

Análisis de las respuestas físicas y fisiológicas de árbitros y árbitros asistentes de fútbol durante partidos oficiales de Tercera División de España

Analysis of the physical and physiological responses of field and assistant soccer referees during Spanish Third Division official matches

Daniel Castillo, Jesús Cámara, Javier Yanci

Facultad de Educación y Deporte, Universidad del País Vasco, UPV/EHU, Vitoria-Gasteiz, España.

Resumen

Los objetivos del estudio fueron: (i) describir las respuestas físicas y fisiológicas de árbitros y árbitros asistentes de fútbol durante partidos oficiales de categoría no profesional, y (ii) analizar las diferencias existentes en esas respuestas entre la primera y la segunda parte de los partidos. Participaron en el estudio 30 árbitros de campo y 60 árbitros asistentes que dirigieron 30 partidos de la Tercera División española de fútbol. En cuanto a las respuestas físicas (distancia total recorrida y distancias recorridas a diferentes velocidades de desplazamiento), los resultados no mostraron diferencias significativas entre la primera y la segunda parte en ninguna de las variables, ni para árbitros de campo ni para árbitros asistentes. En cuanto a las respuestas fisiológicas (FCpico, FCmed, %FCmed y tiempo de estancia en diferentes zonas de intensidad de FC), los resultados mostraron valores significativamente más bajos de FCpico, FCmed, %FCmed en la segunda parte de los partidos, tanto para árbitros de campo como para árbitros asistentes. En cuanto al tiempo de estancia en diferentes zonas de intensidad de FC, el principal resultado mostró un tiempo de trabajo a altas intensidades (85-95% FCmax) significativamente menor en la segunda mitad de los partidos, tanto para árbitros de campo como para árbitros asistentes. Los resultados obtenidos pueden resultar de utilidad para un mejor desempeño por parte de los preparadores físicos que trabajan con el colectivo arbitral.

Palabras clave: match officials; performance; speed; efforts; competition.

Abstract

The aims of our study were two-fold: (i) to describe the physical and physiological responses of field and assistant soccer referees during no-professional official matches, and (ii) to compare these responses between the first and the second half of the matches. Thirty field and 60 assistant soccer referees officiated 30 soccer matches of the Spanish Third Division. Either field referees or assistant referees did not show significant differences in physical responses (distances covered at different intensities and total distance covered) between the first and the second half. On the contrary, physiological responses, such as FCpeak, FCmean, %FCmean and time spent in the high-intensity heart rate zones (85-95% of the FCmax) showed significant lower values during second halves in both, field and assistant referees. The results obtained in this study may be used by soccer referees trainers for physical training programs design.

Key words: sport performance; regularity; statistics indexes; professional basketball.

Correspondencia/correspondence: Daniel Castillo Alvira
Facultad de Educación y Deporte, Universidad del País Vasco, UPV/EHU, Vitoria-Gasteiz, España.
Email: daniel.castillo@ehu.es

Introducción

El árbitro de campo (AC) junto con los dos árbitros asistentes (AA) son los encargados de controlar los comportamientos de los jugadores y aplicar las reglas del juego durante el desarrollo de los partidos. Con el objetivo de desempeñar adecuadamente su labor, los árbitros deben ser capaces de seguir el ritmo de juego (Weston y col., 2012) para estar lo más cerca posible de la jugada, y de esta manera, tener una mayor probabilidad de éxito en sus decisiones (Mallo, Frutos, Juárez, y Navarro, 2012), lo que les supone un importante esfuerzo físico (Mallo, García-Aranda, y Navarro, 2007). El rendimiento físico de los jugadores de fútbol ha sido ampliamente estudiado (Barnes, Archer, Hogg, Bush, y Bradley, 2014; Bradley y col., 2013; Bradley y col., 2009; Bush, Barnes, Archer, Hogg, y Bradley, 2015; Di Salvo y col., 2010; Di Salvo, Gregson, Atkinson, Tordoff, y Drust, 2009; Suarez-Arrones y col., 2015), siendo relativamente escasos los estudios que se han centrado en el análisis de las demandas físicas en el colectivo arbitral (Castillo, Yanci, Cámara, y Weston, 2016; Costa y col., 2013; Mallo y col., 2007; Weston, Drust, Atkinson, y Gregson, 2011a). Estos estudios han puesto de manifiesto que arbitrar es una actividad de alta exigencia desde el punto de vista físico en altos niveles competitivos. Debido a estas altas exigencias físicas, tanto los AC como los AA deben estar físicamente bien preparados (Castillo, Yanci, Casajús, y Cámara, 2016; Yanci-Irigoyen, 2014; Weston y col., 2012).

