sprint Running. *International Journal of Sports Medicine*, 31(6): 402-9.
- Buchheit, M., & Laursen, P. (2013). High-Intensity Interval Training, Solutions to the Programming Puzzle: Part I: Cardiopulmonary Emphasis. *Sports Medicine*, 43(5): 313-38
- Buchheit, M., & Laursen, P. (2013). High-Intensity Interval Training, Solutions to the Programming Puzzle: Part II: anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. *Sports Medicine*, 43(10): 927-54
- Buchheit, M., Méndez-Villanueva, A., Delhomel, G., Brughelli, M., & Ahmaidi, S. (2010). Improving Repeated Sprint Ability in Young Elite Soccer Players: Repeated Shuttle Sprints vs Explosive Strength Training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10): 2715-2722.
- Buchheit, M, Mendez-Villanueva, A., Simpson, R.M., & Bourdon. P.C. (2010). Match Running Performance and Fitness in Youth Soccer. *International Journal of Sports Medicine*. 31: 818-825
- Burgomaster, K.A., Cermak, N., Phillips, S., Benton, C., Bonen, A., & Gibala, M.J. (2007). Divergent Response of Metabolite Transport Proteins in Human Skeletal Muscle after Sprint Interval Training and Detraining. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 292(5): 1970-6
- Burgomaster, K.A., Howarth, K., Phillips, S., Rakobowchuk, M., Macdonald, M., Mcgee, S., & Gibala, M.J. (2008). Similar Metabolic Adaptations during Exercise after Low Volume

- Sprint Interval and Traditional Endurance Training in Humans. *The Journal of Physiology*, 586: 151-60.
- Burgomaster, K.A., Hughes, S.C., Heigenhauser, G., Bradwell, S.N., & Gibala, M.J. (2005). Six Sessions of Sprint Interval Training Increases Muscle Oxidative Potential and Cycle Endurance Capacity in Humans. *Journal of Applied Physiology*, 98: 1985-90.
- Carling, C., Le Gall, F. & Dupont, G. (2012). Analysis of Repeated High-Intensity Running Performance in Professional Soccer. *Journal of Sports Sciences*, 30: 325-36.
- Cometti, G. (2007). *La preparación física en el fútbol*. Ed. Paidotribo.
- Dupont, G., Millet, G.P., Guinhouya, C., & Berthoin, S. (2005). Relationship between Oxygen Uptake Kinetics and Performance in Repeated Running Sprints. *European Journal of Applied Physiology*, 95(1): 27–34.
- Engel, F., Ackermann, A., Chtourou, H., & Sperlich, B. (2018). High-Intensity Interval Training Performed by Young Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Physiology*, 9: 1-18.
- Ferrari, F., Impellizzeri, M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., & Wisloff, U. (2008). Sprint vs. Interval Training in Football. *International Journal of Sports Medicine*, 29: 668-74
- Foster, C., Daines, E., Hector, L., Snyder, A. C. & Welsh, R. (1996). Athletic Performance in Relation to Training Load. *Wisconsin Medical Journal*, 95(6): 370-374.
- García-Hermoso, A., Cerrillo-Urbina, A.J., Herrera-Valenzuela, T., Cristi-Montero, C., Saavedra, J.M., & Martínez-Vizcaíno, V. (2016). Is High-Intensity Interval Training more Effective on Improving Cardiometabolic Risk and Aerobic Capacity than other Forms of Exercise in Overweight and Obese Youth? A Meta-Analysis. *Obesity Reviews*, 17(6): 531-540.
- Gibala, M.J., Little, J.P., Macdonald, M.J. & Hawley, J.A. (2012) Physiological Adaptations to Low-Volume, High-Intensity Interval Training in Health and Disease. *The Journal of Physiology*, 590(5): 1077-84.
- Gibala, M.J., Little, J., Van Essen, M., Wilkin, G., Burgomaster, K.A., Safdar, A., Raha, S., & Tarnopolsky, M. (2006). Short-Term Sprint Interval versus Traditional Endurance Training: Similar Initial Adaptations in Human Skeletal Muscle and Exercise Performance. *The Journal of Physiology*, 575: 901-11.

