



## ORIGINALES

# VALORACIÓN Y RELACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS Y LA CONDICIÓN FÍSICA EN ÁRBITROS DE FÚTBOL

Javier YANCI IRIGOYENA, Raúl REINA VAILLO, Cristina GRANADOS DOMINGUEZ<sup>a</sup>, Juan José SALINERO MARTINEZ, Asier LOS ARCOS LARUMBE<sup>a</sup>

*Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, Universidad del País Vasco, UPV/EHU, Vitoria-Gasteiz, España<sup>a</sup>*

*Centro de Investigación del Deporte, Universidad Miguel Hernández, Elche, España<sup>b</sup>*

*Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, Universidad Camilo José Cela, Madrid, España<sup>c</sup>*

### RESUMEN

**Objetivos:** El objetivo de este estudio fue analizar las características antropométricas (masa, talla, índice de masa corporal y porcentaje de grasa) y la condición física (capacidad de aceleración, salto vertical y resistencia) en árbitros de fútbol y examinar la existencia o no de relación entre dichas variables. **Método:** 45 árbitros de fútbol pertenecientes a alguna de las categorías nacionales del fútbol español (2<sup>a</sup>A, 2<sup>a</sup>B o 3<sup>a</sup> división) participaron en este estudio. **Resultados:** Los resultados en 5 y 15 m fueron de  $0,96 \pm 0,08$  s y  $2,35 \pm 0,14$  s, respectivamente. En la capacidad de salto se observó una altura para el squat jump de  $39,02 \pm 6,26$  cm y de  $45,71 \pm 7,44$  cm para el salto con contra movimiento (CMJ). En la capacidad cardiovascular se obtuvo un promedio del consumo máximo de oxígeno estimado (VO<sub>2</sub>max) de  $56,23 \pm 3,20$  ml•kg<sup>-1</sup>•min<sup>-1</sup>. Se observaron correlaciones significativas entre los valores del CMJ y los del tiempo de aceleración en 15 m ( $r = -0,704$ ). Distintas variables de capacidad cardiovascular correlacionaron de manera significativamente inversa con el índice de masa corporal. **Conclusión:** Los árbitros de fútbol tienen valores similares de aceleración, salto vertical y capacidad aeróbica que los jugadores o árbitros de fútbol de distintas categorías.

**PALABRAS CLAVE:** Aceleración, salto vertical, resistencia, test, rendimiento.

### ASSESSMENT AND RELATION OF ANTHROPOMETRIC CHARACTERISTICS AND PHYSICAL FITNESS IN SOCCER REFEREES

### ABSTRACT

**Aim:** The objective of this study was to analyse anthropometric characteristics (height, body mass, body mass index and body fat) and physical fitness (acceleration, vertical jump and endurance capacity) in soccer referees and to examine whether there is a relationship among these variables. **Method:** Forty-five soccer referees (2ndA, 2ndB or 3. divisions) participated in this study. Results: Their results in 5 and 15 m sprint were  $0.96 \pm 0.08$  s and

2.35 ± 0.14 s, respectively. In their jump capacity for the squat jump was observed to be 39.02 ± 6.26 cm and 45.71 ± 7.44 cm for the countermovement jump (CMJ). With regard to cardiovascular capacity estimated average maximum oxygen consumption (V02max) was 56.23 ± 3.20 ml•kg<sup>-1</sup>•min<sup>-1</sup>. Significant correlations (r = -0.704) were found between the values recorded for the CMJ and acceleration time in 15 m. Different variables of cardiovascular capacity showed significant inverse correlations with the body mass index. **Conclusion:** Soccer referees have similar values of acceleration, vertical jump and aerobic capacity of soccer players referees in different categories.

**KEYWORDS:** Acceleration, vertical jump, endurance, test, performance.

*Correspondencia: Javier Yanci Irigoyen. Email: javier.yanci@ehu.es*

*Historia del artículo: Recibido el 10 de marzo de 2014. Aceptado el 1 de mayo de 2014*

El árbitro, durante la competición de fútbol, tiene la responsabilidad de supervisar la aplicación de las reglas del juego, así como de controlar la conducta de los jugadores (Reilly y Gregson, 2006). Por ello, es necesario que siga de cerca las acciones del partido, debiendo ser capaz de sobrellevar las condiciones de juego impuestas por los jugadores. Teniendo en cuenta las exigencias físicas del fútbol contemporáneo (Reilly y Gregson, 2006), resulta especialmente importante que los árbitros adquirieran un adecuado nivel de condición física (Krustrup y Bangsbo, 2001).