Según estudios previos, los AC de las principales ligas europeas de fútbol (España, Italia, Inglaterra y Alemania) recorren aproximadamente una distancia de 11-12 km por partido, de los cuales, casi 1km es cubierto a muy alta velocidad ($> 19,8$ km/h) (Weston y col., 2012). Además, el valor de frecuencia cardiaca media (FC_{med}) en los partidos se corresponde con un 85-90% de la frecuencia cardiaca máxima (FC_{max}) individual (Mallo, Navarro, García-Aranda, y Helsen, 2009b; Weston, Drust, y Gregson, 2011b). Por su parte, los AA, debido a que su actividad está limitada a la mitad del campo, recorren alrededor de 5-6km durante un partido (Mallo, Navarro, García-Aranda, Gilis, y Helsen, 2008; Mallo, Navarro, García-Aranda, y Helsen, 2009a), de los cuales, casi 500m son cubiertos a alta velocidad (> 18 km/h), correspondiendo el valor de FC_{med} al 77% de la FC_{max} individual (Mallo y col., 2009b). La mayoría de los estudios que han analizado las respuestas físicas (carga externa) y fisiológicas (carga interna) en el colectivo arbitral durante partidos oficiales, se han realizado con árbitros de alto nivel o profesionales (Krustrup y col., 2009; Weston, Castagna, Impellizzeri, Rampinini, y Abt, 2007; Weston y col., 2011a). Sin embargo, además de los árbitros de alto nivel, multitud de árbitros de categoría no profesional arbitran partidos prácticamente cada fin de semana en las competiciones de categorías inferiores y de niveles competitivos más bajos. Por este motivo, podría ser interesante conocer las respuestas físicas y fisiológicas de árbitros de categoría amateur.

Las investigaciones han mostrado un descenso de las respuestas físicas y fisiológicas de los árbitros de fútbol al final de los partidos (Mallo y col., 2008; Mallo y col., 2009b). Establecer programas específicos de entrenamiento físico para los árbitros podría conllevar un retraso en la aparición de la fatiga durante los partidos, tanto en AC como en AA, favoreciendo una mejor colocación de los colegiados que contribuyese positivamente en su toma de decisiones durante los encuentros, especialmente al final de los mismos (Weston y col., 2012). En esta línea de razonamiento, investigaciones realizadas en árbitros de fútbol de alto nivel abogan por un análisis segmentado de las respuesta físicas y fisiológicas de los colegiados en cada una de los dos partes de los partidos de cara a una valoración más exhaustiva de las posibles diferencias existentes entre las mismas (Mallo y col., 2009b; Weston y col., 2007). Sin embargo, hasta donde nuestro conocimiento alcanza, no existen trabajos publicados que hayan estudiado las respuestas físicas y fisiológicas de los árbitros de fútbol de categorías no profesionales durante el transcurso de los partidos. Llevar a cabo este tipo de estudios podría

contribuir positivamente al diseño de mejores programas de entrenamiento específico para los colegiados de estas categorías, tanto para AC como para AA.

En este contexto, los objetivos del presente estudio fueron: (i) describir las respuestas físicas y fisiológicas de árbitros de campo y árbitros asistentes de fútbol durante partidos oficiales de categoría no profesional, y (ii) analizar las diferencias existentes en esas respuestas entre la primera y la segunda parte de los partidos. Como hipótesis se establecieron, apoyado por estudios previos (Mallo y col., 2008; Mallo y col., 2009b), que tanto las respuestas físicas como las respuestas fisiológicas de los árbitros y árbitros asistentes de fútbol descienden en las segundas partes de los partidos.

Método

Participantes

En este estudio participaron 90 colegiados pertenecientes al Comité Navarro de Árbitros de Fútbol, de los cuales, 30 eran AC y 60 AA cuyas características principales se muestran en la Tabla 1. Se recogieron los datos de las respuestas físicas y fisiológicas en 30 partidos de Liga de la Tercera División de Fútbol de España (Grupo XV) a lo largo de la temporada 2014-2015. Todos los colegiados entrenaban al menos tres sesiones por semana y arbitraban aproximadamente tres partidos al mes. Los participantes fueron informados de los procedimientos, metodología, beneficios y posibles riesgos del estudio y todos ellos firmaron el consentimiento informado. El estudio siguió las pautas marcadas en la Declaración de Helsinki (2013), fue aprobado por el comité de Ética de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) y se realizó bajo los estándares éticos establecidos para investigaciones en ciencias del deporte y del ejercicio (Harriss y Atkinson, 2013).

