

Sous Sánchez, J.O.; Ruiz Caballero, J.A. y Brito Ojeda, M.E. (2010). Valores ergoespirométricos en árbitros de fútbol de Canarias. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 10 (39) pp. 428-438. [Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista39/artvalores172.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista39/artvalores172.htm)

## ORIGINAL

# VALORES ERGOESPIROMÉTRICOS EN ÁRBITROS DE FÚTBOL DE CANARIAS

## ERGO-ESPYROMETRIC VALUES IN SOCCER REFEREES OF THE CANARY ISLANDS

**Sous Sánchez, J.O.<sup>1</sup>; Ruiz Caballero, J.A.<sup>2</sup> y Brito Ojeda, M.E.<sup>3</sup>**

1 Doctor en Medicina. Licenciado en Medicina. Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Experto Universitario en Entrenamiento Deportivo. Profesor de la Escuela Canaria de Entrenadores de Fútbol. *E-mail: jose\_sous@hotmail.com*

2 Doctor en Medicina y Cirugía. Médico Especialista en Medicina de la Educación Física y del Deporte. Licenciado en Educación Física. Profesor de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Director de la Escuela de Entrenadores de Federación Interinsular de Fútbol de Las Palmas. *E-mail: jruiz@def.ulpgc.es*

3 Doctora en Medicina. Licenciada en Educación Física. Profesora de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Profesora de la Escuela Canaria de Entrenadores de Fútbol. *E-mail: ebrito@def.ulpgc.es*

**Clasificación UNESCO:** 2411 Fisiología Humana y 9915 Medicina del Deporte

**Clasificación Consejo de Europa:** 06 Fisiología del Ejercicio y 11 Medicina del Deporte

**Recibido** 2 junio 2009

**Aceptado** 7 de junio de 2010

### RESUMEN

El presente trabajo tiene por objeto conocer las características ergoespirométricas y valorar genéricamente la adaptación cardiorrespiratoria y metabólica al esfuerzo máximo progresivo, la potencia aeróbica máxima y la resistencia aeróbica de árbitros de fútbol de Canarias que participan en categoría nacional. La muestra utilizada para la realización del estudio estuvo compuesta por 22 árbitros pertenecientes al Comité Interinsular de Árbitros de Las Palmas. Las mediciones e intervenciones para la obtención de datos consistieron en un reconocimiento médico deportivo previo a todos los sujetos y posteriormente la realización de una prueba ergoespirométrica máxima

progresiva sobre tapiz rodante. Entre los resultados más destacados encontramos que el valor medio global de consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2m\acute{a}x.}$ ) relativo de los árbitros de fútbol evaluados en el presente estudio ( $\bar{X} = 49,07 \pm 4,25 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) es similar al obtenido en diversos estudios de la literatura internacional sobre la valoración de la capacidad física de los árbitros, que describen unos valores relativos de  $VO_{2m\acute{a}x.}$  de 46-51  $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ .

**PALABRAS CLAVE:** árbitros de fútbol, valoración ergométrica, consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2m\acute{a}x.}$ )

## ABSTRACT

The aim of this study is to know the ergoespyrometric characteristics and to assess the cardio-respiratory and the metabolic adaptation to the maximal progressive exercise, the maximum aerobic power and aerobic endurance of soccer referees of the Canary Islands engaged in the national category. The sample used in this study has consisted in 22 referees who belong to the Referees Committee of Las Palmas. Measurements and interventions for data collection have consisted in a medical sport examination prior to the subjects, and then an ergoespyrometrical maximal test on treadmill. Between the most prominent, we found that the global average of maximal oxygen uptake ( $VO_{2m\acute{a}x.}$ ) on the football referees evaluated in this study ( $\bar{X} = 49,07 \pm 4,25 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) is similar to that obtained in various studies of international literature on the valuation of the physical capacity of the referees, who describes some relative values of  $VO_{2m\acute{a}x.}$  of 46-51  $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ .

