



**FACULTAD DE EDUCACIÓN Y SALUD**

***Máster en Fisioterapia y  
Readaptación en el Deporte***

Curso Académico 2019/2020

**TRABAJO DE FIN DE MÁSTER**

**ANÁLISIS DE LAS DEMANDAS FÍSICAS EN  
ÁRBITROS DE FÚTBOL PROFESIONAL**

**Autora: Gemma Martínez Torremocha**

**Director: Dr. Víctor Paredes Hernández**



## **Agradecimientos**

En primer lugar, agradecer a mi director, Víctor Paredes, por haberme ofrecido la gran oportunidad de llevar a cabo un estudio de estas características y por su apoyo y confianza constante. También, agradecer de una manera especial a Javier Sánchez, por su gran ayuda durante todos estos meses y haberme facilitado las herramientas que he necesitado para realizar este proyecto. Y a ambos, por cada detalle, paciencia y momentos dedicados para trabajar y aclarar cualquier duda que me pudiese surgir en todo este tiempo.

Igualmente, a todos los profesores que me han guiado durante mi formación en el Máster en el que me han orientado y enseñado herramientas importantes y muy necesarias en el ámbito laboral para poder ser mejor profesional.

Finalmente, agradecer incondicionalmente a toda mi familia, especialmente a mis padres que son uno de los pilares fundamentales de mi vida, por su apoyo, motivación y confianza diarios y por sus grandes consejos que me ayudan a perseguir y conseguir todas mis metas. Gracias a mi pareja y amigos, su gran apoyo me permite superar los momentos más complicados.



# Índice

Resumen.....	iii
Palabras Clave.....	iii
Abstract.....	iv
Keywords.....	iv
Introducción.....	1
Objetivos e hipótesis.....	2
Objetivo principal.....	3
Objetivos específicos.....	3
Hipótesis.....	3
Material y métodos.....	3
Diseño.....	3
Sujetos.....	3
Descripción de la intervención.....	4
Material y método.....	5
Análisis de los partidos.....	5
Demandas físicas externas.....	5
Demandas físicas internas.....	6
Análisis estadístico.....	6
Resultados.....	6
Discusión.....	15
Conclusión.....	18
Bibliografía y recursos web.....	19
ANEXOS.....	22
ANEXO 1: Formulario de consentimiento informado.....	22

## Índice de figuras

Figura 1. Perfil de actividad durante el partido en árbitros de primera y segunda división, expresado como la distancia total cubierta en diferentes zonas de velocidad, incluyendo caminar despacio ( $<6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), caminar ( $6\text{-}12 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), carrera a baja intensidad ( $12\text{-}18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), carrera a alta intensidad ( $18\text{-}21 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), carrera a alta velocidad ( $21\text{-}24 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), sprint ( $>24 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ )..... 8

Figura 2. Perfil de actividad durante el partido en las diferentes competiciones (Liga [a], Champions League [b], Europa League [c], Selecciones [d], y Copa del Rey [e], expresadas como la distancia total recorrida por zonas de velocidad. .... 9

Figura 3. Perfil de actividad de la primera y segunda división de árbitros, expresada como la distancia total por zonas de velocidad durante la primera y segunda parte del partido..... 12

Figura 4. Perfil de actividad en árbitros de primera división, expresado como distancia total recorrida en las diferentes zonas de velocidad durante la primera y segunda parte en las diferentes competiciones ..... 14

## Índice de tablas

Tabla 1. Datos descriptivos de la muestra ..... 7

Tabla 2. Distancia cubierta, frecuencia cardiaca e indicadores de carga durante el partido en árbitros de primera y segunda división ..... 7

Tabla 3. Distancia recorrida, frecuencia cardiaca y valores de los indicadores de carga durante el partido en Liga (a), Champions League (b), Europa League (c), Selecciones (d) y Copa del Rey (e)..... 10

Tabla 4. Distancia recorrida, frecuencia cardiaca y valores del indicador de carga en la primera y segunda parte de los árbitros de primera y segunda división ..... 11

Tabla 5. Distancia recorrida, frecuencia cardiaca e indicadores de valora de carga en la primera y segunda parte en referencia a las competiciones ..... 13

Tabla 6 Demandas físicas durante el calentamiento..... 14

## Resumen

Introducción: el arbitraje es una actividad exigente e intermitente en la que se combinan acciones de alta velocidad y baja intensidad, sin embargo, existe poca información sobre el rendimiento físico de los árbitros.

