

Efectos de 2 tipos de entrenamiento interválico de alta intensidad en la habilidad para realizar esfuerzos máximos (RSA) durante una pretemporada de fútbol

Effects of 2 types of high-intensity interval training in repeat sprint ability during preseason football

Alejandro Rodríguez Fernández¹, Javier Sánchez Sánchez², José Gerardo Villa Vicente¹

¹ Instituto de Biomedicina. Universidad de León. España.

² Facultad de Educación. Universidad Pontificia de Salamanca. España.

CORRESPONDENCIA:

Javier Sánchez Sánchez

jsanchezsa@upsa.es

Recepción: noviembre 2013 • Aceptación: mayo 2014

Resumen

El trabajo de pretemporada persigue mejorar el rendimiento del futbolista tanto en lo referente a la habilidad para realizar esfuerzos máximos como a su capacidad aeróbica y de recuperación. El objetivo de este estudio fue comparar durante una pretemporada los efectos de 2 programas de entrenamiento interválicos con series de diferente duración en la habilidad de repetir sprints (RSA). Diecinueve jugadores de fútbol con valores medios \pm SD de 20,9 \pm 1,6 años de edad; 68,8 \pm 5,1 Kg de peso; 176,1 \pm 5,1 cm de altura; y 9,6 \pm 2,4% de grasa corporal fueron asignados al azar al grupo de *Speed Endurance Training* (SET) para realizar 2x10 min con 10, 15 y 20 s al 100% con 30, 45 y 60 s de recuperación ($n = 9$), o al grupo *High Interval Training* (HIT) para realizar 4x4 min al 95% FC_{max} ($n = 10$). Un test RSA de 8x30 m con 25 s de recuperación activa fue realizado antes y después de la intervención (10 sesiones de entrenamiento) junto con un *Yo-Yo Intermittent Recovery Test level 1* en la evaluación inicial. Tanto SET como HIT ven incrementado su rendimiento de forma significativa ($p < 0,05$) en RSA_{mejor} (3,12% y 3,59% respectivamente) y muy significativamente ($p < 0,01$) en RSA_{media} (3,00% y 3,91%) y RSA_{total} (3,12% y 4,08%), pero sin cambios significativos en los índices de fatiga (*Sdec* y *Change*). Estos resultados demuestran que tanto la intervención SET como HIT se han mostrado útiles para aumentar el rendimiento en algunas de las variables determinantes en el test RSA, durante el periodo de pretemporada.

Palabras clave: Fatiga, resistencia a la velocidad, entrenamiento interválico de alta intensidad, pretemporada, fútbol.

Abstract

Preseason work aims to improve the performance of football players both in terms of the ability to perform maximal efforts and their aerobic and recovery capacity. The aim of this study was to compare the effects of 2 interval-training programs with series of different durations in repeat sprint ability (RSA). Nineteen football players with a mean (\pm SD) age of 20.95 \pm 1.61 years; weight of 68.85 \pm 5.15 kg; height of 176.11 \pm 5.11 cm, and 9.61% \pm 2.42% estimated body fat were randomly assigned to either a speed endurance training (SET) group to perform 2x10 min with 10, 15, and 20 s at 100% of HRmax and 30, 45, and 60 s of recovery ($n = 9$), respectively, or a high-intensity interval training group to perform 4 x 4 min running at 95% of HRmax ($n = 10$). An 8x30 m RSA test with 25 s of active recovery was performed before and after the intervention (10 training sessions) along with the Yo-Yo Intermittent Recovery Test level 1 in the initial evaluation. Both the SET and HIT significantly improved performance ($p < 0.05$) for RSA_{best} (3.12% and 3.59%, respectively) and very significantly improved ($p < 0.01$) RSA_{mean} (3.00% and 3.91%) and RSA_{total} (3.12% and 4.08%), although no significant changes in fatigue index (*Sdec* y *Change*) were obtained. These results demonstrate that both the SET and HIT interventions have proved useful to increase performance in some of the key variables in the RSA test during the preseason.

Key words: Fatigue, speed endurance, high interval training, preseason, football.

Introducción

Existen numerosos trabajos que se han ocupado del análisis de las demandas físicas del fútbol (Bradley et al., 2013; Di Salvo et al., 2007) y del estudio de los métodos que mejoran la condición física del jugador (Ferrari Bravo et al., 2008; McMillan, Helgerud, Macdonald, & Hoff, 2005; Mohr, Krusturup, & Bangsbo, 2003; Stolen, Chamari, Castagna, & Wisloff, 2005). El fútbol es un deporte predominantemente aeróbico (Stolen et al., 2005), donde el 90% de la energía es facilitada por este metabolismo (Hoff, Wisloff, Engen, Kemi, & Helgerud, 2002), sin embargo la existencia de sprints y esfuerzos de alta intensidad dan relevancia a la vía anaeróbica (Sporis, Ruzic, & Leko, 2008). Muchos de estos esfuerzos preceden a las situaciones decisivas del juego (Dupont, Millet, Guinhouya, & Berthoin, 2005; Oliver, Armstrong, & Williams, 2007), de manera que la capacidad para repetirlos sin perder eficacia, es clave para que el jugador tenga éxito en la competición (Patton, Hopkins, & Vollebregt, 2001).

El entrenamiento de la resistencia aeróbica parece ser un factor imprescindible para el rendimiento del futbolista (Faude, Koch, & Meyer, 2012), sin olvidar que los ejercicios de velocidad deben ocupar tiempo en la preparación del jugador (Little & Williams, 2005). La literatura actual no determina qué estrategia es la idónea para mejorar esta doble dimensión, puesto que se han analizado intervenciones basadas en *small-sided games* (Chamari et al., 2005; Hill-Haas, Coutts, Rowsell, & Dawson, 2009; McMillan et al., 2005), programas de fuerza explosiva (Buchheit, Méndez-Villanueva, Delhomel, Brughelli, & Ahmaidi, 2010) y protocolos genéricos sin balón (Dupont, Akakpo, & Berthoin, 2004; Edge, Bishop, Goodman, & Dawson, 2005; Ferrari Bravo et al., 2008; Helgerud, Engen, Wisloff, & Hoff, 2001; Impellizzeri et al., 2008; Sporis et al., 2008).