**KEY WORDS:** soccer referees, ergometrical assessment, maximal oxygen uptake ( $VO_{2m\acute{a}x.}$ )

## INTRODUCCIÓN

Por mucho tiempo el árbitro de fútbol fue considerado una figura secundaria en el fútbol. Con el pasar de los años, se reconoció que el árbitro es, también, la persona que puede interferir en el resultado de un partido. Así, debido a la importancia de este profesional para el fútbol, la comunidad científica pasó a estudiarlo para fundamentar su preparación física y mental (Da Silva y Romero, 2007).

El árbitro desempeña un rol fundamental durante un partido de fútbol, ya que es el responsable de hacer cumplir el reglamento. Para ejecutar correctamente esta compleja tarea, debe juzgar y tomar decisiones en pocos instantes de tiempo, por lo que resulta primordial que posea un óptimo nivel de rendimiento deportivo.

El rendimiento del árbitro tiene tres componentes o elementos: el rendimiento técnico (posicionamiento, visualización, interpretación), el

rendimiento físico (condición física) y el rendimiento psicológico. El resultado final depende de los tres tipos de rendimiento y, por tanto, cada uno de ellos juega un papel determinante (Mallo, García-Aranda y Navarro, 2007).

Para alcanzar un buen rendimiento técnico, es indispensable que el árbitro posea un buen nivel de condición física (Fernández et al., 2008; Mallo et al., 2007). El árbitro de fútbol requiere un óptimo nivel de condición física no sólo para posicionarse bien en el campo, sino también para retardar o reducir la aparición de fatiga y los efectos consiguientes que ésta puede tener en la capacidad de toma de decisión (Harley et al., 2001; Mallo et al., 2007). Por estos motivos, la Federación Internacional de Fútbol Asociado (FIFA) considera como un requisito necesario para el buen arbitraje disponer de un correcto estado de condición física aeróbica (Eissmann y D'Hoogue, 1996; Mallo et al., 2007).

El fútbol se caracteriza por ser una actividad física de perfiles metabólicos aeróbico y anaeróbico que requiere esfuerzos de alta intensidad y de gran desgaste físico. Las habilidades se presentan de forma intermitente y acíclica, variando en la intensidad (Oliveira, Santana y Barros-Neto, 2008).

Durante los últimos años han surgido diversos estudios que abordan aspectos fisiológicos del rendimiento y la capacidad física de los árbitros (Da Silva et al., 2002; Casajus y Castagna, 2007; Castagna y D'Ottavio, 2001; Castagna, Abt y D'Ottavio, 2007; Krusturup y Bangsbo, 2001; Mallo, 2006; Mallo y Navarro, 2009; Rebelo et al., 2002; Weston et al., 2004 y 2009). Así como hubo un enorme progreso en el entrenamiento deportivo, ha habido también una gran evolución en las formas de medir los resultados obtenidos durante un programa de entrenamiento (Fernández et al., 2008). Tests físicos que expresan el nivel de las capacidades físicas utilizadas por los árbitros en el transcurrir de un partido de fútbol, están siendo objeto de estudio y sugeridos por la bibliografía científica (Castagna et al., 2002 y 2005; Da Silva, 2005; Krusturup y Bangsbo, 2001). En el año 2006, la FIFA estableció nuevas pruebas aeróbicas y anaeróbicas para sus colegiados, contempladas en su renovada batería de tests físicos (Fernández et al., 2008).

Tal y como señalan Mallo y Navarro (2009), el perfil de exigencia que supone la tarea del arbitraje ha sido estudiado en profundidad en varios trabajos (Castagna y D'Ottavio, 2001; Krusturup y Bangsbo, 2001; Mallo, 2006), habiéndose determinado que los árbitros recorren en torno a las 10-12 km durante un partido, con un 35-40% de la distancia recorrida a una elevada intensidad (por encima de los 13 km/h); sin embargo, en un estudio más reciente, Castagna et al. (2007) observaron distancias entre 9 y 13 km. Por otro lado, la frecuencia cardiaca media registrada durante el juego se sitúa en torno a las 160 p/min, lo que correspondería aproximadamente a un 85% de la frecuencia cardiaca máxima individual de cada juez (Mallo, 2006).

