

## Evolución del rendimiento aeróbico y anaeróbico en futbolistas profesionales tras la pretemporada

### Aerobic and anaerobic performance variation in professional soccer players after preseason

Javier Yanci Irigoyen<sup>1</sup>, Asier Los Arcos Larumbe<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad del País Vasco, UPV/EHU. España.

<sup>2</sup> Club Atlético Osasuna. España.

#### CORRESPONDENCIA:

Javier Yanci Irigoyen

javier.yanci@ehu.es

Recepción: mayo 2013 • Aceptación: septiembre 2013

#### Resumen

El objetivo del estudio fue conocer los cambios producidos desde el inicio de la pretemporada hasta el inicio de la competición de Liga en distintas cualidades físicas de futbolistas profesionales. La capacidad de aceleración (sprint 5 m y 15 m), la capacidad de salto vertical (*CMJ* bipodal y unipodal), la capacidad de salto horizontal (*SH*, Horizontal repetitive cyclic jump), el pico de potencia (*PP*) y el umbral anaeróbico individual (*UAI*) fueron evaluados tanto en el Test 1 (pretest) como en el Test 2 (postest). 22 jugadores profesionales de 2ª División B de la Liga de Fútbol Española participaron en el estudio, completando 8 semanas de entrenamiento, 5 precompetitivas y 3 de competición. El análisis estadístico detectó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en la media del grupo pre y post test en las variables de *UAI* ( $11,86 \pm 0,89$  Km/h,  $12,65 \pm 0,85$  Km/h;  $d = 0,93$ ), *PP* ( $75,23 \pm 12,58$  Kg,  $83,05 \pm 11,38$  Kg;  $d = 0,68$ ) y *SH D* ( $6,97 \pm 0,53$  m,  $7,68 \pm 0,54$  m;  $d = 1,87$ ) y *SH ND* ( $7,07 \pm 0,55$  m,  $7,76 \pm 0,58$  m;  $d = 1,19$ ). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en el resto de variables estudiadas (sprint 5 m y 15 m, *CMJ*, *CMJ ND*, *CMJ D*). La mejora de la capacidad cardiovascular no viene acompañada por una mejora común en las distintas cualidades de aceleración y fuerza explosiva.

**Palabras clave:** fútbol, entrenamiento, velocidad, salto horizontal, salto vertical, potencia, umbral anaeróbico.

#### Abstract

The main aim of this study was to determine changes that take place from the start of the preseason until the start of league competition for various physical capacities of professional soccer players. The acceleration capacity (5 m and 15 m sprints), vertical jump ability (bipodal and unipodal *CMJ*), horizontal jump ability (*HJ*, Horizontal Repetitive cyclic jump), the peak power (*PP*), and the individual anaerobic threshold (*IAT*) were evaluated in both Test 1 (pre-test) and Test 2 (post-test). 22 professional players from the 2nd Division B of the Spanish Soccer League participated in the study, completing 8 weeks of training, 5 precompetitive and 3 of competition. Statistical analysis showed significant differences ( $p < 0.05$ ) in the group means for the pre- and post-tests for the variables of *IAT* ( $11.86 \pm 0.89$  Km/h,  $12.65 \pm 0.85$  Km/h;  $d = 0.93$ ), *PP* ( $75.23 \pm 12.58$  Kg,  $83.05 \pm 11.38$  Kg;  $d = 0.68$ ) dominant leg *HJ* ( $6.97 \pm 0.53$  m,  $7.68 \pm 0.54$  m;  $d = 1.87$ ) and non-dominant leg *HJ* ( $7.07 \pm 0.55$  m,  $7.76 \pm 0.58$  m;  $d = 1.19$ ). However, no significant differences in other variables (5 m and 15 m sprints, bipodal and unipodal *CMJ*) were found. Improving cardiovascular capacity was not accompanied by a shared improvement in the various qualities of acceleration and explosive strength.

**Key words:** Soccer, training, speed, horizontal jump, vertical jump, power, anaerobic threshold.

## Introducción

Debido a la duración de un partido de fútbol, el metabolismo aeróbico tiene una gran importancia (Stølen, Chamari, Castagna, & Wisloff, 2005), aunque el carácter intermitente del mismo (Bangsbo, Norregaard, & Thorse, 1991; Mohr, Krstrup, & Bangsbo, 2003; Reilly & Thomas, 1976; Rienzi, Drust, Reilly, Carter, & Martin, 2000) conlleva tanto la necesidad de ser capaz de repetir esfuerzos a alta intensidad como de recuperarse entre ellos (Stone y Kilding, 2009). Durante los 10-12 km que recorre un futbolista de elite (Stølen et al., 2005), los jugadores realizan un importante número de acciones de aceleración, golpeo, salto, sprint y cambios de dirección (Bangsbo et al., 1991; Bloomfield, Polman, & O'Donoghue, 2007; Vigne, Gaudino, Rogowski, Alloatti, & Hautier, 2010). Por tanto, se ha expuesto que para conseguir un adecuado rendimiento físico en fútbol, la fuerza y la potencia son tan importantes como la resistencia (Stølen et al., 2005).