Concretamente se han analizado diferentes protocolos basados en entrenamientos de alta intensidad en el fútbol (Iaia, Rampinini, & Bangsbo, 2009) tanto en el periodo de pretemporada (Faude, Schnittker, Schulte-Zurhausen, Muller, & Meyer, 2013), como durante la propia competición (Dupont et al., 2004) e incluso en el periodo de transición (Slettalokken & Ronnestad, 2014), tanto en hombres (Ingebrigtsen, Shalfawi, Tonnessen, Krusturup, & Holtermann, 2013) como en mujeres (Bishop, Edge, Thomas, & Mercier, 2008), destacando que este tipo de entrenamiento obtiene mejoras en VO_{2max} (Helgerud et al., 2007) y la resistencia anaeróbica (Sporis, Ruzic, & Leko, 2008), pero sin modificaciones en el RSA (Ferrari Bravo et al., 2008).

El carácter acíclico del fútbol obliga al jugador a prepararse para realizar diversos esfuerzos que se repiten en el tiempo de partido (Dupont et al., 2004), normalmente con la exigencia de ser ejecutados con una intensidad máxima (Weston et al., 2011). La capacidad para repetir acciones de alta intensidad, combinadas con otras actividades de recuperación se denomina *repeat-sprint ability* (RSA) (Mujika, Santisteban, Impellizzeri, & Castagna, 2009). Esta es una capacidad compleja, determinante del éxito en deportes de equipo (Oliver et al., 2007), y que puede ser utilizada como indicador del nivel del futbolista (Bradley et al., 2009).

Los mecanismos responsables del rendimiento en RSA están asociados con la excitabilidad muscular (Perrey, Racinais, Saimouaa, & Girard, 2010), por limitaciones en el aporte energético y acumulación de metabolitos (Spencer, Dawson, Goodman, Dascombe, & Bishop, 2008) así como por factores neurales, relacionados con la transmisión de estímulos (Méndez-Villanueva, Hamer, & Bishop, 2008) y el reclutamiento de fibras musculares (Billaut, Basset, & Falgairette, 2005). La repetición de esfuerzos breves pero muy intensos durante el juego también depende de la capacidad de recuperación (Dupont et al., 2005), por lo que es conveniente incidir en la mejora del VO_{2max} (Helgerud et al., 2001; Tomlin & Wenger, 2001) debido a la relación obtenida por algunos estudios entre estos parámetros (Bishop & Edge, 2006; da Silva, Guglielmo, & Bishop, 2010). Además las condiciones ambientales pueden influir en el rendimiento (Ball, Burrows, & Sargeant, 1999). Estos elementos implicados en la fatiga del RSA, pueden ser mejorados a través de carreras sin balón, realizadas a alta intensidad implicando al metabolismo aeróbico o anaeróbico (Dupont et al., 2005). Según la duración de los intervalos hablamos de trabajos de corta duración o "*Speed-Endurance Training*" y de trabajos de larga duración o "*Aerobic High-Intensity Training*" (Iaia et al., 2009).

Los test de campo RSA empleados para la evaluación de la resistencia específica del futbolista han mostrado un gran validez y fiabilidad (Psotta, Blahus, Cochrane, & Martin, 2005; Wragg, Maxwell, & Doust, 2000), junto a una alta reproducibilidad y sensibilidad (Krusturup et al., 2003). Este test además de ser un ejercicio de entrenamiento ideal para el futbolista (Dupont et al., 2005), permitiría predecir su rendimiento en competición, al mostrarse una alta relación entre el tiempo total invertido en realizarlo y la distancia recorrida a alta intensidad durante un partido (Mohr et al., 2003; Rampinini et al., 2007). Los test RSA se basan en la ejecución de desplazamientos cortos (< 40 m), que se repiten un número de veces (entre 8-10 repeticiones como máximo), intercalando una recuperación activa o

pasiva (entre 20-30 segundos) (Girard, Méndez-Villanueva, & Bishop, 2011). El rendimiento se determina mediante valores como el mejor tiempo en un sprint (Impellizzeri et al., 2008), la suma de tiempo invertido en realizar los sprints (Chaouachi et al., 2010; Pyne, Saunders, Montgomery, Hewitt, & Sheehan, 2008) y el tiempo medio de los sprints realizados (Impellizzeri et al., 2008). Además se utilizan índices de fatiga como son el *Sdec* (porcentaje de decrecimiento) (Spencer, Bishop, Dawson, & Goodman, 2005) y el *Change* (diferencia entre primer y último sprint) (Pyne et al., 2008).

El fútbol moderno es físicamente exigente y los futbolistas necesitan una buena aptitud para hacer frente a la diversidad de acciones integradas en el juego (Iaia et al., 2009). La pretemporada es el período en el que más énfasis se pone en mejorar la aptitud física del jugador (Dupont et al., 2004). Para conseguirlo habitualmente se utilizan entrenamientos basados en el volumen, con alto predominio aeróbico que sólo podrá contribuir a pequeñas mejoras en la resistencia específica del futbolista (Sporis et al., 2008). Los entrenamientos basados en la alta intensidad podrían mejorar de forma rápida la capacidad RSA de los jugadores, con lo que ello supondría para la mejora del rendimiento.

El objetivo de este estudio ha sido analizar el efecto sobre el rendimiento en la habilidad para repetir sprints (RSA), de dos protocolos de entrenamiento interválico, uno intensivo de corta duración o "*Speed Endurance Training*" (SET) y otro aeróbico de alta intensidad o "*High Interval Training*" (HIT), realizados durante el período de pretemporada en un equipo de jóvenes futbolistas. Nuestra hipótesis es que ambas modalidades de entrenamiento deberían provocar mejoras en el RSA de los jugadores de fútbol, puesto que esta es una cualidad resultante en la que influyen factores de tipo aeróbico y anaeróbico que serán reforzados con cada tipo de entrenamiento realizado. No obstante, el grupo SET debería mejorar más en variables que se han vinculado al ámbito anaeróbico (tiempo en realizar sprints y tiempo total en realizar los sprints), mientras el grupo HIT debería mejorar en los índices de fatiga por su mayor relación con la vía aeróbica.