Tabla 1. Características de los árbitros de campo (AC) y árbitros asistentes (AA) que participaron en el estudio.

	AC (n = 30)	AA (n = 60)
Edad (años)	27,7 ± 6,2	30,7 ± 9,6
Peso (kg)	74,1 ± 8,3	75,1 ± 7,8
Talla (cm)	177,6 ± 6,7	176,2 ± 5,6
IMC (kg·m ⁻²)	23,5 ± 2,2	24,2 ± 2,5
Experiencia arbitraje (años)	11,2 ± 5,7	11,2 ± 8,8
Experiencia 3ª División (años)	4,4 ± 3,8	6,3 ± 7,4

Los resultados son media ± DT; IMC = índice de masa corporal

Variables

Respuesta física (carga externa)

Como variables referentes a la respuesta física de los colegiados, se registró la distancia total recorrida durante el partido y las distancias recorridas a diferentes velocidades de desplazamiento. Para esto último, se consideró la clasificación de velocidades de desplazamiento empleada por Mallo y col. (2008) en un estudio previo en árbitros de fútbol: parado (<3,60 km/h), andando (3,60-7,20 km/h), trotando (7,21-13 km/h), corriendo (13,01-18 km/h) y esprintando (>18 km/h). Todas estas variables fueron registradas en cada una de las dos partes de los partidos.

Respuesta fisiológica (carga interna)

Como variables referentes a la respuesta fisiológica de los colegiados, se registraron las siguientes variables: FC_{pico} , FC_{med} , $\%FC_{med}$ y tiempo de estancia en diferentes zonas de intensidad de FC. Las zonas de intensidad se calcularon en función de la FC_{max} individual de cada colegiado basándose en la clasificación utilizada anteriormente con árbitros de fútbol por Helsen y Bultynck (2004): zona 1 (recuperación pasiva, $<65\% FC_{max}$), zona 2 (recuperación activa, $65-75\% FC_{max}$), zona 3 (media intensidad, $75-85\% FC_{max}$), zona 4 (alta intensidad, $85-95\% FC_{max}$) y zona 5 (máxima intensidad, $>95\% FC_{max}$). Todas estas variables fueron registradas en cada una de las dos partes de los partidos.

Procedimiento

Para el registro de las variables de respuesta física, todos los árbitros fueron equipados con un chaleco donde, en un bolsillo de la parte trasera, era insertado un dispositivo de sistema de posicionamiento global (GPS) que operaba a una frecuencia de 10Hz (MinimaxX 4.0, Catapult Innovations®, Melbourne, Australia). La distancia total y las distancias recorridas a diferentes velocidades de desplazamiento en cada una de las partes se obtuvieron mediante el software Catapult Sprint (Catapult Innovations®, Melbourne, Australia). Como base para el cálculo de las variables de respuesta fisiológica, se registró la FC durante los partidos usando la banda de transmisión, la cinta y el transmisor Polar Team 2 (Polar Team System®, Kempele, Finlandia) con una frecuencia de muestreo de 0.2 Hz.

En cuanto a la dinámica de calentamiento previa a los partidos, los árbitros realizaron un calentamiento de aproximadamente 20-25 minutos que consistía en 8-10 minutos de carrera continua y movilidad articular, 3-5 minutos de carrera con diferentes tipos de desplazamientos, 3-5 minutos de esprints progresivos en distancias cortas y largas, y 2-4 minutos de estiramientos, supervisados y dirigidos por el mismo investigador. Todos los partidos analizados se disputaron en cuatro terrenos de juego de dimensiones y características similares (100 x 64 m). El horario designado para la disputa de todos los encuentros fue a las 16:00 h.

Análisis estadístico

Los resultados se presentan como media \pm desviación típica (DT) de la media. La normalidad de los datos se comprobó mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov. Todos los datos presentaron una distribución normal por lo que se optó por realizar una estadística paramétrica. Para determinar las diferencias entre la primera y la segunda parte de las diferentes variables estudiadas, se utilizó una prueba t de muestras relacionadas de forma independiente para el grupo de AC y AA. El tamaño del efecto (TE) fue medido con el estadístico *d* de Cohen y su interpretación atendió al siguiente criterio: trivial, menor a 0,2; bajo, entre 0,2 y 0,5; moderado, entre 0,5 y 0,8; alto, mayor a 0,8 (Cohen, 1988). El análisis estadístico se realizó con el programa Statistical Package for Social Sciences (SPSS® Inc, versión 20,0 Chicago, IL, EE.UU.). El nivel de significación estadística se estableció en $p \leq 0,05$.