En la búsqueda de un óptimo rendimiento, el futbolista requiere de diferentes componentes de condición física que resulta interesante testar para conocer sus posibles cambios y poder prescribir el entrenamiento (Svensson & Drust, 2005). Por ello, la condición física de futbolistas de distinto nivel competitivo ha sido evaluada en distintos momentos de la temporada con el objetivo de describir la evolución de las distintas cualidades físicas a lo largo de misma (Stølen et al., 2005; Stone & Kilding, 2009). Concretamente, antes del periodo competitivo, la pretemporada se convierte en una fase especial donde se pretende preparar al jugador para la futura competición tras un periodo de inactividad. De este modo, resulta interesante conocer la evolución de la condición física después de estas semanas de entrenamiento donde la carga interna (Impellizzeri, Rampinini, & Marcora, 2005) es mayor que durante la temporada (Impellizzeri et al., 2006; Jeong, Reilly, Morton, Bae, & Drust, 2011) y no se disputan partidos oficiales.

Mientras que la mejora de la capacidad cardiovascular después de la pretemporada se ha expuesto en numerosos estudios con futbolistas (Aziz, Tan, & Teh, 2004; Krstrup et al., 2003; Metaxas, Sendelis, Koutlianos, & Mandroukas, 2006; Rebelo & Soares, 1997; Silva, Magalhaes, Ascensao, Seabra, & Rebelo, 2013; Wong, Chaouachi, Chamari, Dellal, & Wisloff, 2010), existen contradicciones respecto a los cambios producidos en la capacidad de aceleración y salto (Aziz et al., 2004; Impellizzeri et al., 2008; Maio Alves, Rebelo, Abrantes, & Sampaio, 2010; Ronnestad, Kvamme, Sunde, & Raastad, 2008; Silva et al., 2013; Wong et al., 2010) para el mismo periodo de entrenamiento. Entre

las posibles causas, la carga interna de la totalidad del entrenamiento puede ser uno de los factores que afecte a los cambios en las distintas cualidades físicas. Por ejemplo, Castagna, Impellizzeri, Chaouachi, Bordon, & Manzi (2011) encontraron una alta o muy alta correlación entre el tiempo de entrenamiento a alta intensidad y la mejora de la velocidad de carrera correspondiente a 2 mmol/l ( $r = 0,84, p < 0,001$ ) y a 4 mmol/l ( $r = 0,65, p < 0,001$ ) en futbolistas de elite italiano durante la pretemporada. En la misma línea, Manzi, Bovenzi, Impellizzeri, Carminati y Castagna (2013) expusieron como una carga interna de entrenamiento (*TRIMPi*) superior a 500 unidades arbitrarias fue necesaria para obtener mejoras en la capacidad aeróbica y en el rendimiento físico en futbolistas profesionales de la Serie A italiana. Otra de las posibles razones que pudiera explicar los resultados contradictorios en la evolución de las distintas cualidades físicas podría encontrarse en la especificidad de las cualidades de aceleración y potencia (Salaj & Marcovic, 2011). La mejora de éstas podría quedar condicionada por la pertinencia de los contenidos de entrenamiento empleados para el desarrollo de cada una de ellas (Salaj & Marcovic, 2011). Entre los entrenamientos de fuerza empleados en pretemporada encontramos distintos programas y resultados para las mencionadas cualidades (Impellizzeri et al., 2008; Ronnestad et al., 2008; Wong et al., 2010), con lo cual resulta complicado obtener conclusiones clarificadoras.

Más allá de las posibles razones, el objetivo del presente estudio fue conocer la evolución de la condición física medida mediante la capacidad de aceleración (sprint 5 m y 15 m), salto vertical a una y dos piernas (*CMJ*), salto horizontal (*SH*), pico de potencia (*PP*) y umbral anaeróbico individual (*UAI*) en futbolistas profesionales durante la pretemporada. Las características específicas de las cargas de entrenamiento en pretemporada aplicadas en un equipo de fútbol pueden producir efectos diferentes en las distintas cualidades analizadas.

## Material y método

### Participantes

22 jugadores profesionales de fútbol que competían en la categoría nacional de 2ª división B, y que pertenecían al equipo filial de un conjunto que milita en la 1ª división de la Liga de Fútbol Española (Tabla 1) participaron en el estudio. Todos los jugadores tenían una experiencia superior a 10 años en la práctica de fútbol. 6 jugadores de la muestra promocionaron a la Primera

o Segunda división Española en años posteriores. De la muestra inicial ( $n = 22$ ) 7 jugadores quedaron excluidos del estudio: 5 jugadores debido a alguna lesión que les impidió completar el ciclo de entrenamiento correspondiente a la pretemporada y otros 2 jugadores al ser cedidos a otros clubes.

Todos ellos conocían los objetivos de la investigación, aceptaron voluntariamente formar parte de ella, fueron informados de los procedimientos experimentales que se llevarían a cabo y en cualquier momento pudieron retirarse del mismo. Además, el estudio se realizó bajo el consentimiento del Club al que pertenecían. Las pruebas realizadas correspondían a los test habituales de control del entrenamiento, realizados en las categorías inferiores del club y en temporadas anteriores. Todos los procedimientos siguieron las pautas marcadas por la Declaración de Helsinki (2008) y la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal (LOPD).

**Tabla 1. Características antropométricas de la muestra (media  $\pm$  SD).**

	n	Media	SD
Edad (años)	22	20,18	1,71
Altura (cm)	22	179,35	5,98
Masa (Kg)	22	71,12	4,56
Grasa (%)	22	8,93	1,83
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	22	20,51	0,79

SD = desviación estándar, IMC = índice de masa corporal

### Procedimiento

La investigación requirió de la realización de varios test antes (*PRE*) y después (*POST*) de las 8 semanas del periodo analizado. Los test iniciales se realizaron coincidiendo con la primera semana de entrenamiento del equipo, en pretemporada, en concreto el segundo y tercer día de entrenamiento. Todas los test se realizaron en el mismo lugar y superficie, y se reprodujeron al máximo las condiciones de práctica. Para realizar la recogida de datos se utilizaron hojas de registro específicas para cada una de las pruebas.