La documentación bibliográfica publicada en los últimos años en torno a los requerimientos físicos y fisiológicos de los árbitros durante partidos oficiales de fútbol de distintas categorías y ligas es extensa (Castagna y D'Ottavio, 2001; Castagna, Abt, y D'Ottavio, 2002; Costa et al., 2013; Helsen y Bultynck, 2004; Krustrup y Bangsbo, 2001; Mallo, Navarro, García-Aranda y Helsen, 2009; Oliveira, Santa y Barros-Neto, 2008; Weston, Castagna, Impellizzeri, Rampinini y Abt, 2007). En trabajos anteriores se ha descrito que los árbitros de fútbol de élite recorren una distancia media de entre 9 y 13 km por partido, manteniendo valores del 85-95% de su frecuencia cardíaca (FC) máxima (Castagna, Abt y D'Ottavio, 2007). Así, durante un partido oficial, la velocidad media mantenida por árbitros de la primera división de Brasil es de 6,5 km•h<sup>-1</sup>, y la velocidad máxima lograda de 19,3 km•h<sup>-1</sup> (Costa et al., 2013). Sin embargo, además de la importancia del componente cardiovascular, no hay que olvidar que en los árbitros de fútbol la capacidad de realizar acciones intermitentes de corta duración también es relevante. Los árbitros realizan entorno a 1200-1300 cambios de intensidad a lo largo de un encuentro (Krustrup y Bangsbo, 2001), recorriendo entre 1,7 y un 11,8% de la distancia total a velocidad de sprint (Castagna y D'Ottavio, 2001; D'Ottavio y Castagna 2001; Johnston y McNaughton, 1994), lo que corresponde al 0,4 ± 0,2% del tiempo total de juego (Krustrup et al., 2009).

A pesar de la importancia que tiene la condición física en el arbitraje en fútbol, la mayoría de los trabajos publicados en la literatura científica se realiza en condiciones de laboratorio (Weston et al., 2011), por lo que existen pocos trabajos científicos donde se analice el rendimiento aeróbico y anaeróbico de árbitros de fútbol mediante test de campo (Casajús y Castagna, 2007; Weston, Castagna, Helsen y Impellizzeri, 2009). En este sentido, se ha estudiado el rendimiento aeróbico (Casajús y Castagna, 2007; Castagna, Abt, D'Ottavio y Weston, 2005; Castagna, Abt y D'Ottavio, 2005b; Krustrup, y Bangsbo, 2001), pero menos el anaeróbico, donde Weston et al. (2009) analizan el rendimiento en la capacidad de aceleración (6 x 40 m), Castagna, Impellizzeri, Bizzini, Weston y Manzi (2011) evalúan la capacidad de cambiar de dirección, y Castagna et al. (2005) examinan la velocidad en 50 y 200 m. En la misma línea, Tessitore, Cortis, Meeusen y Capranica (2007) analizan el salto vertical. Sin embargo, y en comparación con los trabajos con futbolistas de distintas categorías, son escasos los estudios publicados que determinan el rendimiento en pruebas anaeróbicas y de corta duración en árbitros de fútbol (Bartha, Petridis, Hamar, Puhl y Castagna, 2009; Mallo, Navarro, Aranda y Helsen, 2009; Mallo, Navarro, García-Aranda, Gilis y Helsen, 2008).

En jugadores de fútbol (Meckel, Machnai y Eliakim, 2009; Wong, Chamari, Dellal y Wislof, 2009) o en otros deportes (Hori et al., 2008; Salaj y Markovic,

2011), la relación entre las distintas variables de rendimiento han sido ampliamente estudiadas. Por el contrario, no se ha encontrado ningún estudio que analice las relaciones existentes entre las características antropométricas, la capacidad de aceleración, el salto vertical y el rendimiento aeróbico en árbitros de fútbol, de interés para conocer el perfil de rendimiento o la respuesta dada ante las demandas de la competición. Los objetivos de este estudio fueron, por un lado, analizar la condición física en árbitros de fútbol de categoría nacional a través de la capacidad de aceleración, el salto vertical y la capacidad cardiovascular, y por otro, examinar la existencia o no de relación entre dichas variables.

## MÉTODO

### Participantes

En este estudio participaron 45 árbitros masculinos de fútbol (Tabla 1) pertenecientes al Comité Navarro de Árbitros de Fútbol (CNAF).

**Tabla 1.** Características antropométricas de los árbitros de fútbol (n = 45).

	Media $\pm$ DT	Mínimo	Máximo
Edad (años)	27,50 $\pm$ 5,48	20,00	36,00
Masa (kg)	74,82 $\pm$ 7,53	62,00	89,30
Altura (m)	1,78 $\pm$ 0,05	1,68	1,92
IMC (kg•m <sup>-2</sup> )	23,62 $\pm$ 1,85	20,02	27,15
Grasa (%)	13,12 $\pm$ 4,22	6,30	22,71

*DT = desviación típica, IMC = índice de masa corporal.*

Los participantes arbitraban en alguna de las categorías nacionales del fútbol español (2ª división A, 2ª división B o 3ª división). Todos los participantes tenían una experiencia superior a 8 años de arbitraje en fútbol. Ningún participante realizaba entrenamiento específico de fuerza y todos entrenaban una media de 2-4 sesiones semanales. El estudio se realizó bajo el consentimiento del CNAF. Todos los participantes fueron informados de los objetivos de la investigación, participaron voluntariamente en el estudio, se podían retirar del mismo en cualquier momento y firmaron el preceptivo consentimiento informado. Los procedimientos siguieron las pautas marcadas por la Declaración de Helsinki (2008) y la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal (LOPD).