En un estudio reciente, Mallo et al. (2009) concluyeron que las exigencias físicas que deben soportar los árbitros y árbitros asistentes aumentan conforme lo hace el nivel de los futbolistas que intervienen en los partidos. En concreto, la cantidad de ejercicio realizado a la máxima intensidad parece ser la variable de rendimiento físico que mejor discrimina el nivel de la competición.

Un método para valorar la capacidad física funcional de un sujeto es la prueba de esfuerzo, por medio de la cual puede establecerse de forma directa el consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2m\acute{a}x.}$ ) que precisa un individuo cuando sus músculos están trabajando a un máximo nivel (Nieto y Culebras, 2001). La valoración de los parámetros máximos alcanzados durante la prueba ergométrica, nos permite cuantificar la capacidad del organismo de adaptarse a las situaciones de esfuerzo máximo (Alvero y De Teresa, 2002). Cada deporte requiere unas exigencias físicas que se van a plasmar en su adaptación al esfuerzo y, por tanto, sus valores ergoespirométricos diferirán entre sí (González y Rubio, 1990; Sous et al., 2008).

En el entrenamiento moderno, el conocimiento de los índices funcionales, tales como frecuencia cardiaca y consumo máximo de oxígeno, se vuelve indispensable en el inicio de la temporada, para que la condición física de los árbitros sea perfeccionada en el transcurrir de los campeonatos (Oliveira et al., 2008).

El presente trabajo expone los resultados obtenidos tras realizar una valoración funcional ergoespirométrica en árbitros de fútbol de Canarias.

## **OBJETIVOS**

El objeto de este estudio es conocer las características ergoespirométricas y valorar genéricamente la adaptación cardiorrespiratoria y metabólica al esfuerzo máximo progresivo, la potencia aeróbica máxima y la resistencia aeróbica de árbitros de fútbol de Canarias que participan en categoría nacional.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

La muestra utilizada para la realización del estudio estuvo compuesta por 22 árbitros de categoría nacional pertenecientes al Comité Interinsular de Árbitros de Las Palmas. Sus edades estaban comprendidas entre los 19 y los 38 años (media de 26,2 y DT = 4,9).

La realización de los tests tuvo lugar en el Centro Canario de Apoyo al Deportista de Las Palmas de Gran Canaria. A todos y cada uno de ellos, se les explicó verbalmente y por escrito el objetivo de la prueba y los métodos a emplear, tras lo cual firmaron una autorización o consentimiento informado.

Se llevó a cabo un reconocimiento médico deportivo previo a todos los sujetos compuesto por: historia clínica completa, exploración física, características antropométricas, dinamometría, exploración de base (auscultación cardíaco-pulmonar), espirometría y registro electrocardiográfico basal con toma de pulso y tensión arterial. Posteriormente se realizó una prueba ergoespirométrica máxima progresiva sobre tapiz rodante, siguiendo las técnicas habituales de seguridad y respetando las condiciones estándar propuestas por el Comité de Investigación del ICSSPE (Internacional Council of Sports Science and Physical Education) para la Normalización Internacional de la Ergometría (Nieto y Culebras, 2001).