El periodo de entrenamiento analizado correspondió a las 5 semanas de pretemporada y las posteriores 3 semanas de competición. Los test finales se realizaron al inicio de la cuarta semana de competición. Estos tests se realizaron en idénticas condiciones, utilizando el mismo espacio, material y distribución y fueron supervisadas por los mismos investigadores. En ambas sesiones de test se evaluó la capacidad de aceleración (sprint 5 m y 15 m), el salto vertical a dos (*CMJ*) y una pierna (pierna dominante *CMJD* y no dominante *CMJ*

*ND*), el salto horizontal pierna dominante (*SHD*) y no dominante (*SHND*), el pico de potencia (*PP*) y el umbral anaeróbico individual (*UAI*). Los test se realizaron en 2 días consecutivos. El primer día se realizó el salto vertical *CMJ* a dos y una pierna, los sprints de 5 m y 15 m y la prueba de *UAI*. En la segunda sesión de Test, se realizó primero el *PP* y posteriormente el *SHD* y *SHND*. En todas las sesiones de test el calentamiento previo realizado fue el mismo: 5' de carrera más ejercicios de skipping, skalping, amplitud de zancada y aceleraciones. Todos los participantes disponían del material e indumentaria adecuada para la práctica de los test.

### Pruebas realizadas

*CMJ con dos y una pierna:* ambos saltos se realizaron en la misma plataforma de contacto (Newtest, Oulu, Finland), primero el *CMJ* a dos piernas y posteriormente a una pierna, dominante y no dominante, atendiendo a las especificaciones técnicas realizadas por Bosco, Luhtanen, y Komi (1983). Para el *CMJ* a dos piernas se realizaron 3 repeticiones, con un descanso de 30 s entre saltos, donde se incidía en llegar a una flexión de rodilla de 90°, en mantener las manos en la cintura durante todo el salto, en evitar desplazamientos laterales y frontales y en caer con las piernas extendidas. En el *CMJ* a una pierna se realizaron 2 repeticiones para cada pierna y los requisitos a cumplir eran los mismos del *CMJ* a dos piernas. Durante la fase de empuje y la fase de vuelo se permitió una pequeña flexión del tronco (Bosco & Komi, 1978). Tanto para los saltos bilaterales como unilaterales, se tomó la altura del mejor salto (Bosco, 1987; Wisloff, Castagna, Helgerud, Jones, & Hoff, 2004). Cualquier salto que no cumpliera los requisitos establecidos (Bosco et al., 1983) se consideró nulo pudiendo realizar otro salto más. Ningún jugador llegó a realizar más de tres saltos nulos en cada uno de los tipos de salto.

*Test velocidad 5 m y 15 m:* el test de velocidad consistió en realizar 3 aceleraciones máximas de 15 metros, con un descanso de 90 s entre cada uno de ellos. Los participantes, colocados a 0,5 metros del punto 0, realizaron la salida cuando ellos lo consideraban oportuno. Para el registro del tiempo empleado se utilizaron 3 fotocélulas (Newtest, Oulu, Finland) colocadas en el punto 0, a los 5 m y a los 15 m. La altura de las células era de 0,4 metros respecto al suelo y la precisión de 1 ms (Gorostiaga et al., 2009).

*Test de resistencia:* el test de resistencia submáximo y discontinuo utilizado consistió en la realización de 3 series de carrera de 10 min cada una a 12, 13 y 14 km/h. respectivamente y una última de 5 min a 15 km/h, con un descanso pasivo de 3 min entre series

Tabla 2. Distribución del pretest, postest y contenidos de entrenamiento durante el periodo de análisis.

Semanas		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Semana 0	M	-	-		Pretest 1	Pretest 2	TT	TT
	T	-	-	-	-	-	TT	TT
Semana 1	M	AER + TT	FE + TT	TT	AER + TT	FE + TT	TT	-
	T	-	TT	TT	-	TT	-	-
Semana 2	M	AER + TT	FE + TT	-	-	FE + TT	-	-
	T	TT	TT	PA	TT	TT	PA	-
Semana 3	M	AER + TT	FE + TT	-	-	FE + TT	PA	-
	T	-	TT	PA	AER + TT	TT	-	-
Semana 4	M	FE + TT		-	-	AER + TT	-	-
	T	PA	TT	PA	TT	-	PA	-
Semana 5	M	AER + TT	FE + TT	TT	AER + TT	FE + TT	-	-
	T	-	TT	-	TT	-	PA	PA
Semana 6	M	AER + TT	-	FE + TT	AER + TT	TT	TT	PO
	T	-	-	-	-	-	-	-
Semana 7	M		AER + TT	FE + TT	TT	TT	PO	-
	T	-	-	-	-	-	-	PO
Semana 8	M	AER + TT		FE + TT	TT	TT	-	-
	T	-	-	-	-	-	PO	-
Semana 9	M	-	Postest 1	Postest 2				
	T	-	-	-				

M = mañana, T = tarde, TT = entrenamiento técnico/táctico, AER + TT = entrenamiento capacidad o potencia aeróbica + técnico-táctico, FE + TT = entrenamiento de fuerza explosiva + técnico-táctico, PA = partido amistoso, PO = partido oficial.