Método

Participantes

Diecinueve de veinticinco futbolistas cumplieron los criterios de inclusión establecidos para participar en el estudio: asistir al 90% de las sesiones de entrenamiento y alcanzar valores máximos en los test utilizados para medir el rendimiento. Fueron distribuidos al azar

en dos grupos: SET ($n = 9$) con valores medios \pm SD de $21,1 \pm 2,0$ años de edad; $66,6 \pm 4,4$ kg de peso; $173,6 \pm 3,8$ cm de altura; y $8,6 \pm 7,7\%$ de grasa corporal, y HIT ($n = 10$) con $20,8 \pm 1,1$ años de edad; $70,9 \pm 5,1$ kg de peso; $178,4 \pm 5,2$ cm de altura; y $10,5 \pm 2,7\%$ de grasa corporal.

Todos los jugadores fueron informados del diseño de la investigación y de sus requerimientos, beneficios y riesgos, aportando todos los participantes el consentimiento informado antes de la realización del mismo. El diseño del estudio y su desarrollo se realizó respetando las recomendaciones éticas de la Declaración de Helsinki.

Protocolos de entrenamiento

Los programas de entrenamiento SET y HIT se han aplicado con futbolistas durante las 6 semanas que duraba su período de preparación. Cada grupo realizó 10 entrenamientos con ejercicios de carrera de alta intensidad: 1 sesión en el primer y sexto microciclo, y 2 sesiones en cada una de las restantes semanas. Ambos protocolos se realizaban como parte de la sesión (90 min), justo después de un calentamiento específico de 15 minutos, y antes del trabajo técnico-táctico, común para ambos grupos.

El entrenamiento del grupo SET consistió en la realización de 2 series de 10 minutos, realizando carreras de 10, 15 y 20 segundos al 100% de la frecuencia cardíaca máxima (FC_{max}) seguidas de una recuperación entre esfuerzos de 30, 45 y 60 segundos (60-70% de la FC_{max}), todo ello hasta completar el tiempo de cada serie; al finalizar los primeros 10 minutos de trabajo el jugador recuperaba 4 minutos en carrera al 60-70% de la FC_{max} . Por su parte los jugadores del grupo HIT realizaban 4 series de 4 minutos de carrera al 90% de la FC_{max} ; la recuperación entre intervalos de esfuerzo fue de 3 minutos, corriendo al 60-70% de la FC_{max} .

Las carreras de alta intensidad se realizaron con el calzado y equipación habitual del futbolista, dentro de un campo de fútbol de hierba artificial. La intensidad de los ejercicios fue controlada a través de pulsómetros Polar® RS400 (Polar® Electro Oy, Finland) que monitorizaban la frecuencia cardíaca individual (Helgerud et al., 2001). Los jugadores debían ajustar su ritmo de desplazamiento y la recuperación al porcentaje de la FC_{max} establecido para cada método y para cada sujeto. La FC_{max} individual fue obtenida con el "*Yo-Yo Intermittent Recovery test level 1*" (Yo-Yo IR1) realizado a los jugadores 2 días antes de la primera sesión de la intervención correspondiente.

Antes del Yo-Yo IR1, en una sala habilitada para la toma de medidas antropométricas, se registró el peso,

talla y 6 pliegues cutáneos (Harpenden® John Bull, British Indicators Ltd, Inglaterra; precisión de 0,2 mm). En esta sesión se obtuvo el porcentaje (%) de grasa corporal estimada según la ecuación de Yuhasz (1974), donde % grasa = $0,1051 \times \text{sumX} + 2,585$ (sumX = tricípital, subescapular, iliaco, abdominal, muslo y pierna) de cada futbolista.

Yo-Yo Intermittent Recovery test level 1

El test Yo-Yo IR1 es una prueba desarrollada a una intensidad progresivamente creciente hasta la fatiga y de carácter intermitente que consiste en realizar carreras de ida y vuelta (2x20 m) con un aumento progresivo de la velocidad, controlada por los pitidos de audio grabados en un CD y amplificadas por unos altavoces Sony ENG203®. Entre cada una de las carreras los sujetos disponen de un descanso activo de 10 s que consta de 2x5 m caminando. El test finaliza cuando los sujetos no pueden mantener la velocidad requerida o bien cuando por dos veces consecutivas no logran llegar a la meta (Krustrup et al., 2003). Durante la realización del test los jugadores portaban un pulsómetro (Polar® Team System-2 (Finland)) para registrar su frecuencia cardiaca. La información recogida por la banda podía verse en todo momento en un ordenador portátil (Ordenador Acer® TravelMater 5720) con el software específico Polar-Team2. La FC, el palier y la distancia total recorrida fueron registrados. La distancia recorrida por el futbolista en el test fue empleada para el cálculo indirecto del $\text{VO}_{2\text{max}}$ ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) a través de la fórmula, $\text{VO}_{2\text{max}} = \text{distancia (m)} \times 0,0084 + 36,4$ (Bangsbo, Iaia, & Krustrup, 2008).

Repeat Sprint Ability

Después de un calentamiento estandarizado de 12 minutos (carrera de baja intensidad, movilidad articular y 2 sprints de 30-m realizados a intensidad submáxima) los jugadores realizaban un test RSA consistente en 8 sprints de 30 m a máxima velocidad, saliendo desde 0,5 m antes (Chaouachi et al., 2010) de la primera fotocélula (DSD Láser System®, con software Sport Test (v3.2.1)), con 25 s de recuperación activa entre cada sprint, siendo este realizado con la indumentaria y en el campo habitual de entrenamiento. Los indicadores de rendimiento en esta prueba se consiguen por medio del registro del mejor tiempo de sprint ($\text{RSA}_{\text{mejor}}$), el peor tiempo (RSA_{peor}), la suma del tiempo empleado en realizar los 8 sprints ($\text{RSA}_{\text{total}}$) y el tiempo medio correspondiente a los 8 sprints ($\text{RSA}_{\text{media}}$). Como índices de fatiga asociados con la capacidad de repetir esfuerzos máximos se calcularon el índice de

decrecimiento (S_{dec}) (Spencer et al., 2005) determinado con la ecuación:

$$\text{RSA}_{S_{\text{dec}}} = \left(\left(\frac{\text{RSA}_{\text{total}}}{\text{RSA}_{\text{mejor}} \times 8} \right) \times 100 \right) - 100$$

También se utilizó como índice de fatiga el *Change* (Pyne et al., 2008) que relaciona el tiempo entre el primer y último sprint por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{RSA}_{\text{change}} = \left(\frac{\text{RSA}_{\text{ultimo}} - \text{RSA}_{\text{primero}}}{\text{RSA}_{\text{primero}}} \right) \times 100$$

Análisis estadístico

Antes de usar los test paramétricos, la condición de normalidad fue verificada utilizando Shapiro-Wilk W-test. Se hallaron la media y desviación estándar ($\pm SD$) para cada una de las variables analizadas. Las diferencias entre el grupo SET y HIT tanto antes como después de la pretemporada fueron analizadas mediante la prueba T Student para muestras independientes con un intervalo de confianza del 95%, para comparar los resultados de la evaluación inicial, pretendiendo constatar la igualdad de los dos grupos al inicio del trabajo. Se utilizó la prueba T de Student para muestras relacionadas en cada uno de los grupos para determinar los efectos de los programas de entrenamiento. Se estableció un nivel de significación de $p < 0,05$. El análisis estadístico se realizó usando el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS para Windows v.17.0, SPSS, Inc., Chicago, IL. USA).