Objetivo: analizar las demandas físicas de los árbitros profesionales del fútbol español durante el partido y el calentamiento, valorar la influencia de la categoría, competición, esfuerzo percibido y frecuencia cardiaca e identificar la influencia de la fatiga sobre las demandas físicas.

Material y métodos: participaron 40 árbitros de primera y segunda división de fútbol. Se monitorizaron partidos y calentamientos empleando GPS y se analizó la carga externa (distancias, velocidades, aceleraciones, desaceleraciones) e interna (RPE y FC).

Resultados: existen diferencias significativas en algunos parámetros de las demandas físicas y fisiológicas de los árbitros ( $p < 0,05$ ). Se obtuvieron mayores aceleraciones y desaceleraciones y menores resultados de FC y RPE en primera división en comparación a segunda división ( $p < 0,05$ ). La distancia total fue similar entre las categorías ( $p > 0,05$ ), pero la distancia recorrida en los diferentes rangos de velocidad fue diferente ( $p < 0,05$ ). Se obtuvieron diferencias en la distancia recorrida según la competición ( $p < 0,05$ ), mayor distancia total y aceleración pico en Champions League y una FC más baja en partidos de Selecciones. Se muestra un mayor número de aceleraciones en la segunda parte en partidos de Liga. Las principales reducciones encontradas entre la primera y segunda parte en el rendimiento físico se mostraron en los árbitros de segunda división ( $p < 0,05$ ). En el calentamiento la carga interna y externa muestran diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

Conclusiones: se ha comprobado la influencia de las diferentes variables sobre los árbitros de fútbol profesional en España.

## Palabras Clave

Árbitro, GPS, rendimiento, demandas físicas, fútbol, distancia, zonas, velocidad, aceleración, desaceleración, RPE, frecuencia cardiaca.

## **Abstract**

Background: refereeing is a demanding and intermittent activity which combines high speed and low intensity actions, however, there is little information on the physical performance of the referees.

Objective: analyse the physical demands of professional Spanish soccer referees during the match and warm-up, assess the influence of category, competition, rated perceived exertion and heart rate, and identify the influence of fatigue on physical demands.

Material and methods: forty soccer referees from first and second division participated. Matches and warm-ups were monitored using GPS and the external load (distances, speeds, accelerations and deceleration) and internal load (RPE and HR) were analysed.

Results: there are significant differences in some parameters of the physical and physiological demands of the referees ( $p < 0,05$ ). Greater accelerations and decelerations and lower HR and RPE results were obtained in the first division compared to the second division ( $p < 0,05$ ). The total distance was similar between the categories ( $p > 0,05$ ), but the distance covered at different speed ranges was different ( $p < 0,05$ ). Differences were obtained in the distance travelled according to the competition ( $p < 0,05$ ), greater total distance and peak acceleration in Champions League and a lower FC in National team matches. A greater number of accelerations is shown in the second half in League matches. The main reductions found between the first and second part in physical performance were shown in the second division referee ( $p < 0,05$ ). In warm-ups the internal and external load show significant differences ( $p < 0,05$ ).

Conclusions: the influence of the different variables on professional soccer referees in Spain has been verified.

## **Keywords**

Referee, GPS, performance, physical demands, soccer, distance, zones, speed, acceleration, deceleration, RPE, heart rate.

## Introducción

El fútbol es uno de los deportes más demandados, comunes y con mayor repercusión en todo el mundo (1). Es un deporte con una gran demanda tanto fisiológica como funcional (2). En él se realizan cambios de dirección y de velocidad, saltos, duelos de forma frecuente y repentinamente sin que el deportista llegue a tener una completa recuperación (3). Pero, todo ello es necesario para poder tener la oportunidad de marcar o evitar ocasiones de gol (3). Esto aumenta el riesgo de lesión y provoca un gran gasto energético en el deportista (2). Sin embargo, en el fútbol no sólo están los jugadores en el campo, sino que, también, se encuentra presente la figura del árbitro, quien se encarga de que el juego se desarrolle de forma correcta y con las menores incidencias posibles (4).