### Procedimiento

El estudio se realizó durante la temporada, en el mes de abril, cuando los árbitros se encontraban inmersos en el periodo competitivo. Cada participante realizó dos sesiones de test. En la primera de ellas, se realizaron los test correspondientes a la aceleración y el salto vertical. Mientras que 72 h después, en la segunda sesión, se llevaron a cabo las mediciones antropométricas y la prueba de resistencia. Además, se les solicitó que el entrenamiento realizado 48 h previas a la realización de los test, fuera con carácter de recuperación, evitándose ejercicios fatigantes. Todos los participantes estaban familiarizados con la correcta ejecución de los test,

ya que correspondían a la evaluación del rendimiento habitual incluida en la rutina de entrenamiento. Antes de comenzar la primera sesión, los participantes realizaron un calentamiento de 5 min de carrera suave, ejercicios de skiping, skalping, amplitud de zancada y saltos verticales. En la segunda sesión de test, dado que el test de resistencia comenzaba a baja intensidad, simplemente se realizó un calentamiento que consistió en la realización de los cuatro primeros periodos de la prueba (Krustrup et al., 2003).

*Características físicas:* Las variables antropométricas que se midieron a cada sujeto fueron la altura (m), la masa corporal (kg) y el porcentaje de grasa corporal (%). La altura y la masa corporal fueron medidas con una balanza-tallímetro (Atlántida, Sayol, Barcelona, España), de una precisión de 0,01 kg y 0,001 m respectivamente. El índice de masa corporal (IMC) se calculó a partir del peso corporal y de la altura ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ). El porcentaje graso se calculó midiendo 7 pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, iliocrestal, abdominal, muslo, pectoral y axilar) con un pliómetro (Harpenden, British Indicators Ltd, Reino Unido), mediante la fórmula de Jackson y Pollock (1978) para jugadores masculinos.

*Test de aceleración 5 y 15 m:* El test de velocidad consistió en realizar 3 aceleraciones máximas de 15 m (Gorostiaga et al., 2009; Los Arcos et al., 2013; Yanci y Los Arcos, 2013) en una pista de atletismo, con un descanso de 90 s entre cada uno de ellos. Los participantes, colocados a 0,5 m del punto 0, realizaron la salida cuando ellos lo consideraban oportuno. Para el registro del tiempo empleado se utilizaron 3 fotocélulas (Microgate® Polifemo Radio Light, Italia) colocadas en el punto 0, a los 5 m y a los 15 m. La altura de las células era de 0,4 m respecto al suelo y la precisión de 1 ms. Se tomó como valor para el análisis posterior el mejor tiempo de las tres repeticiones.

*Test de salto vertical:* Los deportistas realizaron tres saltos sin contra movimiento (SJ) y 3 saltos con contra movimiento (CMJ). Ambos saltos se realizaron en la misma plataforma de contacto (Newtest, Oulu, Finland), primero el SJ y posteriormente el CMJ, atendiendo a las especificaciones técnicas realizadas por Bosco, Luhtanen y Komi (1983). Se incidió en alcanzar una flexión de rodillas de aproximadamente  $90^\circ$  y en mantener las manos en la cintura durante todo el salto. Durante la fase de impulso y la fase de vuelo se permitió una pequeña flexión del tronco (Bosco y Komi, 1978). El descanso entre cada uno de los saltos fue de 30 s, y de 2 min entre cada tipo de salto, SJ y CMJ, respectivamente. Para el análisis estadístico se tomó la altura del mejor salto (Bosco, 1987; Wisloff, Castagna, Helgerud, Jones y Hoff, 2004). Cualquier salto que no cumpliera los requisitos establecidos (Bosco et al. 1983) se consideró nulo pudiendo realizar otro salto más. El cálculo del índice de elasticidad (IE) se realizó mediante la siguiente fórmula:  $\text{IE} = [(\text{CMJ} - \text{SJ}) \times 100] / \text{SJ}$ , donde el IE se mide en % (Bosco y Komi, 1978; González-Montesinos, Carballo-Vidal, Gómez-Espinosa de los Monteros, Fernández-Santos y Román-Bazán, 2010). El cálculo de la diferencia en la altura de vuelo entre el SJ y el CMJ (CMJ-SJ) también fue calculado en cm.

*Test de resistencia:* Con el fin de estimar el consumo máximo de oxígeno ( $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ) y la velocidad aeróbica máxima (VAM) se utilizó el test de campo de la Universidad de Montreal (UM-TT) (Léger, 1980). Dicho test y sus modificaciones han sido utilizados habitualmente en fútbol (Buchheit y Mendez-Villanueva, 2013; Dellal, Varliette, Owen, Chirico y Pialoux, 2012; Dupont, Akakpo y Berthoin, 2004; Los Arcos, Martínez-Santos, Yanci, Martín y Castagna, 2013b; Mendez-Vi-

llanueva et al., 2010). El test de la UM-TT se llevó a cabo en una pista de atletismo al aire libre de 400 m, señalizada cada 50 m. La velocidad de carrera se controló a través de una señal sonora pre programada, estableciéndose una velocidad inicial a 6 km•h-1 que aumentaba 1,20 km•h-1 cada 2 min. La prueba finalizaba cuando el deportista no llegaba por lo menos dentro de los 9 m de la marca establecida en el tiempo correspondiente, o bien cuando el deportista no podía continuar (Léger, 1980). La velocidad de carrera durante el último estadio completado se registró como la VAM y el VO2max fue calculado a partir del tiempo de agotamiento (T. Agot) atendiendo a la fórmula propuesta anteriormente por Léger (1980).