Resultados

Los resultados referentes a la respuesta física no mostraron diferencias significativas entre la primera y la segunda parte del partido para ninguno de los dos grupos (AC y AA) ni en la distancia total recorrida, ni en la distancia cubierta a distintas velocidades de desplazamiento ($p > 0,05$ para todas las comparaciones; Tabla 2).

Tabla 2. Variables de respuesta física para árbitros de campo (AC) y árbitros asistentes (AA) durante la primera y la segunda parte de los partidos.

	AC		AA	
	1ª parte Media ± DT (%)	2ª parte Media ± DT (%)	1ª parte Media ± DT (%)	2ª parte Media ± DT (%)
Distancia total (m)	4970,27 ± 397,02 (100%)	5019,10 ± 443,99 (100%) (<i>d</i> = 0,12)	2593,41 ± 337,61 (100%)	2655,60 ± 392,17 (100%) (<i>d</i> = 0,18)
Parado (<3,60 km/h) (m)	398,33 ± 140,65 (8,23%)	422,97 ± 133,95 (8,61%) (<i>d</i> = 0,10)	567,40 ± 111,96 (22,31%)	577,33 ± 137,47 (21,97%) (<i>d</i> = 0,06)
Andando (3,60-7,20 km/h) (m)	1366,40 ± 197,35 (27,62%)	1398,33 ± 172,28 (28,09%) (<i>d</i> = 0,12)	881,14 ± 137,68 (34,30%)	910,17 ± 132,74 (34,47%) (<i>d</i> = 0,04)
Trotando (7,21-13 km/h) (m)	1813,37 ± 311,97 (36,44%)	1776,63 ± 336,07 (35,35%) (<i>d</i> = 0,23)	751,31 ± 162,65 (28,85%)	767,30 ± 184,51 (28,28%) (<i>d</i> = 0,10)
Corriendo (13,01-18 km/h) (m)	1014,43 ± 214,89 (20,30%)	1035,90 ± 235,53 (20,52%) (<i>d</i> = 0,07)	274,62 ± 97,57 (10,44%)	292,97 ± 117,16 (10,71%) (<i>d</i> = 0,10)
Esprintando (>18 km·h ⁻¹) (m)	371,70 ± 148,70 (7,42%)	379,87 ± 189,82 (7,43%) (<i>d</i> = 0,01)	110,55 ± 78,02 (4,11%)	121,67 ± 80,66 (4,36%) (<i>d</i> = 0,10)

DT = desviación típica; *d* = tamaño del efecto.

Los resultados referentes a la carga fisiológica mostraron que tanto los AC como los AA descendieron la FC_{pico} ($p < 0,01$, AC: $d = 0,22$, AA: $d = 0,25$), la FC_{med} ($p < 0,01$, AC: $d = 0,38$, AA: $d = 0,35$) y la $\%FC_{med}$ ($p < 0,01$, AC: $d = 0,93$, AA: $d = 0,69$) en la segunda parte del partido (Tabla 3). Atendiendo al tiempo de estancia en las distintas zonas de intensidad, los resultados obtenidos mostraron que los AC pasan significativamente más tiempo a alta intensidad (zona 4) en la primera parte que en la segunda ($p < 0,05$, $d = 0,35$), mientras que en la segunda parte aumenta de forma significativa el tiempo transcurrido en intensidad de recuperación activa (zona 2, $p < 0,01$, $d = 0,66$) y media intensidad (zona 3, $p < 0,05$, $d = 0,32$) en comparación con la primera parte. Por su parte, los AA pasan significativamente más tiempo a alta intensidad (zona 4, $p < 0,01$, $d = 0,34$) y máxima intensidad (zona 5, $p < 0,01$, $d = 0,41$) en la primera parte, mientras que en las segundas partes aumenta de forma significativa el tiempo en intensidad de recuperación activa (zona 2, $p < 0,01$, $d = 0,39$) y recuperación pasiva (zona 1, $p < 0,05$, $d = 0,25$) con respecto a la primera parte.

Tabla 3. Variables de respuesta fisiológica para árbitros de campo (AC) y árbitros asistentes (AA) durante la primera y la segunda parte de los partidos.