Resultados

El test de Shapiro-Wilk W-test indica que se debe aceptar la normalidad de la muestra, para las variables estudiadas, puesto que en todos los casos se obtuvo una $p > 0,05$. La prueba T Student reveló que no existían diferencias significativas entre grupos en ninguna de las variables analizadas en el Yo-Yo IR1 (Tabla 1).

Tabla 1. Valores medios y desviación estándar ($\pm SD$) en las variables analizadas en el Yo-Yo IR1 test en los grupos "Speed Endurance Training" (SET) y "High Interval Training" (HIT).

	SET (n = 9)	HIT (n = 10)
FC _{max} (ppm)	189,57 \pm 4,42	192,20 \pm 6,22
Distancia Recorrida (m)	1.940,00 \pm 318,43	1.768,00 \pm 388,63
Paliers completados	18,6 \pm 1,0	18,0 \pm 1,2
VO _{2max} ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)	52,32 \pm 2,59	51,25 \pm 3,26

*Diferencias significativas entre grupos.

Niveles de significación * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

Tabla 2. Valores medios y desviación estándar (\pm SD) en las variables analizadas en el test RSA antes y después de seis semanas de pretemporada en los grupos "Speed Endurance Training" (SET) y "High Interval Training" (HIT).

	SET (n = 9)		HIT (n = 10)	
	Antes	Después	Antes	Después
RSA _{mejor} (s)	4,17 \pm 0,16	4,04 \pm 0,19 *	4,18 \pm 0,18	4,03 \pm 0,16 *
RSA _{media} (s)	4,33 \pm 0,18	4,20 \pm 0,18 **	4,35 \pm 0,19	4,18 \pm 0,16 **
RSA _{total} (s)	34,65 \pm 1,42	33,57 \pm 1,43 **	34,83 \pm 1,53	33,41 \pm 1,29 **
RSA _{peor} (s)	4,48 \pm 0,23	4,35 \pm 0,21	4,51 \pm 0,21	4,32 \pm 0,19 *
Sdec (%)	3,91 \pm 2,92	3,98 \pm 2,66	4,10 \pm 1,25	3,70 \pm 2,39
Change (%)	7,53 \pm 5,94	7,87 \pm 4,16	7,80 \pm 1,83	7,32 \pm 4,66

* Diferencias significativas entre antes y después en cada grupo. Niveles de significación* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

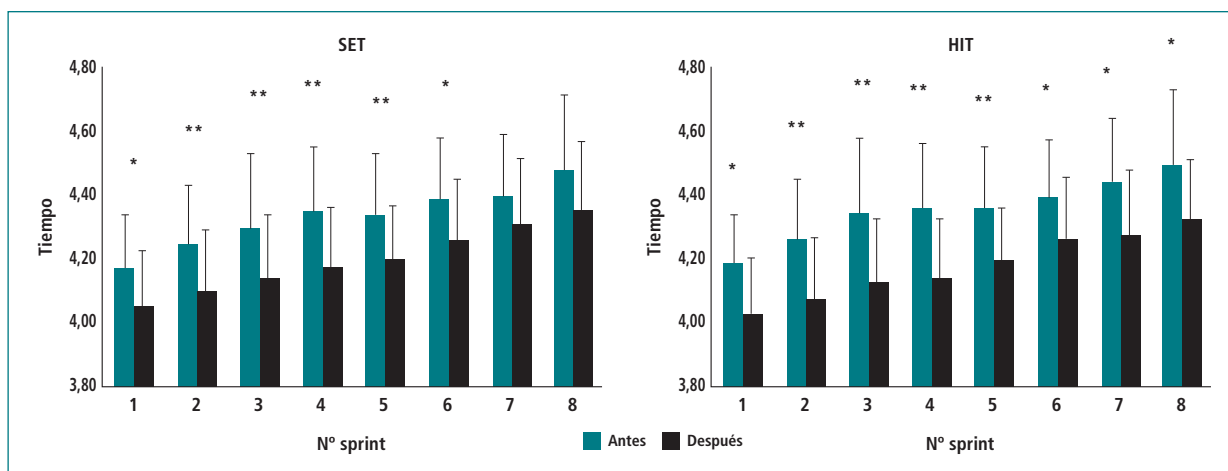


Figura 1. Tiempo empleado en cada sprint en un test RSA 8x30 m con 25 s de recuperación activa antes y después de una intervención de "Speed endurance training" (SET) y "High interval training" (HIT). Diferencias significativas entre la evaluación antes y después en cada uno de los sprints. Niveles de significación * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$.

Los resultados obtenidos por cada uno de los grupos en el test RSA antes y después de la intervención se muestran en la Tabla 2.

Los análisis estadísticos descriptivos revelan que tanto SET como HIT ven incrementado su rendimiento de forma significativa ($p < 0,05$) en RSA_{mejor} (3,12% y 3,59% respectivamente) y muy significativamente ($p < 0,01$) en RSA_{media} (3,00% y 3,91%) y RSA_{total} (3,12% y 4,08%). A pesar de no obtener diferencias significativas en los índices de fatiga (*Sdec* y *Change*) se puede observar como el grupo SET empeora ambos índices tras la intervención, mientras que el grupo HIT los mejora.

El tiempo empleado por cada grupo (SET y HIT) antes y después de una intervención de 6 semanas en el periodo precompetitivo, en cada uno de los 8 sprints que conforman el test RSA es comparado en la Figura 1. El grupo SET mejora el tiempo de sprint de forma significativa en las 6 primeras repeticiones, mientras que el grupo HIT obtiene una mejora en los 8 esfuerzos que conforman la prueba de sprints repetidos utilizada en el estudio.