El protocolo utilizado por los miembros del Centro Canario de Apoyo al Deportista para la aplicación de las cargas de trabajo consistió en un calentamiento previo de 2 minutos a 8 km/h y posteriormente se iniciaba la prueba a una velocidad de 8 km/h con incrementos sucesivos de 2 km/h cada 2 minutos, con una inclinación del tapiz constante del 1%. La prueba de esfuerzo fue máxima, realizándose hasta el agotamiento, siguiendo los criterios de interrupción del ACSM (Mahler et al., 2000). Se valoró el umbral anaeróbico calculado conforme a la metodología propuesta por Davis (1985). Se llevó a cabo un registro de la frecuencia cardíaca de los sujetos durante la recuperación post-esfuerzo hasta el minuto 10, con el fin de conocer la respuesta de la misma tras la prueba ergométrica.

El material utilizado para la realización de los tests estuvo formado por:

- Tapiz rodante modelo L6 de Jaeger, con programador de velocidad y pendiente.
- Analizador de gases “respiración a respiración” MedGraphics, modelo CPX/MAX.
- Electrocardiógrafo y osciloscopio (para registrar de forma continua la FC) Datex-Ohmeda, modelo S/5.
- Desfibrilador marca “Lite” y carro de paradas con material clínico y farmacológico complementario.

La base de datos global de los árbitros estudiados y el análisis estadístico se realizó con el software SPSS versión 15.0 para Windows. La información procedente de los tests y el resultado de las variables calculadas se recogieron en la ficha de recogida de datos de cada sujeto. Posteriormente, la información contenida en las fichas de recolección de la información fue depurada, codificada e introducida en la base de datos del programa SPSS (proceso de control de entrada de datos). Por último, se procedió a detectar inconsistencias, valores raros y realizar las correcciones oportunas.

Una vez codificadas las variables se procedió a la reducción a sus estadísticos básicos de tendencia central y dispersión (media, desviación típica,

error estándar, rangos e intervalo de confianza del 95% en los casos en que proceda) para las variables cuantitativas, y matriz de frecuencias y sus porcentajes para las variables categóricas o cualitativas.

## RESULTADOS

En la tabla 2 se muestran los valores de los parámetros biométricos en la muestra estudiada. Los árbitros de fútbol evaluados presentaron una talla media de 176,7 cm., un peso medio de 77,1 Kg. y un índice de masa corporal (IMC) medio de 24,5 Kg. /m<sup>2</sup>.

En la tabla 3 aparecen los parámetros espirométricos estudiados. Se obtuvieron unos valores medios para la capacidad vital y volumen espirado máximo en el primer segundo (VEMS) de 4,5 y 4,1 litros, respectivamente, con un índice de Tiffenau del 91,9 %.

**Tabla 2. Parámetros Biométricos de la muestra estudiada.**

	Media	Desv. típ.	Mínimo	Máximo
Edad (años)	26,18	4,91	19,00	38,00
Talla (cm)	176,75	8,01	154,50	190,00
Peso (Kg)	77,14	12,70	50,80	105,90
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	24,56	2,74	19,75	30,07
Envergadura (cm)	177,64	10,17	150,00	192,00
Superficie corporal (m <sup>2</sup> )	1,94	,19	1,47	2,34

**Tabla 3. Parámetros Espirométricos de la muestra estudiada.**

	Media	Desv. típ.	Mínimo	Máximo
Capacidad Vital (litros)	4,50	,77	3,12	6,00
VEMS (litros)	4,10	,67	2,91	5,34
Indice Tiffenau (%)	91,95	7,32	73,00	100,00