	AC		AA	
	1ª parte (Media ± DT)	2ª parte (Media ± DT)	1ª parte (Media ± DT)	2ª parte (Media ± DT)
FC _{pico} (bpm)	183,10 ± 10,39	180,80 ± 9,99** (<i>d</i> = 0,22)	165,05 ± 12,98	161,81 ± 13,70** (<i>d</i> = 0,25)
FC _{med} (bpm)	160,59 ± 12,41	155,92 ± 12,85** (<i>d</i> = 0,38)	132,68 ± 15,73	127,20 ± 15,47** (<i>d</i> = 0,35)
%FC _{med}	87,21 ± 2,72	84,68 ± 3,62** (<i>d</i> = 0,93)	79,51 ± 4,78	76,24 ± 5,11** (<i>d</i> = 0,69)
Tiempo en zona 1 (<65% FC _{max}) (%)	0,51 ± 1,22	0,81 ± 1,59 (<i>d</i> = 0,24)	6,15 ± 9,64	8,55 ± 10,90* (<i>d</i> = 0,25)
Tiempo en zona 2 (65-75% FC _{max}) (%)	4,21 ± 5,74	7,97 ± 10,05** (<i>d</i> = 0,66)	23,71 ± 12,03	28,37 ± 12,11** (<i>d</i> = 0,39)
Tiempo en zona 3 (75-85% FC _{max}) (%)	26,71 ± 11,71	30,48 ± 9,92* (<i>d</i> = 0,32)	37,67 ± 8,89	36,49 ± 8,78 (<i>d</i> = 0,13)
Tiempo en zona 4 (85-95% FC _{max}) (%)	53,29 ± 12,07	49,02 ± 13,97* (<i>d</i> = 0,35)	26,52 ± 12,39	22,30 ± 12,71** (<i>d</i> = 0,34)
Tiempo en zona 5 (>95% FC _{max}) (%)	15,29 ± 14,21	11,72 ± 6,25 (<i>d</i> = 0,25)	5,94 ± 4,06	4,29 ± 3,06** (<i>d</i> = 0,41)

DT = desviación típica; FC_{pico} = frecuencia cardiaca pico alcanzada en una parte del partido; FC_{med} = frecuencia cardiaca media; FC_{max} = frecuencia cardiaca máxima; *d* = tamaño del efecto; * *p*<0,05 ** *p*<0,01 diferencia entre las partes.

Discusión

Los objetivos del presente estudio fueron: (i) describir las respuestas físicas y fisiológicas de árbitros de campo y árbitros asistentes de fútbol durante partidos oficiales de categoría no profesional, y (ii) analizar las diferencias existentes en esas respuestas entre la primera y la segunda parte de los partidos. Como hipótesis se estableció que tanto en árbitros de campo como en árbitros asistentes se produce un descenso de las respuestas físicas y de las respuestas fisiológicas en las segundas partes de los partidos. Aunque se cumplió la hipótesis en referencia a las respuestas fisiológicas, se rechazó la hipótesis en relación a las respuestas físicas dado que la distancia total recorrida y la distancia recorrida a distintas velocidades no sufrieron variaciones significativas entre la primera y la segunda parte. A pesar de la importancia que puede tener el análisis de las diferentes respuestas físicas y fisiológicas a medida que transcurre el partido (primera y segunda parte) en árbitros de fútbol, no hemos encontrado estudios al respecto realizados con árbitros y árbitros asistentes de niveles competitivos no profesionales en el territorio europeo. Estos resultados pueden ser de gran utilidad para preparadores físicos que desempeñen su labor con este colectivo.