Discusión

El estudio del RSA está recibiendo una considerable atención por parte de los investigadores y profesionales del deporte, interesados en la cuantificación de este aspecto en los deportes colectivos (Billaut & Bishop, 2009; Dupont et al., 2005; Mujika, Spencer, Santisteban, Goiriena, & Bishop, 2009; Pyne et al., 2008; Spencer, Pyne, Santisteban, & Mujika, 2011) debido a que es considerado un factor de rendimiento (Bishop, Girard, & Méndez-Villanueva, 2011) y un importante indicador del nivel de condición física en disciplinas como el fútbol (Rampinini et al., 2007; Stolen et al., 2005). La capacidad para realizar esfuerzos a alta intensidad guarda una estrecha relación con el nivel competitivo del jugador (Dupont et al., 2005), por lo que gran parte del interés en el ámbito del entrenamiento se ha centrado en descubrir qué protocolos pueden resultar más eficaces para mejorar el rendimiento del futbolista en relación a esta capacidad (Ferrari Bravo et al., 2008; Impellizzeri et al., 2008). Así se ha estudiado la eficacia de entrenamientos de fuerza explosiva (Buchheit

et al., 2010), se han comparado protocolos genéricos con específicos (Hill-Haas et al., 2009), métodos interválicos aeróbicos de alta intensidad y trabajos basados en los sprints repetidos (Ferrari Bravo et al., 2008), e incluso evaluado estrategias de suplementación ergogénica basadas en la ingesta de cafeína (Carr, Dawson, Schneiker, Goodman, & Lay, 2008), creatina (Preen Preen et al., 2002) o beta-alanina (Sweeney, Wright, Glenn Brice, & Doberstein, 2010). La utilidad de estas intervenciones se ha podido comprobar con la aplicación de test RSA, que en su mayoría son pruebas de campo que utilizan fotocélulas para registrar el tiempo invertido en realizar múltiples sprints, quedando el rendimiento determinado por una disminución en el tiempo empleado en realizar los sprints (Méndez-Villanueva et al., 2008).

Los resultados de nuestro estudio muestran una mejora significativa en los parámetros descriptores del test RSA en ambos grupos, alcanzándose valores en los indicadores de rendimiento absolutos (RSA_{mejor} $4,17 \pm 0,17$ s; RSA_{media} $4,34 \pm 0,41$ s; RSA_{total} $34,74 \pm 0,33$ s) cercanos a los obtenidos en otros estudios anteriores (Chaouachi et al., 2010; Faude et al., 2013) que utilizaron protocolos similares con sujetos de semejantes características. Por otra parte los índices de fatiga obtenidos por nuestros sujetos ($4,01 \pm 2,14\%$ *Sdec* y $6,03 \pm 0,7\%$ *Change*) son más elevados que los obtenidos por estudios anteriores ($3,8 \pm 2,14\%$ *Sdec* y $6,03 \pm 0,7\%$ *Change*) (Pyne et al., 2008). Estas diferencias podrían estar influidas por el tipo de protocolo utilizado (Thebault, Leger, & Passelegue, 2011), en concreto por el mayor número de repeticiones empleadas en nuestro test RSA (8 vs. 7 sprints), además del diferente nivel de VO_{2max} de los jugadores. Los datos obtenidos por los futbolistas en el Yo-Yo IR1 ($1.824,44 \pm 351,17$ m) son menores que los obtenidos por estudios anteriores con jugadores de edad similar (Chaouachi et al., 2010; Markovic & Mikulic, 2011) observándose un VO_{2max} ($51,73 \pm 2,95$ ml·kg⁻¹·min⁻¹) menor al mostrado por la literatura para futbolistas de similar categoría (Aziz, Chia, & Teh, 2000; da Silva et al., 2010; Helgerud et al., 2001; Pyne et al., 2008). Esto sustenta el argumento de que los bajos resultados obtenidos en la evaluación inicial se deben al nivel del equipo y no tanto al tipo de prueba realizada.

Uno de los objetivos del entrenamiento debe ser mejorar estos valores, puesto que el VO_{2max} está relacionado con la distancia cubierta durante el partido (Helgerud et al., 2001) y con el número de sprints que un jugador es capaz de realizar a lo largo del juego (Hoff et al., 2002). Una mejora del VO_{2max} modificaría de forma positiva los índices de fatiga del jugador (Dupont et al., 2005).

La mejora de las variables absolutas tras la aplicación de los programas de intervención, es un aspecto muy importante, puesto que RSA_{mejor} , RSA_{media} y RSA_{total} se consideran parámetros determinantes del rendimiento en deportes colectivos como el fútbol (Girard et al., 2011).

En concreto, y aunque otros estudios consideran el índice de fatiga *Sdec* como el mejor indicador de rendimiento en test RSA (Glaister, 2005), es interesante la mejora del RSA_{total} por ser la variable de mayor fiabilidad para describir la habilidad para repetir esfuerzos máximos (Pyne et al., 2008).

El comportamiento de las variables de rendimiento obtenido después de los protocolos de intervención de este estudio, concretamente los resultados del grupo SET, contradice lo encontrado en trabajos anteriores (Ingebrigtsen et al., 2013), donde el entrenamiento habitual se suplementó con series de similar duración e intensidad, sin obtener mejoras significativas en el RSA.

El nivel de condición física del futbolista, y el momento de la temporada en el que se aplica el protocolo, pueden hacer que la respuesta a la carga de resistencia a la velocidad sea diferente a lo indicado en otros estudios. Así nuestro protocolo SET aplicado en pretemporada, con jugadores en situación de bajo rendimiento deportivo ha sido una carga óptima para mejorar las variables absolutas del test RSA. Pero este programa de entrenamiento durante el período de competición, con los jugadores adaptados a los estímulos de entrenamiento específico puede no ser suficiente (Ingebrigtsen et al., 2013). De la misma forma, con respecto al entrenamiento aeróbico de alta intensidad, aunque nuestros resultados señalan la validez del protocolo HIT, algunos trabajos indican que no se obtienen mejoras en el RSA (Ferrari Bravo et al., 2008; Hill-Haas et al., 2009). Parece que cuando se trata de cargas aeróbicas, el ciclo de trabajo y las adaptaciones conseguidas en los futbolistas a los que va dirigida la intervención, condicionan la adaptación al entrenamiento.