El arbitraje es una actividad exigente (5) e intermitente en la que se combinan acciones de alta velocidad y baja intensidad para estar en el momento y lugar justos del partido y, así, poder asegurar un buen juego en todo momento (6). Además, su trabajo parece que se relaciona con la implicación competitiva que los jugadores poseen durante el tiempo de juego (1). Esto se debe a que se ha observado en la liga italiana en la Serie A que no hay diferencias en la distancia recorrida por árbitros entre la primera y la segunda parte del partido (1). Sin embargo, encontraron un descenso en la distancia recorrida en la primera y segunda parte comparando los árbitros de la Serie A y B (1).

La *Fédération Internationale de Football Association* (FIFA) y las demás asociaciones internacionales, provinciales y nacionales han desarrollado una serie de pruebas físicas, que los árbitros deben pasar para poder ejercer como tal (6). Antiguamente se realizaban únicamente 3 test específicos que no se asemejaban a las demandas que posee un partido (5). Por eso, se establecieron nuevas pruebas por parte de los Comités Nacionales e Internacionales, gracias a que otros estudios analizaran la asociación entre el rendimiento deportivo y las aptitudes físicas (7,8), que hizo que estas pruebas estuviesen más asociadas a las actividades que se solicitan durante los partidos oficiales.

Por otra parte, se ha analizado desde hace muchos años y con diferentes técnicas, el rendimiento y perfil físico de los jugadores de fútbol (9,10). Para ello, la técnica más utilizada es el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) que, además, es una de las herramientas más empleadas, actualmente, para el estudio del rendimiento físico (11). Se ha comprobado que sirve para ver el progreso deportivo de los deportistas a lo largo del tiempo, conocer cómo varían diferentes factores dependiendo de la posición del deportista en el campo, ver las distancias recorridas que se realizan, comparar entrenamientos y partidos de mayor o menor intensidad y, con todo ello, poder

realizar un análisis de cada temporada e incluso por bloques de entrenamiento en base al momento de la temporada (11).

A pesar de ello, existe escasa información acerca de los valores de rendimiento de los árbitros profesionales en este deporte, pues pocos investigadores le dan importancia al rendimiento de esta figura (1,11). No obstante, en otros deportes, que poseen menor inversión económica como es el rugby, se han valorado las demandas físicas en carrera y la frecuencia cardiaca de los árbitros de este deporte analizando con GPS los partidos de rugby *sevens* (12) y rugby *union* (13).

En relación a lo que ya hay estudiado en árbitros de fútbol, sí se ha demostrado cierta semejanza entre la actividad de jugadores profesionales y árbitros (14). También, se encuentran estudios que demuestran que los árbitros recorren entre 10 y 12 kilómetros (km) por partido con una frecuencia cardiaca (FC) entre el 85% y 90% de la FC máxima ( $FC_{máx}$ ) y recorren a alta velocidad ( $>18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) alrededor del 15% de la distancia total (DT) (6,15). Además, la máxima velocidad registrada en partidos oficiales se encuentra en torno a los  $29 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  (5,16). Asimismo, se ha demostrado que la distancia recorrida a alta intensidad y la distancia total recorrida en los primeros 15 minutos de la primera parte del partido son mayores que en los 15 primeros minutos de la segunda (17). Por tanto, los árbitros deben estar en muy buena forma física y, también, psicológica para que puedan responder a las demandas que el juego les exige en cada momento del partido (6,18). Además, con los datos existentes y mencionados anteriormente, el árbitro está sometido a altas cargas y por ello puede llegar a fatigarse y/o lesionarse (19). Si esto ocurre durante el transcurso del partido, la distancia entre el árbitro y la zona de posibles infracciones va a aumentar y no se realizará del todo correctamente la función de esta figura (19). Por eso, es relevante entender las demandas físicas que pueden generarse en un partido, ya que con esa información se pueden optimizar los entrenamientos, realizar protocolos que se adapten a esas demandas físicas reales y poder seleccionar unas pruebas físicas más relacionadas a lo que se exige en un partido oficial (11).

Sin embargo, no se hallan estudios suficientes que analicen las demandas físicas de los árbitros profesionales del fútbol español. Por tanto, existe la necesidad de analizarlas para poder concretar ciertos aspectos y entender mejor esta figura deportiva para, así, lograr diseñar programas de entrenamiento adecuados para ello.