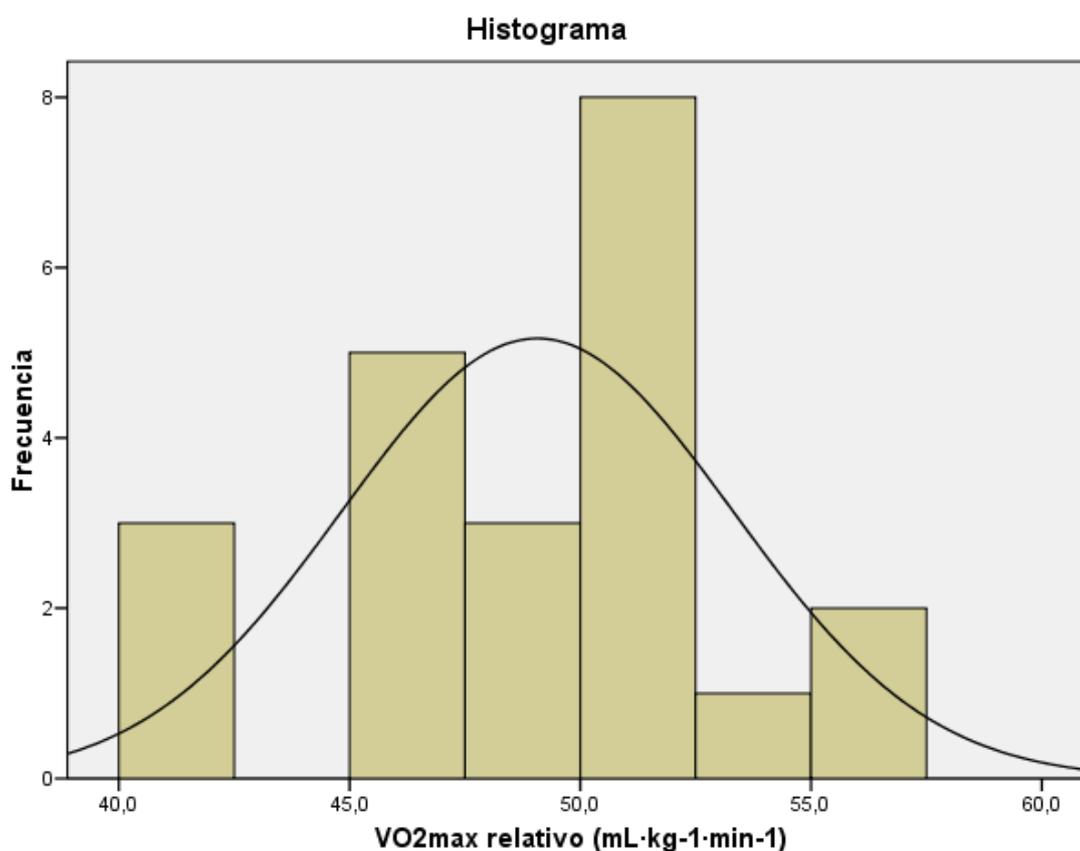
Los resultados obtenidos de la valoración ergo-espirométrica se exponen en la tabla 4. Los sujetos estudiados presentaron un promedio de consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2máx.}$ ) absoluto de  $3,72 \pm 0,64$  L·min<sup>-1</sup> y de consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2máx.}$ ) relativo de  $49,07 \pm 4,25$  mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>.

En la distribución de frecuencias del  $VO_{2máx.}$ , encontramos un valor igual o superior a 50 mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> en 11 casos (50 % del total de la muestra), con un máximo de 57 mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> en uno de los sujetos (Fig. 2).

**Tabla 4. Parámetros Ergoespirométricos de la muestra estudiada.**

	Media	Desv. típ.	Mínimo	Máximo
Volumen Minuto (L·min <sup>-1</sup> )	142,64	23,94	94,00	182,00
VO2max absoluto (L·min <sup>-1</sup> )	3,72	,64	2,49	5,33
VO2max relativo (mL·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	49,07	4,25	41,50	57,00
Cociente Respiratorio	1,22	,09	1,03	1,47

**Figura 2. Distribución de frecuencias del VO2max en la muestra estudiada.**



En cuanto a los valores relativos a la frecuencia cardiaca, los árbitros estudiados presentaron durante la prueba ergométrica una frecuencia cardiaca máxima de  $190 \pm 8,5$  lat·min<sup>-1</sup> y de  $175,1 \pm 7,9$  lat·min<sup>-1</sup> en umbral anaeróbico (tabla 5). Durante la recuperación, disminuyó paulatinamente desde  $152 \pm 14,3$  lat·min<sup>-1</sup> en el primer minuto hasta alcanzar un promedio de  $93,1 \pm 12,6$  lat·min<sup>-1</sup> a los diez minutos de la finalización de la prueba (tabla 6).