A pesar de la importancia de los resultados obtenidos en la aplicación de los programas SET y HIT, no se cumple lo establecido como hipótesis del estudio, puesto que se había planteado una mejora selectiva en las diferentes variables del test RSA en función del tipo de entrenamiento desarrollado. Mientras se ha cuestionado la relación entre la cualidad aeróbica y la habilidad para repetir esfuerzos máximos (Castagna et al., 2008; Chaouachi et al., 2010; Pyne et al., 2008) otros estudios han obtenido correlaciones positivas entre ambos parámetros (Aziz et al., 2000; da Silva et al., 2010). La literatura al respecto matiza que el

componente aeróbico tiene su importancia en el rendimiento RSA cuando se integra junto a factores de tipo anaeróbico (Bishop et al., 2011; Bishop & Spencer, 2004; da Silva et al., 2010; Thebault et al., 2011). Las mejoras ligadas a la vía anaeróbica, que en nuestro trabajo quedan representadas por el grupo que entrenó con el programa SET, se manifiestan en la mejora del RSA_{media} (Jacobs, Esbjornsson, Sylven, Holm, & Jansson, 1987).

Por su parte, los estímulos aeróbicos vinculados al programa HIT deberían haber incidido especialmente en el descenso de los índices de fatiga (Bishop et al., 2011). La mejora de la potencia aeróbica provocada por este tipo de entrenamiento debería haber hecho más pequeña la pérdida de velocidad entre el primer y último sprint (Dupont et al., 2005), y por tanto haberse visto mejorados el *Sdec* y el *Change*. Sin embargo esto no ha ocurrido, y en la línea de otros estudios (Hill-Haas et al., 2009), no se ha encontrado una mayor incidencia del entrenamiento aeróbico sobre estas variables. Únicamente se observa una tendencia en el grupo HIT a mejorar los valores *Sdec* y *Change*. Este es un tema controvertido pues el entrenamiento para la mejora de los índices de fatiga no está bien definido en la literatura. Existen estudios en los que se han obtenido buenos resultados con protocolos de entrenamiento basados en trabajos de resistencia a la velocidad (Buchheit et al., 2010; Mohr et al., 2007), entrenamientos de fuerza (Hill-Haas, Bishop, Dawson, Goodman, & Edge, 2007), pero también, programas específicos basados en las tareas del tipo “*small sided games*”, no consiguieron buenos resultados (Hill-Haas et al., 2009).

Las adaptaciones vinculadas al entrenamiento aeróbico permiten que para una misma intensidad de esfuerzo, se incremente la contribución de las grasas como sustrato energético, reduciendo la participación de la glucólisis anaeróbica (Iaia et al., 2009). Esto permitiría, por una parte, que los últimos sprints pudieran realizarse con una menor acumulación de metabolitos (Dupont et al., 2005), y por otro lado que se ahorrase glucógeno muscular (Ross & Leveritt, 2001) ocasionando una menor fatiga y por lo tanto un mayor rendimiento (Girard et al., 2011). Dada la relación de ambos factores con los esfuerzos de alta intensidad, podemos interpretar que estas adaptaciones conseguirán mejorar los resultados en una prueba RSA (Girard et al., 2011), y optimizar la participación del futbolista en competición (Bangsbo, Mohr, & Krstrup, 2006). De hecho algunos estudios han observado que un programa de entrenamiento HIT incrementa la distancia recorrida a alta intensidad durante el partido (Ferrari Bravo et al., 2008), evitando el descenso de este tipo

de esfuerzos durante la segunda parte (Mohr et al., 2003), y por lo tanto retrasando la aparición de la fatiga en el futbolista (Bangsbo et al., 2006; Mohr, Krstrup, & Bangsbo, 2005). Además estos entrenamientos han mejorado los índices de rendimiento relativos a pruebas específicas de evaluación de la condición física como el “*Yo-Yo Intermittent Recovery Test level 1*” o el “*RSA Test*” (Impellizzeri et al., 2008; Krstrup et al., 2003; Rampinini et al., 2007).

Analizando el tiempo invertido en realizar cada uno de los 8 sprints de los que consta el test RSA empleado, antes y después de cada intervención, observamos que los futbolistas del entrenamiento SET mejoran de forma significativa los 6 primeros esfuerzos, mientras que los jugadores del grupo HIT lo hacen en todas las repeticiones del test. Programas de entrenamiento aeróbico de alta intensidad similares al nuestro han obtenido mejoras del VO_{2max} (Helgerud et al., 2001), que podrían afectar a la capacidad de recuperación del futbolista (Ostojic, Stojanovic, & Calleja-Gonzalez, 2011), y reducir la pérdida de rendimiento que ocurre a medida que se desarrollan los sprints en un test RSA (Aziz et al., 2000). La menor pérdida de velocidad asociada a la mejora del VO_{2max} (Dupont et al., 2005), podría ser la razón por la que los jugadores del grupo HIT mejoren de forma significativa el tiempo en los 8 esfuerzos realizados. Por otra parte, la fatiga asociada a este tipo de esfuerzos se ha relacionado con la acumulación de lactato (Thomas, Sirvent, Perrey, Raynaud, & Mercier, 2004), junto a la presencia aumentada de H^+ (Glaister, 2005), y el agotamiento de la fosfocreatina del músculo (Gaitanos, Williams, Boobis, & Brooks, 1993). La mejora del VO_{2max} retrasará la intervención del metabolismo glucolítico y con ello la producción de lactato (Tomlin & Wenger, 2001). La acumulación de este elemento estará condicionada por la resistencia aeróbica, ya que esta capacidad regula los procesos de oxidación de lactato en las fibras lentas durante las fases de recuperación y da mayor protagonismo a la fosforilación oxidativa como vía para la resíntesis de ATP (Dupont et al., 2004).