(Gorostiaga et al., 2009). Siguiendo el protocolo de los mencionados autores, el test se realizó al aire libre en un campo de fútbol de hierba artificial. La señal sonora se controló de manera pre-programada (Balise Temporelle, Bauman, Switzerland) y después de cada serie se realizó la extracción de la muestra de sangre del lóbulo de la oreja (Lactate Pro LT-1710™, ArkRay Inc Ltd, Tokyo, Japan). Además, la frecuencia cardiaca se registró a lo largo de todo el ejercicio cada 5 s (Polar Team, Polar Electro Oy, Finland).

*Test Pico Potencia:* para determinar el pico de potencia de los músculos extensores de las piernas en media sentadilla se utilizó el isocontrol (EV-Pro-Isocontrol, Quasar Control, Spain). En el Test se utilizó el peso relativo del 75%, 100% y 125% del peso corporal para determinar el pico de potencia (Gorostiaga et al., 2009) y el proceso del test respetó lo indicado por Izquierdo, Hakkinen, Gonzalez-Badillo, Ibañez, & Gorostiaga (2002).

*Test Salto Horizontal:* el test de salto horizontal elegido fue el *Horizontal Repetitive (cyclic) jump* (Maulder & Cronin, 2005). Los participantes, partían detrás de la línea de salida y realizaban tres saltos a una pierna, dominante o no dominante, terminando en una posición final con apoyo bipodal.

### Período de entrenamiento

El período de entrenamiento analizado (8 semanas) comprendió a las 5 semanas de pretemporada y a las 3 primeras semanas de competición de Liga. En la tabla 2 se muestra la distribución de los test, las sesiones de entrenamiento y partidos.

La frecuencia cardiaca (FC) fue registrada cada 5 s. (Polar Team, Polar Electro Oy, Finland) durante todos los entrenamientos y partidos amistosos en todos los jugadores excepto en los porteros. Se diferenciaron 3 rangos de intensidades (Casamichana, Castellano, González-Morán, García-Cuetto, & García-López, 2011; Castagna et al., 2011; Hill-Haas, Coutts, Rowell, & Dawson, 2009) respecto a la FC más elevada del UAI. Se consideró dicha FC como el 100% y se distinguieron las tres zonas de intensidad de la siguiente manera: Alta Intensidad (> 100%), Media Intensidad (100-90%) y Baja Intensidad (< 90%). Posteriormente, se sumó el total de minutos en cada una de las tres intensidades. Aquellos jugadores en los cuales el registro de la FC fue defectuoso en más de un 3% del total del volumen de entrenamiento y partidos amistoso fueron eliminados de la cuantificación del tiempo en cada una de las intensidades.

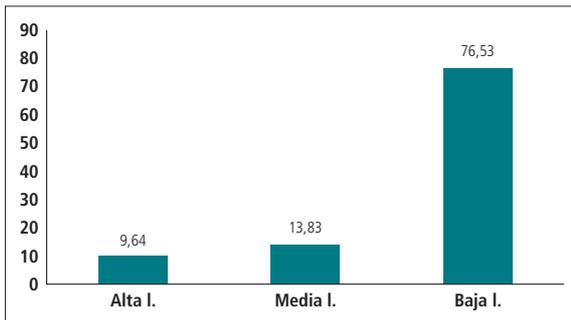


Figura 1. Porcentaje de tiempo en las distintas intensidades (suma de entrenamientos y partidos amistosos). Alta I. = alta intensidad (> 100% del Umbral Anaeróbico Individual-UAI), Media I. = media intensidad (90% - 100% del UAI), Baja I. = baja intensidad (< 90% del UAI).

Tabla 3. Valores pre y post periodo de pretemporada e inicio de liga en las distintas variables de rendimiento.

Variable	Test	Valor mínimo	Valor máximo	Media ± SD
Sprint 0-5m (s)	Pre	0,91	1,07	0,99 ± 0,05
	Post	0,91	1,05	0,98 ± 0,05
	d			0,20
Sprint 0-15m (s)	Pre	2,18	2,55	2,33 ± 0,08
	Post	2,16	2,52	2,31 ± 0,08
	d			0,25
CMJ (cm)	Pre	35,8	53,6	44,51 ± 4,74
	Post	30,9	53,0	45,03 ± 5,24
	d			0,10
CMJ ND (cm)	Pre	19,1	31,1	26,59 ± 3,46
	Post	19,9	32,4	26,98 ± 3,91
	d			0,10
CMJ D (cm)	Pre	22,4	33,8	25,59 ± 3,36
	Post	20,1	31,4	25,97 ± 3,29
	d			0,12
PP (Kg)	Pre	53,0	97,3	75,23 ± 12,58
	Post	63,5	98,9	83,05 ± 11,38 *
	d			0,68
SH ND (m)	Pre	5,86	8,27	7,07 ± 0,55
	Post	6,01	8,35	7,76 ± 0,58 *
	d			1,19
SH D (m)	Pre	6,26	8,06	6,67 ± 0,53
	Post	6,28	8,19	7,68 ± 0,54 *
	d			1,87
UAI (Km/h)	Pre	10,5	13,48	11,86 ± 0,89
	Post	11,29	15,12	12,65 ± 0,85 *
	d			0,93

SD = desviación estándar; CMJ = countermovement jump; CMJ ND = countermovement jump pierna no dominante; CMJ D = countermovement jump pierna dominante; PP = pico de potencia; SH ND = salto horizontal pierna no dominante; SH D = salto horizontal pierna dominante; UAI = umbral anaeróbico individual; d = tamaño del efecto.