**Tabla 5. Valores de frecuencia cardíaca en reposo, máxima y en umbral ventilatorio anaeróbico de la muestra estudiada.**

	Media	Desv. típ.	Mínimo	Máximo
FC reposo (lat·min <sup>-1</sup> )	58,5	7,4	44,0	80,0
FC máxima (lat·min <sup>-1</sup> )	190,0	8,5	173,0	202,0
FC umbral anaeróbico (lat·min <sup>-1</sup> )	175,1	7,9	163,0	189,0

**Tabla 6. Valores de frecuencia cardíaca durante la recuperación de la muestra estudiada.**

	Media	Desv. típ.	Mínimo	Máximo
FC min 1 recuperación	152,0	14,3	122,0	174,0
FC min 2 recuperación	131,2	11,4	111,0	150,0
FC min 3 recuperación	107,1	11,6	87,0	127,0
FC min 4 recuperación	101,5	11,3	79,0	120,0
FC min 5 recuperación	98,5	12,2	75,0	119,0
FC min 7 recuperación	94,7	12,9	68,0	115,0
FC min 10 recuperación	93,1	12,6	68,0	110,0

## DISCUSIÓN

El valor medio global de consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2máx.}$ ) relativo de los árbitros de fútbol evaluados en el presente estudio ( $\bar{x} = 49,07$  mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) es similar al obtenido en diversos estudios de la literatura internacional sobre la valoración de la capacidad física de los árbitros (Krustrup y Bangsbo, 2001; Castagna y D'Ottavio, 2001; Weston y Brewer, 2002; Bangsbo et al., 2004), que describen unos valores relativos de  $VO_{2máx.}$  de 46-51 mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>

Krustrup y Bangsbo (2001), en su estudio con árbitros daneses, observaron un  $VO_{2máx.}$  de 46,3 mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>. Otros valores descritos para los árbitros han sido 46,7 en el estudio de Bangsbo et al. (2004) y 50,9 mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> en el trabajo de Weston y Brewer (2002). No obstante, Silva et al. (2002) en un estudio con una muestra de 10 árbitros brasileños de alto nivel pertenecientes a la Federación Paranaense de Fútbol, obtuvieron un promedio de  $VO_{2máx.}$  superior (57,43 mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>).

Castagna y D'Ottavio (2001), analizaron a ocho árbitros con un protocolo progresivo incremental (modificación del "Montreal Track Test") en una pista de atletismo utilizando un analizador de gases Cosmed K2, partiendo de una velocidad de 8 km/h y aumentando 2 km/h cada 2 minutos hasta que el sujeto no podía mantener el ritmo. El  $VO_{2máx.}$  logrado por los árbitros italianos estudiados fue de 49,3 mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>.

No obstante, debemos tener en consideración diferencias en cuanto a la muestra, el test y el protocolo utilizados, que pueden ser fuente de discrepancia entre los distintos estudios. Así, Mallo (2006) señala que la valoración de la condición física del árbitro de fútbol se ha realizado tradicionalmente a través de una gran variedad de métodos, muchos de ellos inespecíficos, lo que dificulta la comparación entre los estudios.

A tenor del patrón intermitente de los desplazamientos desarrollado tras el análisis de las demandas del juego en los árbitros durante los partidos, las pruebas de valoración de la potencia aeróbica que utilizan protocolos continuos no parecen ajustarse a las demandas experimentadas por los jueces durante la competición (Mallo, 2006). Por ello, Krustup y Bangsbo (2001) señalan que podría ser más adecuado el empleo de una prueba intermitente que refleje las actividades de los árbitros durante los partidos.