El entrenamiento SET también tiene una relativa influencia sobre el rendimiento aeróbico pero sobre todo en el anaeróbico (Rodas, Ventura, Cadefau, Cusso, & Parra, 2000). Esto es muy importante para los entrenadores puesto que con ejercicios de poca duración se puede conseguir una mejora múltiple del rendimiento (Dupont et al., 2005). En concreto, en relación al RSA este tipo de entrenamiento y su influencia sobre la potencia aeróbica reducirá el déficit de oxígeno y con ello minimizará el descenso de la concentración de fosfocreatina (Dupont et al., 2005), lo que unido a la mejora de factores de tipo neuromuscular (Méndez-

Villanueva, Hamer, & Bishop, 2007), debería ser determinante para la mejora del rendimiento en los primeros sprints. Las cargas de entrenamiento aplicadas en nuestro programa SET han conseguido que los futbolistas incrementen la diferencia entre los tiempos del pre-test y el post-test durante las primeras repeticiones, pero en la misma medida que lo han hecho los del grupo HIT. Observando nuestros resultados quizás el protocolo empleado para evaluar los cambios producidos en el RSA (Dupont et al., 2005; Thebault et al., 2011), el escaso número de sesiones de entrenamiento utilizadas o la biotipología muscular de los futbolistas, hayan condicionado los resultados obtenidos.

Conclusiones

Protocolos tanto de entrenamiento de resistencia a la velocidad como de entrenamiento aeróbico de alta intensidad, introducidos en el trabajo de pretemporada cuando el nivel de condición física de los futbolistas es menor, se han mostrado útiles para mejorar el rendimiento en la habilidad para repetir esfuerzos máximos (test RSA), mejorando significativamente, los tiempos de sprint y no los índices de fatiga. No obstante, la respuesta de las variables estudiadas puede estar condicionada por el momento de la temporada, el estado de condición física y el nivel de los futbolistas empleados.

BIBLIOGRAFÍA

- Aziz, A. R., Chia, M., & Teh, K. C. (2000). The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field hockey and soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40(3), 195-200.
- Ball, D., Burrows, C., & Sargeant, A. J. (1999). Human power output during repeated sprint cycle exercise: the influence of thermal stress. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 79(4), 360-366.
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Medicine*, 38(1), 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), 665-674.
- Billaut, F., Basset, F. A., & Falgairette, G. (2005). Muscle coordination changes during intermittent cycling sprints. *Neuroscience Letters*, 380(3), 265-269.
- Billaut, F., & Bishop, D. (2009). Muscle fatigue in males and females during multiple-sprint exercise. *Sports Medicine*, 39(4), 257-278.
- Bishop, D., & Edge, J. (2006). Determinants of repeated-sprint ability in females matched for single-sprint performance. *European Journal of Applied Physiology*, 97(4), 373-379.
- Bishop, D., Girard, O., & Méndez-Villanueva, A. (2011). Repeated-sprint ability - part II: Recommendations for training. *Sports Medicine*, 41(9), 741-756.
- Bishop, D., & Spencer, M. (2004). Determinants of repeated-sprint ability in well-trained team-sport athletes and endurance-trained athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(1), 1-7.
- Bradley, P. S., Carling, C., Gomez Diaz, A., Hood, P., Barnes, C., Ade, J., Mohr, M. (2013). Match performance and physical capacity of players in the top three competitive standards of English professional soccer. *Human Movement Science*, 32(4), 808-821.
- Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 159-168.
- 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. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2715-2722.
- Carr, A., Dawson, B., Schneiker, K., Goodman, C., & Lay, B. (2008). Effect of caffeine supplementation on repeated sprint running performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(4), 472-478.
- Castagna, C., Abt, G., Manzi, V., Annino, G., Padua, E., & D'Ottavio, S. (2008). Effect of recovery mode on repeated sprint ability in young basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 923-929.
- Chamari, K., Hachana, Y., Kaouech, F., Jeddi, R., Moussa-Chamari, I., & Wisloff, U. (2005). Endurance training and testing with the ball in young elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 39(1), 24-28.
- Chaouachi, A., Manzi, V., Wong del, P., Chaalali, A., Laurencelle, L., Chamari, K., & Castagna, C. (2010). Intermittent endurance and repeated sprint ability in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2663-2669.
- da Silva, J. F., Guglielmo, L. G., & Bishop, D. (2010). Relationship between different measures of aerobic fitness and repeated-sprint ability in elite soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(8), 2115-2121.
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F. J., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 222-227.
- Dupont, G., Akakpo, K., & Berthoin, S. (2004). The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 584-589.
- 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.
- Edge, J., Bishop, D., Goodman, C., & Dawson, B. (2005). Effects of high - and moderate - intensity training on metabolism and repeated sprints. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(11), 1975-1982.
- Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of Sports Sciences*, 30(7), 625-631.
- Faude, O., Schnitzler, R., Schulte-Zurhausen, R., Muller, F., & Meyer, T. (2013). High intensity interval training vs. high-volume running training during pre-season conditioning in high-level youth football: A cross-over trial. *Journal of Sports Sciences*, 31(13), 1441-1450.
- Ferrari Bravo, D., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., & Wisloff, U. (2008). Sprint vs. interval training in football. *International Journal of Sports Medicine*, 29(8), 668-674.
- Gaitanos, G. C., Williams, C., Boobis, L. H., & Brooks, S. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *Journal of Applied Physiology*, 75(2), 712-719.
- Girard, O., Méndez-Villanueva, A., & Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability - part I: Factors contributing to fatigue. *Sports Medicine*, 41(8), 673-694.
- Glaister, M. (2005). Multiple sprint work : Physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports Medicine*, 35(9), 757-777.
- Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(11), 1925-1931.
- Helgerud, J., Hoydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., ... Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO_{2max} more than moderate training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(4), 665-671.
- Hill-Haas, S., Bishop, D., Dawson, B., Goodman, C., & Edge, J. (2007). Effects of rest interval during high-repetition resistance training on strength, aerobic fitness, and repeated-sprint ability. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 619-628.