\*Diferencia significativa entre pretest y posttest ( $p < 0,05$ ).

El promedio del tiempo total de entrenamiento más partidos fue de  $4.909 \pm 555$  minutos. La distribución en las distintas intensidades respecto a la frecuencia cardiaca se puede observar en la Figura 1. El porcentaje de tiempo empleado en el contenido específico de fuerza y de resistencia no superó en ningún caso el 7% del total.

### Análisis estadístico

Los resultados se expresan como media ± desviación estándar de la media (SD). Todas las variables mostraron ser normales y cumplir la igualdad de varianzas según los test Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. Para determinar las diferencias existentes entre el pre y el post test en los parámetros analizados se realizó un análisis de la varianza utilizando el test de Newman-Keuls para establecer las diferencias significativas entre medias. Valores para  $p < 0,05$  fueron considerados estadísticamente significativos. Para realizar este análisis se utilizó el software Statistical Package for Social Sciences (versión 19.0, SPSS Inc, Chicago, IL, EE.UU.).

### Resultados

La evolución de los resultados en los distintos tests tras las 8 semanas de entrenamiento en pretemporada e inicio de competición se exponen en la Tabla 3.

Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) del pre- al post-test en la media del grupo en las variables UAI ( $11,86 \pm 0,89$  Km/h,  $12,65 \pm 0,85$  Km/h;  $d = 0,93$ ), PP ( $75,23 \pm 12,58$  Kg,  $83,05 \pm 11,38$  Kg;  $d = 0,68$ ) y SH D ( $6,97 \pm 0,53$  m,  $7,68 \pm 0,54$  m;  $d = 1,87$ ) y SH ND ( $7,07 \pm 0,55$  m,  $7,76 \pm 0,58$  m;  $d = 1,19$ ). No se encontraron diferencias significativas en el resto de variables (sprint 5 m y 15 m, CMJ, CMJ ND, CMJ D).

### Discusión

Tras el periodo de pretemporada (5 semanas de precompetición y 3 semanas de competición de Liga) se observó una mejora significativa del UAI ( $d = 0,93$ ), del PP ( $d = 0,68$ ) y del SH con pierna dominante (SH D,  $d = 1,87$ ) y no dominante (SH ND,  $d = 1,19$ ). Sin embargo, una vez completadas las mismas 8 semanas, no se manifestaron cambios en la aceleración en 5 m ni en 15 m, salto vertical en contramovimiento a dos piernas (CMJ), ni salto vertical en contramovimiento con pierna dominante (CMJ D) y no dominante (CMJ ND). Por lo tanto, tras la consecución de la pretempo-

rada, se obtuvo una mejora cuya medida del tamaño del efecto fue moderada para el *UAI* el *PP* y el *SH ND*, y alta para el *SH D*, aunque intradescendente o pequeña a nivel práctico para las cualidades de aceleración y saltos verticales. Además, durante las semanas pre-competitivas y las tres primeras semanas de competición la distribución del tiempo de práctica durante los entrenamientos y partidos amistosos en las distintas intensidades respecto a *FC* fue del  $76,53 \pm 3,09\%$  en baja intensidad, el  $13,83 \pm 1,71\%$  en media intensidad y del  $9,64 \pm 2,93\%$  en alta intensidad.

Los jóvenes jugadores profesionales del estudio presentaron valores de condición física similares a los obtenidos bajo las mismas condiciones en los jugadores del primer equipo del mismo club que compitieron en la Primera división (Gorostiaga et al., 2009). Del mismo modo, y a pesar de la distinta metodología utilizada en la sesión de evaluación, el perfil físico de los futbolistas también se asemejó a los valores expuestos en otros estudios con futbolistas de alto nivel, respecto al salto vertical (Arnason et al., 2004; Casajus, 2001; Silva et al., 2013; Sporis, Jukic, Ostojic, & Milanovic, 2009), sprint en 5 m y 15 m (Zerguini, Kirkendall, Junge, & Dvorak, 2007; Silva et al., 2013) y resistencia (Casajus, 2001).

Con el objetivo de valorar las estrategias de entrenamiento desarrolladas durante distintos fases de la temporada, varios estudios han tratado de relacionar la carga de entrenamiento acumulada y la evolución en la condición física en deportes de equipo (Akubat, Patel, Barret, & Abt, 2012; Castagna et al., 2011; Gorostiaga et al., 2004; Manzi et al., 2010; Manzi et al., 2013). En el presente estudio, una de las cualidades que sufrió una mejora significativa tras el periodo de pretemporada fue el *UAI* (de  $11,86 \pm 0,89$  Km/h a  $12,65 \pm 0,85$  Km/h). En la misma línea, durante el mismo periodo de entrenamiento aunque mediante el uso de distintos tests, se han descrito también mejoras en la capacidad cardiovascular en jugadores profesionales de fútbol (Aziz et al., 2004; Krustup et al., 2003; Rebelo & Soares, 1997; Silva et al., 2013, Wong et al., 2010) y en jugadores sub-19 de élite (Metaxas et al., 2006). Por tanto, dado los resultados positivos obtenidos en los mencionados estudios y en el presente trabajo, parece común la mejora de la capacidad cardiovascular tras la pretemporada. En relación a la carga de entrenamiento y la evolución de la capacidad cardiovascular, para el mismo periodo de la temporada, Castagna et al. (2011) encontraron una correlación significativa ( $r = 0,65-0,84$ ) entre el tiempo "transcurrido" (*spent*) por encima del 90% de la *FC*<sub>max</sub> (alta intensidad) y la velocidad de carrera a 2 y 4 mmol/l en futbolistas de elite italiano. Además, también durante