La importancia de poseer un nivel elevado de potencia aeróbica máxima radica en que diferentes estudios han demostrado una relación positiva entre el  $VO_{2m\acute{a}x.}$  determinado de una manera directa y la distancia recorrida durante los partidos por los árbitros (Krustup y Bangsbo, 2001), así como entre el  $VO_{2m\acute{a}x.}$  y la distancia recorrida a una elevada intensidad (Krustup y Bangsbo, 2001; Krustup et al., 2002.).

## CONCLUSIONES

1. La muestra de árbitros de fútbol canarios estudiados se caracteriza por una valoración ergoespirométrica dentro de la normalidad.
2. El valor medio global de  $VO_{2m\acute{a}x.}$  relativo de los árbitros de fútbol evaluados en el presente estudio es similar al obtenido en diversos estudios de la literatura internacional sobre la valoración de la capacidad física de los árbitros, si bien hay que tener en consideración diferencias en cuanto a la muestra, el test y el protocolo utilizados, que pueden ser fuente de discrepancia entre los distintos estudios.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alvero JR, De Teresa C. La prueba de esfuerzo en medicina deportiva: aspectos generales y objetivos. En: Espinosa JS, Sánchez-Lafuente (coord). Prueba de esfuerzo cardiaca, respiratoria y deportiva. Edika Med. Barcelona; 2002. p. 109-127.
2. Bangsbo, J., Mohr, M. y Krustup, P.: Physical capacity and match performance of top-class football referees in relation to age. *Journal of Sport Sciences*, 2004; (22), 524.
3. Casajus JA, Castagna C. Aerobic fitness and field test performance in elite Spanish soccer referees of different ages. *J Sci Med Sport* 2007;10(6):382-9.

4. Castagna C, D'Ottavio S. Effect of maximal aerobic power on match performance in elite soccer referees. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2001;(15): 420-425.
5. Castagna C, Abt G, D'Ottavio S. Relation Between Fitness Tests and Match Performance in Elite Italian Soccer Referees. *J. Strength Cond. Res.* 2002; 16(2):231-5
6. Castagna C, Abt G, D'Ottavio S. Competitive-level differences in yo-yo intermittent recovery and twelve minute run test performance in soccer referees. *J Strength Cond Res* 2005;19(4):805-9.
7. Castagna C, Abt G, D'Ottavio S. Physiological aspects of soccer refereeing performance and training. *Sports Med.* 2007;37(7):625-46.
8. Da Silva IA. Bases científicas e metodológicas para o treinamento do árbitro de futebol. Paraná: Universidade Federal do Paraná; 2005.
9. Da Silva IA, Romero E, Kiyoshi T.: Análisis de los tests empleados por la FIFA para evaluar a sus árbitros. *Revista Digital: EFDdeportes*, 2002. Año 8, Nº 49. <http://www.efdeportes.com/>.
10. Da Silva IA, Romero E. Influencia del cambio de la comisión de arbitraje en la capacidad física de árbitros de fútbol de la CBF. *Pensar a Práctica* 2007;10 (2).
11. Davis JA. Anaerobic threshold: a review of the concept and directions for future research. *Med Sci Sports Exerc* 1985; 17: 6-18.
12. Eissmann HJ, D'Hooghe M: Sports medical examinations. En: *The 23rd Man Sports medical advice for football referees*. Gersöne-Druck. Leipzig, 1996: 7-19.
13. Fernández GE, Da Silva AI, Arruda M. Perfil antropométrico y aptitud física de árbitros del fútbol profesional chileno. *Int. J. Morphol.* 2008;26(4):897-904.
14. González M, Rubio S: Valores ergoespirométricos en deportistas españoles de élite. *Revista de Investigación sobre ciencias de la E.F. y del deporte*, 1990; (14): 9-51.
15. Harley RA, Tozer K, Doust J: An analysis of movement patterns and physiological strain in relation to optimal positioning of association football referees. En: Spinks W, Reilly T, Murphy A, Ed. *Science and football IV*. Routledge. Londres, 2001: 137-143.
16. Krusturup P, Bangsbo J. Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training. *Journal of Sports Sciences* 2001; (19), 881-891.
17. Krusturup P., Mohr M., Bangsbo, J.: Activity profile and physiological demands of top class soccer assistant refereeing in relation to training status. *Journal of Sports Sciences*, 2002; 20, 861-871.
18. Mahler DA, Froelicher VF, Miller NH, York TD. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. American College of Sport Medicine. 5 ed. Tijuca, Rio de Janeiro: Livraria e Editora Revinte Ltda; 2000.
19. Mallo J. Análisis del rendimiento físico de los árbitros y árbitros asistentes durante la competición en el fútbol. [Tesis Doctoral]. Facultad de Ciencias