## Objetivos e hipótesis

Después de haber planteado el marco teórico, se proponen los siguientes objetivos:

Objetivo principal

1. Analizar las demandas físicas de los árbitros profesionales del fútbol español durante la competición.

Objetivos específicos

1. Valorar la influencia de la categoría sobre las demandas físicas de los árbitros profesionales del fútbol español.
2. Evaluar la influencia de la competición sobre las acciones de alta intensidad de los árbitros profesionales del fútbol español.
3. Determinar el esfuerzo percibido y la FC de la competición nacional de los árbitros profesionales del fútbol español durante la competición.
4. Identificar la influencia de la fatiga sobre las demandas físicas de los árbitros profesionales del fútbol español.
5. Conocer las demandas físicas durante el calentamiento de los árbitros profesionales del fútbol español.

Hipótesis

La hipótesis de este estudio es que los árbitros de primera división tendrán unas demandas físicas y fisiológicas superiores a los árbitros de segunda división, tanto en los calentamientos como en los partidos.

## **Material y métodos**

### **Diseño**

Se ha realizado un estudio observacional descriptivo para analizar las demandas físicas, tanto intrínsecas como extrínsecas, de los árbitros en el fútbol profesional durante los partidos y en los calentamientos. Cada participante arbitró diferentes partidos. Los datos analizados incluyeron medidas de carga externa e interna de cada partido explicadas más adelante.

### **Sujetos**

En el estudio participaron cuarenta ( $n=40$ ) árbitros de fútbol de élite (edad de  $35,88 \pm 4,36$  años, peso de  $75,15 \pm 4,41$  kg, altura de  $182,40 \pm 5,02$  cm), tanto de primera ( $n=19$ ) como de segunda ( $n=21$ ) división de fútbol (Liga Santander y Smartbank respectivamente), todos ellos pertenecientes al Comité Técnico de Árbitros (CTA) de la Real Federación Española de Fútbol (RFEF). Los árbitros tenían al menos 10 años de experiencia en arbitraje, con un mínimo de 4 años en la competición nacional española. Todos ellos entrenan al menos 3 veces por semana, centrándose sobre todo en fuerza,

fortalecimiento y velocidad. Se analizaron partidos (n=419) y calentamientos (n=253) de ambas divisiones desde el principio de la temporada 2019/20 hasta febrero del 2020.

Los criterios de inclusión que se recogieron fueron que todos los partidos que se seleccionaban debían recoger la información de al menos seis satélites para realizar su posterior análisis y, también, poseer tanto la primera como la segunda parte de cada partido. Además, se descartaron todos aquellos partidos que no recogiesen una de las dos partes o no estuviese el partido completo. Todos los sujetos realizaban un calentamiento previo al comienzo del partido y se recogieron los datos de éstos, siempre y cuando estuviesen recogidos con al menos seis satélites. Finalmente se terminó obteniendo 253 calentamientos.

Antes de comenzar con el estudio, todos los sujetos fueron informados sobre la planificación y duración del proyecto, así como la naturaleza de éste. También, los participantes firmaron voluntariamente un consentimiento informado (véase ANEXO 1). Asimismo, el estudio se ha realizado acorde a unas directrices éticas de la declaración de Helsinki.

### Descripción de la intervención

La monitorización mediante el dispositivo GPS se realizó durante los partidos (n=419), en los cuales cada registro presenta una duración aproximada de 90 minutos, ya que en partidos de élite se juegan dos tiempos de 45 minutos cada uno. Previamente al comienzo del partido, cada sujeto debía realizar un calentamiento de una duración aproximada de 15 minutos que fue parte del análisis. Sin embargo, estos datos de calentamiento se analizaron de forma independiente a los datos del partido para que no interfiriesen en los datos totales. Al finalizar cada uno de los partidos, los datos se descargaban en un ordenador para realizar el posterior análisis de las diferentes variables objeto de estudio.