la pretemporada, Manzi et al. (2013) expusieron una carga de entrenamiento interna superior a 500 unidades arbitrarias (*TRIMPi*) como necesaria para mejorar la capacidad aeróbica. Si comparamos nuestros valores a las distintas intensidades de *FC* con los expuestos por Castagna et al. (2011) para jugadores de elite, observamos como dicha distribución se asemeja considerablemente. Mientras que la distribución en las distintas intensidades en los jugadores italianos fue del  $73,0 \pm 2,5\%$ ,  $19,0 \pm 2,8\%$ , y  $8,0 \pm 1,4\%$  en baja, media y alta intensidad, respectivamente, en nuestro caso, fue del  $76,53 \pm 3,09\%$ ,  $13,83 \pm 1,71\%$  y  $9,64 \pm 2,93\%$ , para las mismas intensidades. En concreto, el tiempo a alta intensidad en el mencionado estudio supuso el  $8,0 \pm 1,4\%$  del total de entrenamiento, valor cercano pero algo más bajo al obtenido en el presente estudio ( $9,64 \pm 2,93\%$ ). Puede que las diferencias con nuestro estudio en cuanto al % de la intensidad sean debidas al registro de la *FC* durante los partidos amistosos (aspecto no especificado en el otro estudio). Los resultados obtenidos invitan a pensar que cierta cantidad de trabajo a alta intensidad es necesaria durante la pretemporada para mejorar la capacidad cardiovascular. Por tanto, parece útil cuantificar la *carga interna* (Impellizzeri et al., 2005) en el entrenamiento de deportes colectivos dada la correlación encontrada entre la carga de entrenamiento cuantificada mediante la *FC* y la evolución en la capacidad aeróbica en futbolistas de élite (Castagna et al., 2011; Manzi et al., 2013).

Respecto a la capacidad de generar potencia del tren inferior en el presente estudio, se encontraron mejoras significativas en el *PP* y en el *SH D* y *SH ND* del pretest al posttest. Estos resultados coinciden con los obtenidos en el estudio realizado con futbolistas profesionales noruegos por Ronnestad et al. (2008), donde se obtuvieron mejoras en el *PP* con peso añadido (20, 35 y 50 kg) y en el salto horizontal *4BT* (4 bounce test) durante la pretemporada. Si atendemos a la capacidad de acelerar, no se observaron cambios en ninguno de los casos (sprint en 5 m y 15 m) tras las 8 semanas de entrenamiento. En concordancia con estos resultados tanto Silva et al. (2013) como Aziz et al. (2004) no encontraron cambio alguno para el tiempo en 5 m y 30 m, y para 5 m y 20 m, respectivamente, en futbolistas en un periodo similar de la temporada. Sin embargo, mediante distintos programas de entrenamiento sí se obtuvieron mejoras en el tiempo en 5 m y 15 m en jóvenes futbolistas (Maio Alves et al., 2010), en 10 m y 20 m en futbolistas amateurs (Impellizzeri et al., 2008) y en futbolistas profesionales de Hong Kong (Wong et al., 2010) tras la pretemporada. Del mismo modo que en la aceleración, en nuestro caso tampoco se detectaron cambios en la capacidad de salto vertical.

Este resultado concuerda con la ausencia de cambio en la altura de salto en *CMJ* en un estudio realizado por Maio Alves et al. (2010) con jugadores jóvenes de élite, aunque no coincide con la mejora descrita en el *CMJ* para jugadores profesionales que compiten en la elite del fútbol portugués (Silva et al., 2013), con el aumento en el salto vertical con manos libres observado en jugadores profesionales de Singapur (Aziz et al., 2004) y Hong Kong (Wong et al., 2010) y en jugadores amateurs (Impellizzeri et al., 2008); todos ellos también durante la pretemporada.

La disparidad en la evolución de los distintos tests que evalúan la saltabilidad vertical y horizontal además de la capacidad de aceleración podría venir explicada por la especificidad (Salaj & Marcovic, 2011) de cada una de las cualidades físicas. En distintos estudios se ha expuesto como la capacidad de salto y la aceleración tienden a ser cualidades independientes una de la otra (Salaj & Marcovic, 2011) y que la capacidad de predicción de la saltabilidad para la aceleración es limitada ( $R^2 < 43\%$ ) (Meylan et al., 2009), lo cual debería ser considerado a la hora de entrenar cada una de ellas (Meylan et al., 2009; Salaj & Marcovic, 2011). Por lo tanto, cabe la posibilidad de que cada una de las cualidades requiera del diseño de un programa específico y que la implementación de un programa de fuerza combinado pueda deparar en distintos resultados dependiendo de la cualidad valorada, tal y como podría haber ocurrido en el presente trabajo. Sin embargo, el carácter descriptivo del estudio impide comparar entre distintos programas de intervención y sus posibles efectos. Al analizar el tipo de contenidos de fuerza muscular empleados en pretemporada, respecto al eje de aplicación de la fuerza, observamos cómo los resultados son contradictorios en algunos de los casos. En el estudio realizado por Impellizzeri y col. (2008) se obtuvieron mejoras en el tiempo en 10 m, 20 m y en la altura de vuelo en un *CMJ* tras un programa pliométrico donde al trabajo en el eje vertical se le añadió también algún ejercicio de carácter horizontal. Así mismo, en otros estudios, también se constataron mejoras en el tiempo en 10 m, 30 m y en salto vertical con manos libres tras un programa donde los ejercicios se realizaron únicamente en el eje vertical (Wong et al., 2010). Por el contrario, en el estudio realizado por Ronnestad et al. (2008) no se manifestaron beneficios para la aceleración en 10 m ni el salto *CMJ* tras aplicar un programa meramente desarrollado en el eje vertical como en otro programa que combinaba ejercicios en ambos ejes. Los diferentes resultados obtenidos en pretemporada dependiendo del tipo de programa empleado, también se pueden encontrar durante la propia temporada al comparar distintos estudios (Chelly