### Análisis estadístico

Los resultados se presentan como media  $\pm$  desviación típica (DT). Todas las variables mostraron una distribución normal según el test de Shapiro-Wilk. La relación entre los resultados obtenidos en las distintas variables (antropométricas, aceleración, salto vertical y capacidad cardiovascular) se calcularon mediante la correlación de Pearson. Para la interpretación de los resultados obtenidos en estas correlaciones se utilizaron los valores establecidos por Salaj y Markovic (2011): baja ( $r \leq 0,3$ ), moderada ( $0,3 < r \leq 0,7$ ) y alta ( $r > 0,7$ ). El análisis estadístico se realizó con el programa Statistical Package for Social Sciences (SPSS Inc, versión 20,0 Chicago, IL, EE.UU.). La significatividad estadística fue de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

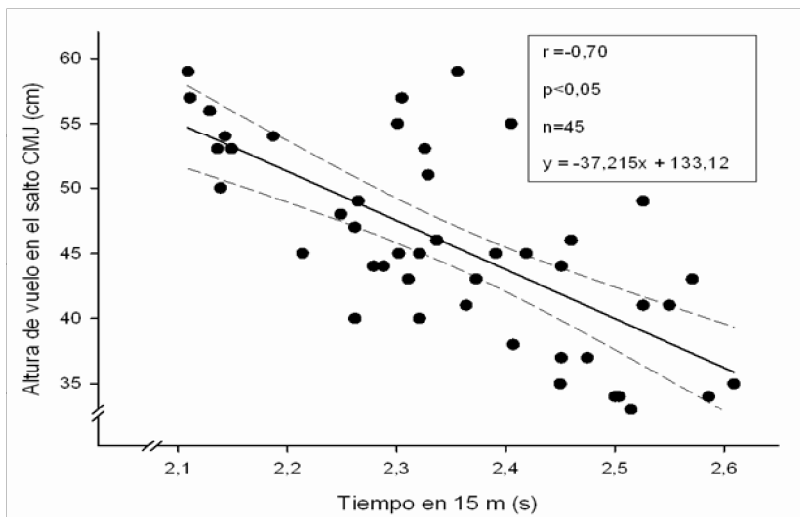
Los resultados obtenidos por los árbitros de fútbol en cuanto a la capacidad de aceleración, salto vertical y capacidad cardiovascular se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2.** Resultados en la capacidad de aceleración, salto vertical y capacidad cardiovascular de la muestra (n = 45).

	Media $\pm$ DT	Mínimo	Máximo
<i>Aceleración</i>			
5 m (s)	0,96 $\pm$ 0,08	0,83	1,10
15 m (s)	2,35 $\pm$ 0,14	2,11	2,61
<i>Salto vertical</i>			
SJ (cm)	39,02 $\pm$ 6,26	27,00	52,00
CMJ (cm)	45,71 $\pm$ 7,44	33,00	59,00
CMJ-SJ (cm)	6,69 $\pm$ 2,70	0,00	13,00
IE (%)	17,29 $\pm$ 7,22	0,00	32,50
<i>Resistencia</i>			
T. Agot (min)	20,84 $\pm$ 1,84	17,30	24,15
VO2max (ml•kg-1•min-1)	56,23 $\pm$ 3,20	49,00	63,00
VAM (km•h-1)	15,72 $\pm$ 1,01	13,39	17,83

*DT = desviación típica, SJ = salto sin contra movimiento, CMJ = salto con contra movimiento, IE = índice de elasticidad, T. Agot = tiempo hasta el agotamiento, VO2max = consumo máximo de oxígeno, VAM = velocidad aeróbica máxima.*

Por otro lado, los valores individuales del tiempo de aceleración en 15 m correlacionaron significativamente y de forma inversa con los valores individuales en el CMJ ( $r = -0,704$ ,  $p < 0,01$ ,  $n = 45$ ) (Figura 1). La tabla 3 muestra las correlaciones obtenidas entre las distintas variables de rendimiento.



**Figura 1.** Correlación entre el tiempo en el sprint 15 m y la altura de vuelo en el salto con contra movimiento (CMJ) ( $n=45$ ).

**Tabla 3.** Coeficientes de correlación ( $r$ ), significatividad estadística ( $p$ ) y valores de interpretación atendiendo a Salaj y Markovic (2011) entre las distintas variables de rendimiento ( $n = 45$ ).