- de la Actividad Física y el Deporte (INEF). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2006.
20. Mallo J, Navarro E. Análisis biomecánico aplicado a la evaluación del rendimiento técnico de los árbitros y árbitros asistentes de fútbol. *Kronos* 2009;8(14):123-130.
  21. Mallo J, García-Aranda JM, Navarro E: Análisis del rendimiento físico de los árbitros de fútbol durante partidos de competición oficial. *Motricidad: European Journal of Human Movement*, 2006; 17, 25-40.
  22. Mallo J, García-Aranda JM, Navarro E: Relación entre las pruebas físicas y el rendimiento físico en la competición de los árbitros y árbitros asistentes de fútbol. *Revista de Entrenamiento Deportivo* 2007; (21): 25-30.
  23. Mallo J, García-Aranda JM, Navarro E. Rendimiento físico del arbitraje del fútbol en función del nivel de la competición. *Arch Med Dep* 2009;26(133):335-344.
  24. Nieto V, Culebras C: Indicaciones y protocolos de las pruebas de esfuerzo. En: Ruiz Caballero JA et al, ed. *Introducción a la medicina de la educación física y el deporte*. Boehringer Ingelheim. Madrid, 2001: 261-266.
  25. Oliveira MC, Santana CHG, Barros Neto TL. Análisis de los patrones de movimiento e índices funcionales de los árbitros durante un partido de fútbol. *Fit Perf J*. 2008;7(1):41-7.
  26. Rebelo A, Silva S, Pereira N, Soares J. Stress físico do árbitro de futebol no jogo. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto* 2002;2(5):24-30.
  27. Sous JO, Brito ME, Navarro R, García-Manso JM, Navarro-Valdivielso M, Ruiz-Caballero JA. Valoración de la condición física y ergometría en medicina del deporte: Principios generales. En: Ruiz-Caballero JA et al (coord). *Árbitros de fútbol: Guía médica*. Las Palmas de Gran Canaria: Federación Interinsular de Fútbol de Las Palmas; 2008. p. 113-129.
  28. Weston, M, y Brewer, J.: A study of the physiological demands of soccer refereeing. *Journal of Sports Sciences*, 2002; (20), 59-60.
  29. Weston M, Helsen W, MacMahon C, Kirkendall D. The impact of specific high-intensity training sessions on football referees' fitness levels. *Am J Sports Med*. 2004; 32(1 Suppl):54S-61S.
  30. Weston M, Castagna C, Helsen W, Impellizzeri F. Relationships among field-test measures and physical match performance in elite standard soccer referees. *J Sports Sci* 2009; 27(11):1177-84.

[Rev.int.med.cienc.act.fis.deporte](#)- vol. 10- número 39- septiembre 2010 - ISSN: 1577-0354

**ESPACIO RESERVADO PARA SU  
PATROCINIO PERMANENTE DE ESTE  
ARTÍCULO**

**PERMANENT SPACE FOR YOUR  
SPONSORSHIP**

Information [rsanzdelara@hotmail.com](mailto:rsanzdelara@hotmail.com)