- Hill-Haas, S. V., Coutts, A. J., Rowsell, G. J., & Dawson, B. T. (2009). Generic versus small-sided game training in soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(9), 636-642.
- Hoff, J., Wisloff, U., Engen, L. C., Kemi, O. J., & Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*, 36(3), 218-221.
- Iaia, F. M., Rampinini, E., & Bangsbo, J. (2009). High-intensity training in football. [Review]. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4(3), 291-306.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., 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., Rampinini, E., Maffiuletti, N. A., Castagna, C., Bizzi, M., & Wisloff, U. (2008). Effects of aerobic training on the exercise-induced decline in short-passing ability in junior soccer players. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 33(6), 1192-1198.
- Ingebrigtsen, J., Shalfawi, S. A., Tonnessen, E., Krusturup, P., & Holtermann, A. (2013). Performance effects of 6 weeks of aerobic production training in junior elite soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(7), 1861-1867.
- Jacobs, I., Esbjornsson, M., Sylven, C., Holm, I., & Jansson, E. (1987). Sprint training effects on muscle myoglobin, enzymes, fiber types, and blood lactate. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19(4), 368-374.
- Krusturup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., ...Bangsbo, J. (2003). The yo-yo intermittent recovery test: Physiological response, reliability, and validity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(4), 697-705.
- Little, T., & Williams, A. G. (2005). Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 76-78.
- Markovic, G., & Mikulic, P. (2011). Discriminative ability of the Yo-Yo intermittent recovery test (level 1) in prospective young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(10), 2931-2934.
- McMillan, K., Helgerud, J., Macdonald, R., & Hoff, J. (2005). Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 39(5), 273-277.
- Méndez-Villanueva, A., Hamer, P., & Bishop, D. (2007). Physical fitness and performance. Fatigue responses during repeated sprints matched for initial mechanical output. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(12), 2219-2225.
- Méndez-Villanueva, A., Hamer, P., & Bishop, D. (2008). Fatigue in repeated-sprint exercise is related to muscle power factors and reduced neuromuscular activity. *European Journal of Applied Physiology*, 103(4), 411-419.
- Mohr, M., Krusturup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519-528.
- Mohr, M., Krusturup, P., & Bangsbo, J. (2005). Fatigue in soccer: A brief review. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 593-599.
- Mohr, M., Krusturup, P., Nielsen, J. J., Nybo, L., Rasmussen, M. K., Juel, C., & Bangsbo, J. (2007). Effect of two different intense training regimens on skeletal muscle ion transport proteins and fatigue development. *American Journal of Physiology Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 292(4), 1594-1602.
- Mujika, I., Santisteban, J., Impellizzeri, F. M., & Castagna, C. (2009). Fitness determinants of success in men's and women's football. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 107-114.
- Mujika, I., Spencer, M., Santisteban, J., Goirieta, J. J., & Bishop, D. (2009). Age-related differences in repeated-sprint ability in highly trained youth football players. *Journal of Sports Sciences*, 27(14), 1581-1590.
- Oliver, J. L., Armstrong, N., & Williams, C. A. (2007). Reliability and validity of a soccer-specific test of prolonged repeated-sprint ability. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(2), 137-149.
- Ostojic, S. M., Stojanovic, M. D., & Calleja-Gonzalez, J. (2011). Ultra short-term heart rate recovery after maximal exercise: relations to aerobic power in sportsmen. *Chinese Journal of Physiology*, 54(2), 105-110.
- Paton, C. D., Hopkins, W. G., & Vollebregt, L. (2001). Little effect of caffeine ingestion on repeated sprints in team-sport athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(5), 822-825.
- Perrey, S., Racinais, S., Saimoua, K., & Girard, O. (2010). Neural and muscular adjustments following repeated running sprints. *European Journal of Applied Physiology*, 109(6), 1027-1036.
- Preen, D., Dawson, B., Goodman, C., Lawrence, S., Beilby, J., & Ching, S. (2002). Pre-exercise oral creatine ingestion does not improve prolonged intermittent sprint exercise in humans. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(3), 320-329.
- Psotta, R., Blahus, P., Cochrane, D. J., & Martin, A. J. (2005). The assessment of an intermittent high intensity running test. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45(3), 248-256.
- Pyne, D. B., Saunders, P. U., Montgomery, P. G., Hewitt, A. J., & Sheehan, K. (2008). Relationships between repeated sprint testing, speed, and endurance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1633-1637.
- Rampinini, E., Bishop, D., Marcora, S. M., Ferrari Bravo, D., Sassi, R., & Impellizzeri, F. M. (2007). Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 228-235.
- Rodas, G., Ventura, J. L., Cadefau, J. A., Cusso, R., & Parra, J. (2000). A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobic metabolism. *European Journal of Applied Physiology*, 82(5), 480-486.
- Ross, A., & Leveritt, M. (2001). Long-term metabolic and skeletal muscle adaptations to short-sprint training: implications for sprint training and tapering. *Sports Medicine*, 31(15), 1063-1082.
- Slettalokken, G., & Ronnestad, B. R. (2014). High intensity interval training every second week maintains VO2max in soccer players during off-season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(7), 1946-1951.
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Medicine*, 35(12), 1025-1044.
- Spencer, M., Dawson, B., Goodman, C., Dascombe, B., & Bishop, D. (2008). Performance and metabolism in repeated sprint exercise: effect of recovery intensity. *European Journal of Applied Physiology*, 103(5), 545-552.
- Spencer, M., Pyne, D., Santisteban, J., & Mujika, I. (2011). Fitness determinants of repeated-sprint ability in highly trained youth football players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(4), 497-508.
- Sporis, G., Ruzic, L., & Leko, G. (2008). The anaerobic endurance of elite soccer players improved after a high-intensity training intervention in the 8-week conditioning program. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 559-566.
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer: An update. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536.
- Sweeney, K. M., Wright, G. A., Glenn Brice, A., & Doberstein, S. T. (2010). The effect of beta-alanine supplementation on power performance during repeated sprint activity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(1), 79-87.
- Thebault, N., Leger, L. A., & Passelergue, P. (2011). Repeated-sprint ability and aerobic fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(10), 2857-2865.
- Thomas, C., Sirvent, P., Perrey, S., Raynaud, E., & Mercier, J. (2004). Relationships between maximal muscle oxidative capacity and blood lactate removal after supramaximal exercise and fatigue indexes in humans. *Journal of Applied Physiology*, 97(6), 2132-2138.
- Tomlin, D. L., & Wenger, H. A. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Medicine*, 31(1), 1-11.
- Weston, M., Batterham, A. M., Castagna, C., Portas, M. D., Barnes, C., Harley, J., & Lovell, R. J. (2011). Reduction in physical match performance at the start of the second half in elite soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(2), 174-182.
- Wragg, C. B., Maxwell, N. S., & Doust, J. H. (2000). Evaluation of the reliability and validity of a soccer-specific field test of repeated sprint ability. *European Journal of Applied Physiology*, 83(1), 77-83.
- Yuhasz, M. S. (1974). *Physical fitness manual*. Londres: Ontario.