Variables	r	p	Valores
SJ - 5 m	-0,484	$p < 0,01$	Moderada
SJ - 15 m	-0,611	$p < 0,01$	Moderada
SJ - CMJ	-0,937	$p < 0,01$	Alta
SJ - T. Agot	NS	NS	NS
SJ - VO2max	NS	NS	NS
SJ- VAM	NS	NS	NS
CMJ - 5 m	-0,608	$p < 0,01$	Moderada
CMJ - 15 m	-0,704	$p < 0,01$	Alta
CMJ - T. Agot	NS	NS	NS
CMJ - VO2max	NS	NS	NS
CMJ- VAM	NS	NS	NS
5 m - 15 m	0,933	$p < 0,01$	Alta
5 m - T. Agot	NS	NS	NS
5 m - VO2max	NS	NS	NS
5 m - VAM	NS	NS	NS
15 m - T. Agot	NS	NS	NS
15 m - VO2max	NS	NS	NS
15 m - VAM	NS	NS	NS

$r$  = correlación de Pearson, SJ = salto sin contra movimiento, CMJ = salto con contra movimiento. T. Agot = tiempo hasta el agotamiento, VO2max = consumo máximo de oxígeno, VAM = velocidad aeróbica máxima, NS = correlación no significativa.

Por último, el IMC correlacionó significativamente y de forma inversa con el SJ ( $r = -0,313$ ,  $p < 0,05$ ), el CMJ ( $r = -0,346$ ,  $p < 0,05$ ), y las variables de resistencia de T. Agot ( $r = -0,420$ ,  $p < 0,01$ ), VO<sub>2</sub>max ( $r = -0,303$ ,  $p < 0,05$ ) y VAM ( $r = -0,303$ ,  $p < 0,05$ ). De la misma forma, la masa corporal correlacionó significativamente con el SJ ( $r = -0,323$ ,  $p < 0,05$ ), el CMJ ( $r = -0,332$ ,  $p < 0,05$ ), y las variables de capacidad cardiovascular (T. Agot:  $r = -0,439$ ,  $p < 0,01$ ; VO<sub>2</sub>max:  $r = -0,324$ ,  $p < 0,05$ ; VAM:  $r = 0,323$ ,  $p < 0,05$ ). Para el resto de variables antropométricas y de rendimiento no se obtuvieron correlaciones significativas.

## DISCUSIÓN

Este es el primer estudio que analiza la condición física y el análisis de la relación entre distintos parámetros antropométricos y de rendimiento en árbitros de fútbol de nivel nacional. En el presente estudio se observó que los árbitros tienen valores similares de aceleración, salto vertical y capacidad aeróbica que los jugadores de fútbol de distintas categorías. Esto indica que el requerimiento energético es similar en ambas poblaciones y que el tipo de acondicionamiento físico debería ser por tanto similar.

En la literatura existen trabajos científicos anteriores que analizan la velocidad de árbitros de fútbol tanto en 50 m como en 200 m (Casajús y Castagna, 2007; Castagna et al., 2005), o el rendimiento en la prueba de 6 x 40 m (Weston et al., 2009). Sin embargo, nuestro trabajo es el primer estudio que hemos encontrado donde se analiza la capacidad de aceleración en distancias cortas (5 y 15 m) en árbitros de fútbol. Tal y como se expone en otros trabajos, los árbitros de fútbol realizan acciones de sprint durante el 5% del tiempo total (Mallo, García-Aranda y Navarro, 2006) y acciones de carrera a alta intensidad durante el 1,5% de la duración total del partido (Reilly y Gregson, 2006). Esto indica que la mayor parte del tiempo los árbitros realizan acciones de baja y media intensidad. Sin embargo, no hay que olvidar que las acciones de sprint son las que contribuyen a que el árbitro pueda seguir un contraataque o una jugada de gol, lo que sugiere que la capacidad de aceleración en árbitros de fútbol podría ser uno de los componentes de rendimiento importantes a ser tenidos en cuenta. Pero dada la escasez de trabajos en esta línea, resulta complicado establecer comparaciones en esta variable de rendimiento. Aun así, los resultados obtenidos en el presente estudio en la capacidad de aceleración son similares a los reportados en estudios anteriores con futbolistas de distintas categorías (0.96-0.99 s) (Gorostiaga et al., 2009; Maio-Alves, Rebelo, Abrantes y Sampaio, 2010; Yanci y Los Arcos, 2013). Dicha similitud podría ser debida a que el rendimiento del árbitro de fútbol está condicionado por las propias exigencias de la competición y el ritmo de juego impuesto por los jugadores (Mallo et al., 2006).

La capacidad de salto vertical ha sido previamente estudiada en árbitros de fútbol de distintas categorías (Castagna et al., 2005; Tessitore et al. 2007). Los resultados obtenidos en nuestro estudio en la capacidad de salto CMJ ( $45,7 \pm 7,4$  cm) son mejores a los obtenidos por árbitros italianos ( $32,4 \pm 5,8$  cm) de la categoría "Eccellenza" (Tessitore et al., 2007), equivalente a categorías regionales del fútbol español. En otro estudio realizado por Castagna et al. (2005), se analizaron las diferencias en el CMJ en árbitros incluidos en el ranking UEFA de distintas



edades (jóvenes =  $33,5 \pm 2,5$  años, adultos =  $37,5 \pm 1,0$  años, y mayores =  $42,0 \pm 1,0$  años). Los resultados obtenidos fueron significativamente distintos ( $p < 0,05$ ) entre el grupo de jóvenes y mayores. Si comparamos los resultados de los tres grupos con los obtenidos en el presente estudio, podemos observar que tanto el grupo de jóvenes ( $36,3 \pm 3,2$  cm), adultos ( $33,9 \pm 2,9$  cm) y mayores ( $32,6 \pm 3,0$  cm) obtuvieron resultados inferiores a los encontrados en nuestro estudio. De esta forma, resultaría interesante profundizar en el análisis de la capacidad de salto vertical en árbitros de fútbol con el fin de conocer la influencia del nivel competitivo, así como estandarizar protocolos y materiales de análisis similares para poder comparar los resultados obtenidos.