Los partidos (n=419) se dividen en dos categorías: primera división (n=181) y segunda división (n=238), así como los calentamientos (n=253): primera división (n=104) y segunda división (n=149). Además, todos los partidos estaban divididos en 5 competiciones que son: la Liga nacional, Champions League, Europa League, selecciones y Copa del Rey (Tabla 1). Las asignaciones de los árbitros en cada categoría vienen asignadas por la RFEF, igual que las asignaciones de las distintas competiciones. No obstante, los partidos y calentamientos se seleccionaban en base a los criterios de inclusión y exclusión, para su posterior análisis con el software SPRO™ (RealTrack Systems, Almería, España) (20).

Las variables contempladas en este estudio como variables independientes son: la categoría a la que pertenece cada árbitro (primera y segunda división), la competición

que arbitra (Liga nacional, Champions League, Europa League, Selecciones o Copa del Rey) y las partes de cada partido (primera y segunda parte). Por otro lado, las variables dependientes del estudio son: la carga externa [distancia total (m), distancia recorrida a diferentes velocidades ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), aceleraciones (ACC) (n) y desaceleraciones (DEC) (n) máximas ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ ) y por minuto ( $\text{n}\cdot\text{min}^{-1}$ ), velocidad [ $V_{\text{máx}}$  ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), distancia de sprint (m) y distancia de sprint por minuto ( $\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ )] y la carga interna [FC ( $\text{FC}_{\text{máx}}$ ,  $\text{FC}_{\text{media}}$  y  $\% \text{FC}_{\text{media}}$ ) ( $\text{lat}\cdot\text{min}^{-1}$ ) y la escala de esfuerzo percibido (RPE) (u.a.)].

## Material y método

### Análisis de los partidos

Previamente a los partidos, los árbitros realizaban un calentamiento. Sin embargo, estos datos se analizaron de forma individual sin incluirse en el análisis total. Además, el tiempo de descanso (15 minutos) entre los tiempos se excluyó del total. Los partidos se realizaron en diferentes campos de fútbol, pero con dimensiones y superficie similares del terreno de juego.

### Demandas físicas externas

Las mediciones externas se realizaron haciendo uso de un sistema de posicionamiento global (GPS) (Wireless Inertial Movement Unit) (21,22) denominado WIMU PRO™ (RealTrack Systems, Almería, España) (23) en el cual se registraban todos los datos. Está validado en competiciones oficiales e integra diferentes sensores (tres acelerómetros, un giroscopio, un GPS y un magnetoscopio) (20). Los datos se han registrado a una frecuencia de muestreo de 18 Hz (3,20). Para el cálculo de los diferentes estadísticos sobre la señal del GPS se empleó el software SPRO™.

Los participantes emplearon un arnés ajustado al pecho en el que se insertaba el dispositivo GPS, en la parte superior de la espalda, antes de los partidos. Después enviaban los datos para su posterior análisis. Las variables empleadas, se clasificaron de acuerdo con las siguientes categorías arbitrarias, siendo similares a las que se emplearon en previos estudios (6): distancia total (m), distancia recorrida a diferentes velocidades ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), aceleraciones (n) y desaceleraciones (n) máximas ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ ) y picos ( $\text{n}\cdot\text{min}^{-1}$ ), velocidad máxima ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), distancia de sprint total (m) y distancia recorrida en sprint ( $\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ ). Además, la distancia recorrida a diferentes velocidades se recogió en base a diferentes categorías locomotoras que comprenden de 1 a 6 zonas: caminar despacio ( $0\text{-}6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ); caminar ( $6\text{-}12 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ); carrera a baja intensidad ( $12\text{-}18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ); carrera a alta intensidad ( $18\text{-}21 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ); carrera a alta velocidad ( $21\text{-}24 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ); sprint ( $>24 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), siendo similares a las utilizadas en otros estudios (6,24,25). Las acciones obtenidas sobre los  $18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  se agruparon y se identificaron como carrera a alta intensidad.

### Demandas físicas internas

Las mediciones internas de FC ( $FC_{max}$ ,  $FC_{media}$  y  $\%FC_{rel}$ ) ( $lat \cdot min^{-1}$ ) se recogían continuamente durante el partido mediante una banda Garmin (Garmin Ltd., Olathe, Kansas, Estados Unidos) sincronizada con el dispositivo GPS a través de la tecnología Ant+. La RPE (u.a.) debían establecerla en una escala de 1 a 10 (siendo 1 nada de esfuerzo y 10 máximo esfuerzo) a través de la plataforma SPODHA (Gijón, España) tras arbitrar el partido.

### Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el software IBM SPSS Statistics versión 25.0 para Windows (SPSS Inc., IL, USA). Asimismo, se ha realizado un análisis descriptivo de los datos.

Los resultados se han presentado en forma de texto, tablas y figuras, presentando en todos ellos la media  $\pm$  desviación estándar (DE) o con medias con un intervalo de confianza del 90% (IC 90%) cuando se especifica. Inicialmente, se utilizaron la prueba de Kolmogorov Smirnov ( $n > 50$ ), Levene y T-Student para comprobar la normalidad, homocedasticidad y homogeneidad de las variables del estudio siendo éstas normales ( $p > 0,05$ ). Por ello se optó por realizar pruebas paramétricas para analizarlas. Se empleó *T-Student* para muestras independientes y efectuar la comparación entre los calentamientos y partidos que se realizan en primera y segunda división. A continuación, se aplicó un análisis de dos vías de la varianza (ANOVA) para analizar las diferencias entre la primera y segunda división y las diferentes competiciones (nacionales e internacionales). El propósito de este análisis fue para conocer las demandas físicas de los árbitros y posteriormente analizar el efecto de la fatiga. Las diferencias se analizaron utilizando las diferencias estandarizadas del tamaño efecto (ES) a través del coeficiente de Cohen (26) con un IC del 90%. El ES se interpretó de la siguiente forma:  $< 0,2$  = insignificante;  $0,2-0,6$  = pequeño;  $0,6-1,2$  = moderado;  $> 1,2$  = grande. Asimismo, el nivel de confianza se estableció alrededor del 95%, considerando estadísticamente significativos todos aquellos valores que poseían un valor de  $p < 0,05$ .

## Resultados

Se obtienen 419 partidos y 253 calentamientos en total. En las diferentes competiciones se recogen 346 partidos de liga, 10 partidos de Champions, 9 partidos de Europa League, 10 partidos de Selecciones y 44 partidos de Copa del Rey. En relación con las categorías, hay 181 partidos y 104 calentamientos de primera división y 238 partidos y 149 calentamientos de segunda división. En base a las competiciones

se tienen 128 partidos de liga, 10 de Champions, 9 de Europa League, 10 de Selecciones y 24 de Copa del Rey de primera división; y 218 partidos de liga y 20 de Copa del Rey de segunda división (Tabla 1).

**Tabla 1. Datos descriptivos de la muestra**

	Primera división	Segunda división
Partidos (n=419)	181	238
Calentamientos (n= 253)	104	149
Competición (n=419)		
Liga (n=346)	128	218
Champions (n=10)	10	0
UEFA (n=9)	9	0
Selecciones (n=10)	10	0
Copa del Rey (n=44)	24	20