- Guiraud, T. (2012). High-Intensity Interval Training in Cardiac Rehabilitation. *Sports Medicine*, 42(7): 587-605
- Helgerud, J., Engen, L.C., Wisloff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic Endurance Training Improves Soccer Performance. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 33(11): 1925-1931
- Howard, N., & Stavrianeas, S. (2017). In-Season High-Intensity Interval Training Improves Conditioning In High School Soccer Players. *International Journal of Exercise Science*, 10: 713-720.
- Impellizzeri, F., Marcora, S., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F., & Rampinini, E. (2006). Physiological and Performance Effects of Generic versus Specific Aerobic Training in Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*, 27: 483-92.
- Impellizzeri, F., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D.J., Ferrari Bravo, D., Tibaudi, A., & Wisloff, U. (2008). Validity of a Repeated-Sprint Test for Football. *International Journal of Sports Medicine*, 29(11): 899-905.
- Impellizzeri, F.M., Rampini, E., Coutts, A.J., Sassi, A., & Marcora, S.M. Use of RPE-Based Training Load in Soccer. (2004). *Medicine & Science in Sports & Exercise: Official Journal of the American College of Sports Medicine*, 36(6), 1042-1047
- Ingebrigtsen, J., Shalfawi, S., Tønnessen, E., Krstrup, P., & Holtermann, A. (2012). Performance Effects of 6 Weeks of Anaerobic Production Training in Junior Elite Soccer Players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. DOI: 10.1519/JSC.0b013e31827647bd
- Keating, S.E., Johnson, N.A., Mielke, G.I., & Coombes, J.S. (2017). A Systematic Review and Meta-Analysis of Interval Training versus Moderate-Intensity Continuous Training on Body Adiposity. *Obesity Reviews*, 18(8): 943-964
- Kunz, P., Engel, F., Holmberg, H.C., & Sperlich, B. (2019) .A Meta-Comparison of the Effects of High-Intensity Interval Training to Those of Small-Sided Games and Other Training Protocols on Parameters Related to the Physiology and Performance of Youth Soccer Players. *Sports Medicine*, 5:7
- Laursen, P. (2010). Training for Intense Exercise Performance: High-Intensity or High-Volume Training? *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(2): 1-10.

- Laursen, P. & Jenkins, D. (2002). The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training: Optimising Training Programmes and Maximising Performance in Highly Trained Endurance Athletes. *Sports Medicine*, 32: 53-73.
- León, H.H., Sánchez, A., y Ramírez, J.F. (2011). Demandas fisiológicas y psicológicas en el fútbol. *Cuerpo, cultura y movimiento*, 2: 41-55
- MacDougall, J.D., Hicks, A., MacDonald, J.R., McKelvie, R., Green, H. & Smith, K. (1998). Muscle Performance and Enzymatic Adaptations to Sprint Interval Training. *Journal of Applied Physiology*, 84: 2138-42.
- Maillard, F., Pereira, B., & Boisseau, N. (2017). Effect of High-Intensity Interval Training on Total, Abdominal and Visceral Fat Mass: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 1: 20.
- Morgans, R., Orme, P., Anderson, L., & Drust, B. (2014). Principle and Practices of Training for Soccer. *Journal of Sport and Health Science*, DOI: 10.1016/j.jshs.2014.07.002.
- Mujika, I., Spencer, M., Santisteban, J., Goiriena, J.J., & Bishop, D. (2009). Age-Related Differences in Repeated-Sprint Ability in Highly Trained Youth Football Players. *Journal of Sport Sciences*, 27(14): 1581-1590.
- Pyne, D.B., Saunders, P.U., Montgomery, P.G., Hewitt, A.J., & Sheehan, K. (2008). Relationships between Repeated Sprint Testing, Speed, and Endurance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5): 1633-1637.
- Racil, G., Coquart, J.B., Elmontassar, W., Haddad, M., Goebel, R., Chaouachi, A., & Chamari, K. (2016). Greater Effects of High-Compared with Moderate-Intensity Interval Training on Cardio-Metabolic Variables, Blood Leptin Concentration and Ratings of Perceived Exertion in Obese Adolescent Females. *Biology of Sport*, 33(2): 145.
- Rodas, G., Ventura, J.L., Cadefau, J.A., Cussó, R., y Parra, J. (2000). A Short Training Programme for the Rapid Improvement of both Aerobic and Anaerobic Metabolism. *European Journal of Applied Physiology*, 82(5-6):480-6
- Rodríguez Fernández, A., Sánchez Sánchez, J., y Villa Vicente, J.G. (2014). Efectos de 2 Tipos de Entrenamiento interválico de alta intensidad en la habilidad para realizar esfuerzos máximos (RSA) durante una pretemporada de fútbol. *Cultura, ciencia y deporte*, 9(27): 251-259

- Sperlich, B., De Marées, M., Koehler, K., Linville, J., Holmberg, H. & Mester, J. (2011). Effects of 5 Weeks' High-Intensity Interval Training vs. Volume Training in 14-Year-Old Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25: 1271-8.
- Stork, M., Banfield, L., Gibala, M., & Martin, K. (2017). A Scoping Review of the Psychological Responses to Interval Exercise: Is Interval Exercise a Viable Alternative to Traditional Exercise? *Health Psychology Review*, 11: 1-47.
- Stork, M., Gibala, M., & Martin, K. (2018). Psychological and Behavioral Responses to Interval and Continuous Exercise. *Medicine and Science in Sport Exercises*, 50(10): 2110-21
- Tamarit, X. (2007). *¿Qué es la periodización táctica?* MC Sports.
- Wragg, C.B., Maxwell, N. & Doust, J. (2000). Evaluation of the Reliability and Validity of a Soccer-Specific Field Test of Repeated Sprint Ability. *European Journal of Applied Physiology*, 83: 77-83.