El rendimiento aeróbico en árbitros de fútbol también ha sido analizado en varios trabajos científicos con anterioridad (Casajús y Castagna, 2007; Castagna et al., 2005). Los resultados obtenidos en 45 árbitros de fútbol de élite, pertenecientes al Comité Técnico de Árbitros (CTA) de la Real Federación Española de Fútbol (RFEF), fue de un valor medio de  $VO_{2max}$  de  $54,9 \pm 3,3$   $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  (Casajús y Castagna, 2007), lo que supone un 2% inferior a los obtenidos en nuestro estudio ( $VO_{2max} = 56,2 \pm 3,2$   $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ). De la misma forma, Castagna et al. (2005), obtuvieron resultados inferiores en los árbitros jóvenes de la Serie A de la liga italiana ( $VO_{2max} = 52,1 \pm 7,4$   $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ) y en árbitros adultos de la misma categoría ( $VO_{2max} = 42,5 \pm 4,46$   $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ) en comparación con los árbitros de nuestro estudio. Posiblemente, estas diferencias se puedan deber a la distinta metodología de medida utilizada en los trabajos (laboratorio vs. campo), momento de la realización de los test en la temporada, y el tipo de test utilizado. Resultaría especialmente interesante realizar más estudios de campo que permitan aumentar la validez ecológica y observar el comportamiento de las características cardiovasculares de árbitros de fútbol, así como estandarizar el momento de la temporada de la evaluación y su relación con el volumen de partidos arbitrados.

En lo que nosotros conocemos, a pesar de que en la literatura científica podemos encontrar múltiples estudios que analizan los requerimientos fisiológicos y las demandas específicas en los partidos de los árbitros de fútbol (Castagna et al., 2007; D'Ottavio y Castagna, 2001; Krustup y Bangsbo, 2001; Mallo et al., 2009), no hemos encontrado ningún estudio que examine la relación entre las características antropométricas, la capacidad de aceleración, el salto vertical y la capacidad cardiovascular en árbitros de fútbol de categoría nacional. En el presente trabajo se obtuvo una alta correlación significativamente inversa entre el CMJ y el tiempo de aceleración en 15 m, lo que indica que aquellos árbitros que menos tiempo necesitaron para recorrer 15 m fueron aquellos que más altura alcanzaron en el salto vertical. Resultados similares fueron obtenidos anteriormente en un estudio realizado por Wisloff et al. (2004) en jugadores de fútbol de élite, lo que podría sugerir la necesidad de profundizar en el estudio de la relación entre estas dos variables, con el fin de determinar si al desarrollar mayores valores de fuerza explosiva se podrían encontrar mejoras no solo en la capacidad de salto, sino también en la velocidad de carrera.

También se encontraron correlaciones significativas inversas entre el IMC y la masa corporal de los árbitros con distintas variables de capacidad cardiovascular. En concordancia con nuestros resultados, Casajús y Castagna (2007) encontraron correlaciones entre el porcentaje graso y el  $VO_{2max}$  relativo en árbitros de fútbol ( $r = -0,34$ ,  $p = 0,02$ ). Esto indica la necesidad de profundizar en este aspecto

para corroborar estos resultados y determinar la influencia de las características antropométricas en estas variables. Atendiendo a estos hallazgos, puede resultar importante lograr una óptima composición corporal con el fin de obtener adecuados niveles en la capacidad cardiovascular (Rogers, Hagberg, Martin, Ehsani y Holloszy, 1990). Sin embargo, tal y como se ha sugerido anteriormente (Field, 2009), los resultados de las correlaciones obtenidas hay que tratarlas con cautela, ya que es una asociación de variables y no una relación causa-efecto.

## CONCLUSIONES

A pesar de que la capacidad de aceleración y el salto vertical en árbitros de fútbol podrían ser algunos de los componentes de rendimiento importantes susceptibles de medida, debido a la escasez de trabajos en esta línea, resulta complicado establecer comparaciones en estas variables de rendimiento. Los resultados obtenidos en el presente estudio en la capacidad de aceleración son similares a los reportados en estudios anteriores con futbolistas de distintas categorías. En cuanto a la manifestación de fuerza explosiva del miembro inferior durante el salto vertical, parece ser algo superior en los árbitros del presente estudio que la encontrada hasta ahora en la literatura. Resultaría interesante, por tanto, profundizar en el análisis de la capacidad de aceleración y de salto vertical en árbitros de fútbol con el fin de conocer la influencia del nivel competitivo, así como, de estandarizar protocolos y materiales de análisis similares para poder comparar los resultados obtenidos.