La evolución de las respuestas físicas de árbitros de alto nivel durante la primera y segunda de partidos oficiales ha sido analizada con resultados contradictorios (Mallo y col., 2007; Weston y col., 2007). Castagna, Abt, y D'Ottavio (2002a) y D'Ottavio y Castagna (2001) observaron que se producía un descenso significativo ($p < 0,05$) en la carga externa en las segundas partes de partidos de la Serie A Italiana, donde algunos autores observaron ($p < 0,05$) que los AC recorrían mayor distancia en la primera parte (5977 ± 468 m) que en la segunda (5606 ± 584 m) (Castagna, Abt, y D'Ottavio, 2002b). Este mismo descenso también fue observado en AA internacionales que arbitraron en la Copa del Mundo Sub-17 del año 2003, los cuales, recorrieron mayores distancias corriendo ($13,01-18$ km·h⁻¹) en la primera parte (489 ± 116 m) que en la segunda (433 ± 70 m) (Mallo y col, 2009b). Sin embargo, otros estudios afirman que las respuestas físicas de los árbitros y árbitros asistentes son similares en ambas partes. Prueba de ello son las investigaciones de Mallo y col. (2009a) con AC internacionales donde no observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre la distancia recorrida en la primera parte y la segunda (5178 ± 363 vs. 5040 ± 39 m), y de Costa y col. (2013) con AC brasileños donde tampoco observaron variaciones significativas ($p > 0,05$) entre la distancia recorrida en cada una de las partes (5219 ± 205 vs. 5230 ± 237 m). En esta misma línea y atendiendo a las demandas externas de los AA de alto nivel, Mallo y col. (2009) no observaron diferencias en la distancia recorrida entre cada una de las partes en la Copa del Mundo Sub-17 (2973 ± 343 vs. 2779 ± 303 m). Este mantenimiento de la carga externa también fue observado por otros autores (Mallo y col., 2009a; Weston y col., 2007) que analizaron las distancias recorridas a distintas velocidades de desplazamiento en AC profesionales. En nuestro estudio la carga externa medida en distancia recorrida y distancia a distintas velocidades de desplazamiento no fue menor en las segundas partes. Incluso se observó una tendencia a recorrer una mayor distancia (AC: $d = 0,12$ y % cambio = $0,98$; AA: $d = 0,18$ y % cambio = $2,40$) así como una mayor distancia a velocidades por encima de 13 km·h⁻¹ (AC: $d = 0,01-0,06$ y % cambio = $2,12-2,20$; AA: $d = 0,10$ y % cambio = $6,64-10,06$) en la segunda parte. Estas diferencias encontradas en nuestros resultados con respecto a otros estudios, pueden ser debidas principalmente al nivel competitivo. De hecho, en categorías más bajas, la respuesta física de los árbitros está influenciada en mayor medida por el nivel de los jugadores y el ritmo de juego que estos son capaces de imponer en los partidos (Weston y col., 2011b). Así mismo, dada la disparidad de resultados en cuanto a las demandas externas de AC y AA, es inevitable pensar que otros factores como el estilo de juego de los equipos o el sistema de recogida de datos también puede influenciar la respuesta física de los AC y AA durante los partidos. Así pues, el hecho de conocer las exigencias

físicas que supone arbitrar los partidos de fútbol en categorías no profesionales, ayudaría a los preparadores físicos específicos del colectivo arbitral a prescribir programas de entrenamiento más adecuados y enfocados a las necesidades propias de este colectivo.

A pesar de que en nuestro estudio no hemos encontrado un descenso en las principales variables de carga externa, lo que erróneamente nos podría llevar a concluir que la intensidad en las dos partes ha sido similar, el comportamiento de la respuesta fisiológica fue contraria. Los resultados de nuestro estudio mostraron, por un lado, que la FC_{pico} , la FC_{med} y el $\%FC_{med}$ fueron menores en la segunda parte para los AC y los AA, y por otro lado, que en la segunda parte de los partidos tanto los AC como los AA pasaron menos tiempo ejercitándose a altas intensidades ($> 85\% FC_{max}$) y más tiempo ejercitándose a bajas intensidades ($< 75\% FC_{max}$). Estos resultados concuerdan con los resultados obtenidos por la mayor parte de estudios realizados con árbitros de distintas ligas y niveles competitivos. Tanto Costa y col. (2013) con AC profesionales brasileños ($p < 0,05$; 166 ± 7 vs. 165 ± 8 ppm) como Weston y col. (2010) con AC de la Premier League de Inglaterra (154 ± 7 vs. 152 ± 6 ppm) mostraron una FC_{med} mayor en la primera parte que en la segunda. Así mismo, Krstrup y col. (2009) observaron que el $\%FC_{med}$ fue mayor en la primera parte que en la segunda en AC (87.5 ± 3.5 vs $86.3 \pm 4.1\%$). Además, Costa y col. (2013) constataron un descenso del porcentaje de tiempo que pasan los AC ejercitándose a intensidades por encima del 90% de la FC_{max} en la segunda parte (59,9 vs. 52,3%). Dado que los árbitros están continuamente acelerando, decelerando y cambiando de dirección durante los partidos (Weston y col., 2012) y que las exigencias físicas que requiere la labor de arbitrar son elevadas, es posible que pueda producirse una fatiga periférica (neuromuscular), que provoque una dificultad en el aumento de la FC o incluso un descenso de la misma. De hecho, en algunos estudios realizados con futbolistas (Dellal y col., 2012; Stolen, Chamari, Castagna, y Wisloff, 2005), se ha demostrado que aquellos jugadores con un elevado índice de fatiga, no son capaces de alcanzar valores máximos de FC. Por lo tanto, puede resultar interesante analizar si una mejora en la capacidad neuromuscular de los árbitros puede ayudar a minimizar el descenso de las variables de respuesta fisiológica en las segundas partes de los encuentros.