et al., 2010; Gorostiaga et al., 2004; Kotzamanidis, Chatzopoulos, Michailidis, Papaikovou, & Patikas, 2005; López-Segovia, Palao & Gonzalez-Badillo, 2010; Thomas, French, & Hayes, 2009). Por lo tanto, el tipo de contenido de fuerza podría haber afectado a los resultados obtenidos.

Además de la importancia de la especificidad de las cualidades físicas (Salaj & Marcovic, 2011) tampoco deberíamos obviar el efecto de la totalidad del entrenamiento en dichas cualidades. Por ejemplo, en jugadoras de élite de balonmano se obtuvo una correlación inversa entre el tiempo total de entrenamiento a baja intensidad en tareas con balón y de carrera y los cambios relativos en la producción de potencia concéntrica en la media sentadilla con cargas del 125% del peso corporal (Gorostiaga, Granados, Ibáñez, González-Badillo e Izquierdo, 2006). El volumen y/o la intensidad de la totalidad del entrenamiento podría influir en la evolución de las capacidades de fuerza y aceleración. Cabe destacar cómo en el presente estudio el  $76,53 \pm 3,09\%$  del tiempo de práctica fue de baja intensidad respecto a la *FC* y el trabajo de fuerza explosiva no superó el 7% del tiempo total de entrenamiento. Por lo tanto, parece necesario conocer la carga de la totalidad del entrenamiento y su posible relación con la variación en la capacidad de salto y aceleración en futuras investigaciones, ya que la carga interna no es la misma para todos los jugadores, a pesar de realizar los mismos contenidos de entrenamiento (Impellizzeri et al., 2005).

En resumen, en futbolistas profesionales parece común la mejora de la capacidad cardiovascular tras la pretemporada, aunque los cambios en la capacidad de salto y aceleración se den de manera independiente según la cualidad testada. Del mismo modo, resulta interesante conocer la carga interna del entrenamiento en deportes de equipo (Akubat, 2012; Bogdanis, Ziagos, Anastasiadis, & Maridaki, 2007; Castagna et al., 2011; Gorostiaga et al., 2006; Manzi et al., 2010; Manzi et al., 2013) puesto que pueden aportarnos información relevante sobre la evolución de la condición física.

## Conclusiones

En futbolistas profesionales la velocidad del umbral anaeróbico individual (*UAI*) aumentó a lo largo de la pretemporada, mientras que las distintas capacidades de fuerza y aceleración (salto vertical y horizontal, pico de potencia y aceleración) evolucionaron de manera independiente. Puede que la carga interna de la totalidad del entrenamiento, la especificidad de las cualidades físicas y el tipo de contenido de fuerza

condicionen los cambios en la condición física. Por lo tanto, conocer y controlar dichos aspectos parece interesante en futuras investigaciones. Podría resultar útil que tanto entrenadores como preparadores físicos im-