En cuanto al rendimiento aeróbico (VO<sub>2</sub>max), los resultados obtenidos en nuestro trabajo son ligeramente superiores a los encontrados por los estudios anteriores en árbitros de fútbol obtenidos en condiciones de laboratorio.

Finalmente, se observó una alta correlación significativamente inversa entre el CMJ y el tiempo de aceleración en 15 m, así como correlaciones significativas inversas entre el IMC y la masa corporal de los árbitros con distintas variables de capacidad cardiovascular.

## APLICACIÓN PRÁCTICA

Atendiendo a los resultados obtenidos en nuestro estudio, puede resultar interesante para los preparadores físicos involucrados en el entrenamiento de árbitros de fútbol el realizar test específicos de campo para valorar la condición física de estos deportistas. La correlación encontrada entre el salto vertical y la capacidad de aceleración y entre la composición corporal (masa e IMC) y la capacidad cardiovascular en árbitros de fútbol, puede resultar especialmente importante, por un lado, para dirigir los entrenamientos con el fin de conseguir una reducción de la masa corporal y por otro, para conseguir una mejora en la fuerza explosiva del tren inferior y obtener así un mayor rendimiento tanto en la capacidad cardiovascular como en la capacidad de aceleración.

Queremos agradecer al Comité Navarro de Árbitros de Fútbol (CNAF) por ofrecernos la posibilidad de realizar este estudio de investigación y en concreto a los preparadores físicos y árbitros participantes en este estudio.

Este trabajo de investigación ha sido financiado en parte por el Comité Navarro de Árbitros de Fútbol y por el Departamento de Educación Física y Deportiva de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU).

## REFERENCIAS

Bartha, C., Petridis, L., Hamar, P., Puhl, S. y Castagna, C. (2009). Fitness test results of Hungarian and international-level soccer referees and assistants. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 121–126.

Bosco, C., Luhtanen, P. y 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.

Bosco, C. y Komi, P.V. (1978). Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscles. *European Journal of Applied Physiology*, 24, 21-32.

Buchheit, M. y Mendez-Villanueva, A. (2013). Supramaximal intermittent running performance in relation to age and locomotor profile in highly-trained young soccer players. *Journal of Sports Science*, 31(13), 1402-1411.

Casajús, J.A. y Castagna, C. (2007). Aerobic fitness and field test performance in elite Spanish soccer referees of different ages. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10, 382-389.

Castagna, C., Abt, G. y D'Ottavio, S. (2002). Relation between fitness tests and match performance in elite Italian soccer referees. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(2), 231-235.

Castagna, C., Abt, G., D'Ottavio, S. y Weston, M. (2005). Age-related effects on fitness performance in elite-level soccer referees. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 785-790.

Castagna, C., Abt, G. y D'Ottavio, S. (2005b). Competitive level differences in yo-yo intermittent recovery and twelve minute run test performance in soccer referees. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 805-809.

Castagna, C., Abt, G. y D'Ottavio, S. (2007). Physiological aspects of soccer refereeing performance and training. *Sports Medicine*, 37(7), 625-646.

Castagna, C. y D'Ottavio, S. (2001). Effect of maximal aerobic power on match performance in elite soccer referees. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(4), 420-425.

Castagna, C., Impellizzeri, F.M., Bizzini, M., Weston, M. y Manzi, V. (2011). Applicability of a change of direction ability field test in soccer assistant referees. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(3), 860-866.

Costa, E.C., Vieira, C.M.A., Moreira, A., Ugrinowitsch, C., Castagna, C. y Aoki, M.A. (2013). Monitoring external and internal loads of Brazilian soccer referees during official matches. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12, 559-564.

Dellal, A., Varliette, C., Owen, A., Chirico, E.N. y Pialoux, V. (2012). Small-sided games versus interval training in amateur soccer players: effects on the aerobic capacity and the ability to perform intermittent exercises with changes of direction. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2712-2720.

D'Ottavio, S. y Castagna, C. (2001). Analysis of match activities in elite soccer referees during actual match play. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(2), 167-171.

D'Ottavio, S. y Castagna, C. (2001b). Physiological load imposed on elite soccer referees during actual match play. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(1), 27-32.

Dupont, G., Akakpo, K., y 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.

Field, A.P. (2009). *Discovering Statistics Using SPSS for Windows*. London: Sage.

González-Montesinos, J.L., Caraballo-Vidal, I., Gómez-Espinosa de los Monteros, R., Fernández-Santos, J. y Román-Bazán, M.A. (2010). Propuesta para calcular el índice de elasticidad máxima en miembros inferiores. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 10(39), 356-368.

Gorostiaga, E.M., Llodio, I., Ibáñez, J., Granados, C., Navarro, I., Ruesta, M., Bonnabau, H. e Izquierdo, M. (2009). Differences in physical fitness among indoor and outdoor elite male soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 106(4), 483-91.