Este estudio no está exento de limitaciones. Aunque se ha cuantificado la carga interna y externa con dos métodos objetivos distintos (distancias recorridas a diferentes velocidades y frecuencia cardiaca), hubiese sido también interesante el uso de otros métodos objetivos de cuantificación como es el *player load* y el *metabolic power*. Así mismo, el haber tomado un indicador subjetivo como es el esfuerzo percibido (RPE), hubiese dado mayor consistencia al estudio. Además, debido a que el estudio fue llevado a cabo durante una temporada, es difícil tener una mayor muestra de partidos analizados.

Conclusiones

No se observaron diferencias significativas en las respuestas físicas (distancia total recorrida y distancias recorridas a diferentes velocidades de desplazamiento) entre la primera y la segunda parte de los partidos, ni para AC ni para AA. Sí se observó un descenso significativo en las respuestas fisiológicas (FC_{pico} , la FC_{med} , y $\%FC_{med}$) en la segunda parte de los encuentros, tanto para AC como para AA. Además, tanto los AC como los AA pasaron menos tiempo a altas intensidades y más tiempo a bajas intensidades en las segundas partes de los partidos en comparación con las primeras mitades. Más estudios que analicen las respuestas físicas y fisiológicas de los colegiados durante el desarrollo de los partidos serían interesantes para aumentar el conocimiento en esta área. Asimismo, son necesarios estudios que analicen si programas específicos de entrenamiento en árbitros y árbitros asistentes de fútbol ayudan a minimizar el descenso de la respuesta fisiológica en las segundas partes de los partidos.

Referencias

- Barnes, C.; Archer, D. T.; Hogg, B.; Bush, M., & Bradley, P. S. (2014). The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *International Journal of Sports Medicine*, 35(13), 1095-1100. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0034-1375695>
- Bradley, P. S.; Carling, C.; Gomez Diaz, A.; Hood, P.; Barnes, C.; Ade, J.; Boddy, M; Krstrup P, & Mohr, M. (2013). Match performance and physical capacity of players in the top three competitive standards of English professional soccer. *Human Movement Science*, 32(4), 808-821. <http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2013.06.002>
- Bradley, P. S.; Sheldon, W.; Wooster, B.; Olsen, P.; Boanas, P., & Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 159-168. <http://dx.doi.org/10.1080/02640410802512775>
- Bush, M.; Barnes, C.; Archer, D. T.; Hogg, B., & Bradley, P. S. (2015). Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Human Movement Science*, 39, 1-11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2014.10.003>
- Castagna, C.; Abt, G., & 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. <http://dx.doi.org/10.1519/00124278-200205000-00010>
- Castagna, C.; Abt, G., & D`Ottavio, E. (2002). The relationship between selected blood lactate thresholds and match Performance in elite soccer referees. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(4), 623-627. <http://dx.doi.org/10.1519/00124278-200211000-00022>
- Castillo, D., Yanci, J., Casajús, J. A., & Cámara, J. (2016). Physical Fitness and Physiological Characteristics of Soccer Referees. *Science & Sport*, 31, 27-35. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scispo.2015.11.003>
- Castillo, D., Yanci, J., Cámara, J., & Weston, M. (2016). The influence of soccer match play on physiological and physical performance measures in soccer referees and assistant referees. *Journal Sports Sciences*, 34(6), 557-563. <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2015.1101646>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Costa, E. C.; Vieira, C. M. A.; Moreira, A.; Ugrinowitsch, C.; Castagna, C., & Aoki, M. S. (2013). Monitoring external and internal loads of Brazilian soccer referees during official matches. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12(3), 559-564.
- D'Ottavio, S., & 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. [http://dx.doi.org/10.1519/1533-4287\(2001\)015<0167:AOMAIE>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1519/1533-4287(2001)015<0167:AOMAIE>2.0.CO;2)
- Dellal, A.; Da Silva, C. D.; Hill-Haas, S.; Wong del, P.; Natali, A. J.; De Lima, J. R., Bara Filho, M. G., Marins J. J., García E.S., & Karim C. (2012). Heart rate monitoring in soccer: interest and limits during competitive match play and training, practical application. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2890-2906. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182429ac7>