plementaran programas de entrenamiento específicos en la pretemporada e inicio de temporada con el fin de mejorar el rendimiento del equipo en las distintas cualidades físicas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Akubat, I., Patel, E., Barrett, S., & Abt, G. (2012). Methods of monitoring the training and match load and their relationship to changes in fitness in professional youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 30(14), 1473-1480.
- Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Physical fitness, injuries and team performance in football. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, 278-285.
- Aziz, A. R., Tan, F. Y. H., & Teh, K. C. (2004). Physiological attributes of professional players in the Singapore soccer league. *Journal of Sports Sciences*, 22, 522-523.
- Bangsbo, J., Norregaard, L., & Thorse, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian Journal of Sport Sciences*, 16, 110-116.
- Bloomfield, J., Polman, R. C. J., & O'Donoghue, P. G. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(1), 63-70.
- Bogdanis, G., Ziaqos, V., Anastasiadis, M., & Maridaki, M. (2007). Effects of two different short-term training programs on the physical and technical abilities of adolescent basketball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(2), 79-88.
- Bosco, C., & Komi, P. V. (1978). Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscles. *European Journal of Applied Physiology*, 24, 21-32.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology*, 50, 273-282.
- Bosco, C. (1987). Mechanical delay and recoil of elastic energy in slow and types of human skeletal muscles. *Biomechanics*, 6, 979-984.
- Casajus, J. A. (2001). Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41, 463-469.
- Casamichana, D., Castellano, J., González-Morán, A., García-Cueto, H., & García-López, J. (2011). Demanda fisiológica en juegos reducidos de fútbol con diferente orientación del espacio. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 7(23), 141-154.
- Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Chaouachi, A., Bordon, C., & Manzi, V. (2011). Effect of training intensity distribution on aerobic fitness variables in elite soccer players: a case study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1), 66-71.
- Chelly, M. S., Ghemem, M. A., Abid, K., Hermassi, S., Tabka, Z., & Shephard, R. J. (2010). Effects of in-season short-term plyometric training program on leg power, jump- and sprint performance of soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2670-2676.
- Gorostiaga, E. M., Izquierdo, M., Ruesta, M., Iribarren, J., González-Badillo, J. J. & Ibáñez, J. (2004). Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 91(5-6), 698-707.
- Gorostiaga, E. M., Granados, C., Ibáñez, J., González-Badillo, J. J. & Izquierdo, M. (2006). Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(2), 357-366.
- Gorostiaga, E., Llodio, I., Ibáñez, J., Granados, C., Navarro, I., Ruesta, M., Bonnabau, H. & Izquierdo, M. (2009). Differences in physical fitness among indoor and outdoor elite male soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 106(4), 483-491.
- Hill-Haas, S., Coutts, A., Rowsell, G., & Dawson, B. (2009). Generic versus small-sided game training in soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(3), 636-642.
- Izquierdo, M., Hakkinen, K., González-Badillo, J. J., Ibáñez, J. & Gorostiaga, E. (2002). Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *European Journal of Applied Physiology*, 87, 264-271.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., & Marcora, S. M. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 583-592.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F. M. & Rampinini, E. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 27(6), 483-492.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Martino, F., Fiorini, S., & Wisloff, U. (2008). Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness and jumping and sprinting ability in soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 42, 42-46.
- Jeong, T. S., Reilly, T., Morton, J., Bae, S. W. & Drust, B. (2011). Quantification of the physiological loading of one week of "pre-season" and one week of "in-season" training in professional soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 29(11), 1161-1166.
- Kotzamanidis, C., Chatzopoulos, D., Michailidis, C., Papaikovou, G. & Patikas, D. (2005). The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, 369-375.
- Krustrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., Pedersen, P. K. & Bangsbo, J. (2003). The Yo-Yo intermittent recovery test: physiological response, reliability and validity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 697-705.
- López-Segovia, M., Palao, J. M. & González-Badillo, J. J. (2010). Effect of four months of training on aerobic power, strength, and acceleration in two under-19 soccer teams. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 2705-2714.
- Maio Alves, J., Rebelo, A., Abrantes, C. & Sampaio, J. (2010). Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility abilities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 936-941.
- Manzi, V., D'Ottavio, S., Impellizzeri, F. M., Chaouachi, A., Chamari, K. & Castagna, C. (2010). Profile of weekly training load in elite male professional basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5), 1399-1406.
- Manzi, V., Bovenzi, A., Impellizzeri, F. M., Carminati, I. & Castagna, C. (2013). Individual training-load and aerobic-fitness variables in pre-competition soccer players during the precompetitive season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(3), 631-636.
- Maulder, P. & Cronin, J. (2005). Horizontal and vertical assessment: reliability, symmetry, discriminative and predictive ability. *Physical Therapy in Sport*, 6, 74-82.
- Metaxas, T., Sendelides, T., Koutlianos, N. & Mandroukas, K. (2006). Seasonal variation of aerobic performance in soccer players according to positional role. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46(4), 520-525.
- Meylan, C., McMaster, T., Cronin, J., Mohammad, N. I., Rogers, C. & Dekker, M. (2009). Single-leg lateral, horizontal, and vertical jump assessment: reliability, interrelationships, and ability to predict sprint and change-of-direction performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1140-1147.
- Mohr, M., Krustrup, P. & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21, 439-449.
- Rebelo, A. N. & Soares, J. M. C. (1997). Endurance capacity of soccer player's pre-season and during the playing season. In Reilly, T., Bangsbo, J., Hughes, M. (Eds.), *Science and Football III* (pp. 106-111). London: E. & F.N. Spon.

- Reilly, T. & Thomas, V. (1976). A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *Journal of Human Movement Study*, 2, 87-97.
- Rienzi, E., Drust, B., Reilly, T., Carter, J. E. L. & Martin, A. (2000). Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40, 162-169.
- Rønnestad, B. R., Kvamme, N. H., Sundé, A. & Raastad, T. (2008). Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 773-780.
- Salaj, S. & Marckovic, G. (2011). Specificity of jumping, sprinting, and quick change of direction motor abilities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(5), 1249-1255.
- Silva, J. R., Magalhães, J. F., Ascensão, A. A., Seabra, A. F., & Rebelo, A. N. (2013). Training status and match activity of professional soccer players throughout a season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(1), 20-30.
- Sporis, G., Jukic, I., Ostojic, S. M. & Milanovic, D. (2009). Fitness profiling in soccer: physical and physiologic characteristics of elite players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 1947-1953.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C. & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536.
- Stone, N. M. & Kilding, A. E. (2009). Aerobic conditioning for team sport athletes. *Sports Medicine*, 39, 615-642.
- Svensson, M. & Drust, B. (2005). Testing soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 23, 601-618.
- Thomas, K., French, D. & Hayes, P. R. (2009). The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 332-335.
- Vigne, G., Gaudino, C., Rogowski, I., Alloatti, G. & Hautier, C. (2010). Activity profile in elite Italian soccer team. *International Journal of Sports Medicine*, 31(5), 304-310.
- Wisloff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R. & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 38(3), 285-288.
- Wong, P. L., Chaouachi A., Chamari, K., Dellal, A. & Wisloff, U. (2010). Effect of preseason concurrent muscular strength and high-intensity interval training in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 653-660.
- Zerguini, Y., Kirkendall, D., Junge, A. & Dvorak, J. (2007). Impact of Ramadan on physical performance in professional soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 41, 398-400.