Helsen, W. y Bultynck, J.B. (2004). Physical and perceptual-cognitive demands of top-class refereeing in association football. *Journal of Sports Science*, 22(2), 179-189.

Hori, N., Newton, R.U., Andrews, W.A., Kawamori, N., McGuigan, M.R. y Nosaka, K. (2008). Does performance of hang power clean differentiate performance of jumping, sprinting, and changing of direction? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 412-418.

Jackson, A.S. y Pollock, M.L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, 40(3), 497-504.

Johnston, L. y McNaughton, L. (1994). The physiological requirements of soccer refereeing. *Australian Journal of Science and Medicine and Sport*, 26(3-4), 67-72.

Krustrup, P. y Bangsbo, J. (2001). Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training. *Journal of Sports Science*, 19, 881-891.

Krustrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., Pedersen, P.K. y 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.

Krustrup, P., Helsen, W., Randers, M.B., Christensen, J.F., MacDonald, C., Rebelo, A.N. y Bangsbo, J. (2009). Activity profile and physical demands of football referees and assistant referees in international games. *Journal of Sports Science*, 27(11), 1167-1176.

Léger, L. y Boucher, R. (1980). An indirect continuous running multistage field test: the Université de Montréal track test. *Canadian Journal of Applied Sport Science*, 5(2), 77-84.

Los Arcos, A., Yanci, J., Mendiguchia, J., Salinero, J.J., Brughelli, M. y Castagna, C. (2013). Short-term training effects of vertically and horizontally oriented exercises on neuromuscular performance in professional soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. [Epub ahead of print].

Los Arcos, A., Martínez-Santos, R., Yanci, J., Martín, J. y Castagna, C. (2013b). Variability of objective and subjective intensities during ball drills in youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(3), 752-757.

Maio-Alves, J.M., Rebelo, A.N., Abrantes, C. y 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(4), 936-941.

Mallo, J., García-Aranda, J.M. y Navarro, E. (2006). Análisis del rendimiento físico de los árbitros de fútbol durante partidos de competición oficial. *European Journal of Human Movement*, 17, 25-40

Mallo, J., Navarro, E., García-Aranda, J. M., Gilis, B. y Helsen, W. (2008). Analysis of the kinematical demands imposed on top-class assistant referees during competitive soccer matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(1), 235-242.

Mallo, J., Navarro, E., Aranda, J.M.G. y Helsen, W.F. (2009). Activity profile of top-class association football referees in relation to fitness-test performance and match standard. *Journal of Sports Sciences*, 27(1), 9-17.

Mallo, J., Navarro, E., García-Aranda, J.M. y Helsen, W. (2009). Physical demands of top-class soccer assistant refereeing during high-standard matches. *International Journal of Sports Medicine*, 30(5), 331-336.

Meckel, Y., Machnai, O. y Eliakim, A. (2009). Relationship among repeated sprint tests, aerobic fitness, and anaerobic fitness in elite adolescent soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 163-169.

Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Kuitunen, S., Poon, T.K., Simpson, B. y Peltola, E. (2010). Is the relationship between sprinting and maximal aerobic speeds in young soccer players affected by maturation? *Pediatric Exercise Science*, 22(4), 497-510.

Oliveira, M.C., Santa, C.H.G. y Barros-Neto, T.L. (2008). Analysis of in-field displacement patterns and functional indexes of referees during the soccer match. *Fitness Performance Journal*, 7(1), 41-47.

Reilly, T. y Gregson, W. (2006). Special populations: The referee and assistant referee. *Journal of Sports Science*, 24(7), 795-801.

Rogers, M.A., Hagberg, J.M., Martin, W.H., Ehsani, A.A. y Holloszy, J.O. (1985). Decline in VO<sub>2</sub>max with ageing in masters athletes and sedentary men. *Journal of Applied Physiology*, 68, 2195-2199.

Salaj, S. y Markovic, G. (2011). Specificity of jumping, sprinting, and quick change-of-direction motor abilities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(5), 1249-1255.

Tessitore, A., Cortis, C., Meeusen, R. y Capranica, L. (2007). Power performance of soccer referees before, during, and after official matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1183-1187.

Weston, M., Castagna, C., Impellizzeri, F.M., Rampinini, E. y Abt, G. (2007). Analysis of physical match performance in English Premier League soccer referees with particular reference to first half and player work rates. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10, 390-397.

Weston, M., Castagna, C., Helsen, W. y Impellizzeri F. (2009). Relationships among field-test measures and physical match performance in elite-standard soccer referees. *Journal of Sports Science*, 27(11), 1177-1184.

Weston, M., Gregson, W., Castagna, C., Breivik, S., Impellizzeri, F.M. y Lovell, R.J. (2011). Changes in a top-level soccer referee's training, match activities, and physiology over an 8-year period: a case study. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(2), 281-286.

Wisloff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R. y 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., Chamari, K., Dellal, A. y Wisloff, U. (2009). Relationship between anthropometric and physiological characteristics in youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1204-1210.

Yanci, J. y Los Arcos, A. (2013). Aerobic and anaerobic performance variation in professional soccer players during preseason. *Cultura\_Ciencia\_Deporte*, 24(8), 207-215.