- Di Salvo, V.; Baron, R.; Gonzalez-Haro, C.; Gormasz, C.; Pigozzi, F., & Bachl, N. (2010). Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. *Journal of Sports Sciences*, 28(14), 1489-1494. <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2010.521166>
- Di Salvo, V.; Gregson, W.; Atkinson, G.; Tordoff, P., & Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(3), 205-212. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0028-1105950>
- Harriss, D. J., & Atkinson, G. (2013). Ethical standards in sport and exercise science research: 2014 update. *International Journal of Sports Medicine*, 34(12), 1025-1028. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0033-1358756>
- Helsen, W., & Bultynck, J. B. (2004). Physical and perceptual-cognitive demands of top-class refereeing in association football. *Journal of Sports Sciences*, 22(2), 179-189. <http://dx.doi.org/10.1080/02640410310001641502>
- Krustrup, P.; Helsen, W.; Randers, M. B.; Christensen, J. F.; MacDonald, C.; Rebelo, A. N., & Bangsbo, J. (2009). Activity profile and physical demands of football referees and assistant referees in international games. *Journal of Sports Sciences*, 27(11), 1167-1176. <http://dx.doi.org/10.1080/02640410903220310>
- Mallo, J.; Frutos, P. G.; Juarez, D., & Navarro, E. (2012). Effect of positioning on the accuracy of decision making of association football top-class referees and assistant referees during competitive matches. *Journal of Sports Sciences*, 30(13), 1437-1445. <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2012.711485>
- Mallo, J.; García-Aranda, J. M., y Navarro, E. (2007). Evaluación del rendimiento físico de los árbitros y árbitros asistentes durante la competición en el fútbol. *Archivos de Medicina del Deporte*, 24(118), 91-102.
- Mallo, J.; Navarro, E.; Garcia-Aranda, J. M.; Gilis, B., & 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. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e31815fa1d3>
- Mallo, J.; Navarro, E.; Garcia-Aranda, J. M., & Helsen, W. F. (2009a). 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. <http://dx.doi.org/10.1080/02640410802298227>
- Mallo, J.; Navarro, E.; García-Aranda, J. M., & Helsen, W. (2009b). Physical demands of top-class soccer assistant refereeing during high-standard matches. *International Journal of Sports Medicine*, 30(5), 331-336. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0029-1202339>
- Stolen, T.; Chamari, K.; Castagna, C., & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536. <http://dx.doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>
- Suarez-Arrones, L.; Torreno, N.; Requena, B.; Saez de Villarreal, E.; Casamichana, D.; Barbero-Alvarez, J. C., & Munguía-Izquierdo, D. (2015). Match-play activity profile in professional soccer players during official games and the relationship between external and internal load. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(12), 1417-1422.
- Yanci-Irigoyen, J. (2014). Cambios en la condición física de árbitros de fútbol: un estudio longitudinal. Changes in the physical fitness of soccer referees: a longitudinal study. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 38(10), 336-345. <http://dx.doi.org/10.5232/ricyde2014.03804>

Weston, M.; Castagna, C.; Impellizzeri, F. M.; Bizzini, M.; Williams, A. M., & Gregson, W. (2012). Science and medicine applied to soccer refereeing an update. *Sports Medicine*, 42(7), 615-631.
<http://dx.doi.org/10.2165/11632360-000000000-00000>

Weston, M.; Castagna, C.; Impellizzeri, F. M.; Rampinini, E., & 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(6), 390-397.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2006.09.001>

Weston, M.; Castagna, C.; Impellizzeri, F. M.; Rampinini, E., & Breivik, S. (2010). Ageing and physical match performance in English Premier League soccer referees. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 96-100.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2008.07.009>

Weston, M.; Drust, B.; Atkinson, G., & Gregson, W. (2011a). Variability of soccer referees' match performances. *International Journal of Sports Medicine*, 32(3), 190-194. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0030-1269843>

Weston, M.; Drust, B., & Gregson, W. (2011b). Intensities of exercise during match-play in FA Premier League referees and players. *Journal of Sports Sciences*, 29(5), 527-532.
<http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2010.543914>

Agradecimientos

Este proyecto ha sido financiado por el Gobierno Vasco mediante el Programa de Formación de Personal Investigador no doctor del Departamento de Educación, Política Lingüística y Cultura. Además, la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) proporcionó parte del material gracias a la financiación del proyecto "Evaluación del proceso de entrenamiento y la competición en el fútbol de formación" durante el periodo 2012-14 (Código 13523)". Asimismo, agradecemos la participación de todos los tríos arbitrales pertenecientes al Comité Navarro de Árbitros de Fútbol que han mostrado su interés por este estudio, y especialmente a Alberto Undiano Mallenco, Eduardo Prieto Iglesias y Julio Leo Ollo por su implicación y colaboración en el estudio.