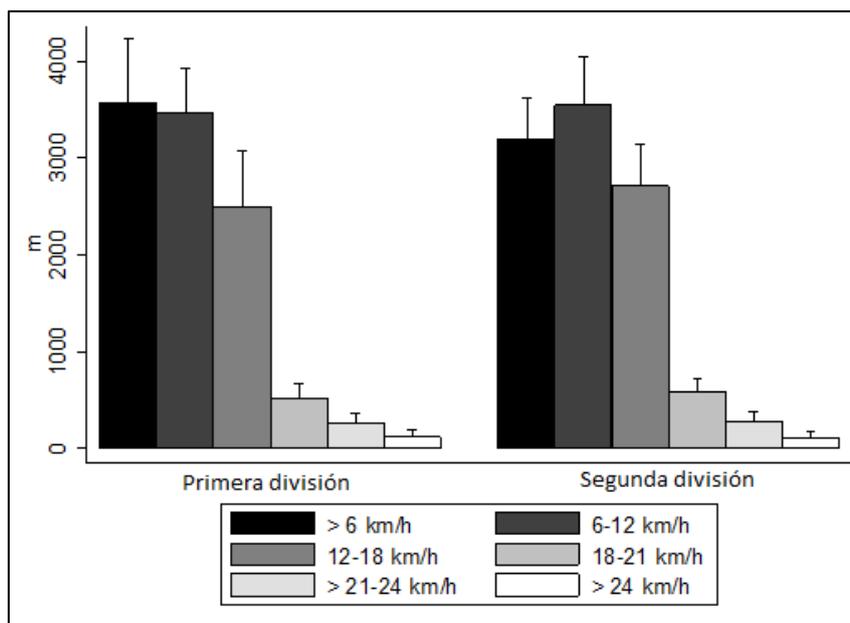
El análisis de la varianza entre las demandas físicas y fisiológicas de los árbitros de primera y segunda división durante el partido refiere que existen diferencias significativas en algunos parámetros ( $p < 0,05$ ; Tabla 2). Los árbitros de primera división mostraron un mayor número de aceleraciones (+74,12; CI95%: 15,11 a 133,13; ES: 0,27) y desaceleraciones (+74,31; IC95%: 15,27 a 133,34; ES: 0,28). Además, el pico de aceleración (+0,19  $m \cdot s^{-2}$ ; IC95%: 0,03 a 0,37; ES: 0,25) y desaceleración (+0,17  $m \cdot s^{-2}$ ; IC95%: 0,02 a 0,33; ES: 0,24) fue mayor en la primera división de árbitros. Sin embargo, los árbitros de primera división evidenciaron resultados más bajos de  $FC_{m\acute{a}x}$  (-7,99  $lat \cdot min^{-1}$ ; IC95%: -10,10 a -5,89; ES: 0,89),  $FC_{media}$  (-7,07  $lat \cdot min^{-1}$ ; IC95%: -9,86 a -4,29; ES: 0,59) y RPE (-0,60; IC95%: -0,94 a -0,26; ES: 0,45) durante el partido en comparación con los árbitros de segunda división ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 2. Distancia cubierta, frecuencia cardiaca e indicadores de carga durante el partido en árbitros de primera y segunda división**

	Primera división		Segunda división	
Distancia Total (m)	10417,50	± 860,09	10420,36	± 729,10
Aceleraciones (n)	2813,02	± 274,66*	2738,89	± 265,56
Desaceleraciones (n)	2813,16	± 274,49*	2738,85	± 265,83
Aceleraciones ( $n \cdot min^{-1}$ )	57,20	± 4,74	56,62	± 5,00
Desaceleraciones ( $n \cdot min^{-1}$ )	57,21	± 4,73	56,62	± 5,01
$ACC_{m\acute{a}x}$ ( $m \cdot s^{-2}$ )	4,63	± 0,94*	4,43	± 0,65
$DEC_{m\acute{a}x}$ ( $m \cdot s^{-2}$ )	-5,36	± 0,80*	-5,19	± 0,64
Distancia de Sprint (m)	212,98	± 121,08	209,07	± 105,51
Distancia de Sprint ( $m \cdot min^{-1}$ )	10,01	± 5,43	9,88	± 4,57
$V_{MAX}$ ( $km \cdot h^{-1}$ )	28,76	± 2,06	28,56	± 1,82
$FC_{m\acute{a}x}$ ( $lat \cdot min^{-1}$ )	171,60	± 9,15*	179,59	± 8,91
$FC_{media}$ ( $lat \cdot min^{-1}$ )	146,63	± 11,79*	153,70	± 12,00
$FC_{media}$ (%)	83,26	± 5,34	82,96	± 5,85
RPE (a.u.)	7,22	± 1,38*	7,82	± 1,27

\*Diferencias significativas entre primera y segunda división de árbitros ( $p < 0,05$ );  $ACC_{m\acute{a}x}$ : Aceleraciones máximas;  $DEC_{m\acute{a}x}$ : Desaceleraciones máximas; FC: Frecuencia Cardiaca;  $V_{m\acute{a}x}$ : Velocidad máxima; RPE: Escala de esfuerzo percibido.

La distancia total fue similar entre las categorías ( $p > 0,05$ ). Sin embargo, la distancia recorrida en los diferentes rangos de velocidad fue significativamente diferente entre los árbitros de primera y segunda división ( $p < 0,05$ ). Los árbitros de segunda división cubrieron mayor distancia en carrera a baja intensidad [ $12-18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ] (+211,70 m; IC95%: 103,25 a 320,16; ES: 0,42), carrera a alta intensidad [ $18-21 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ] (+63,38 m; IC95%: 30,99 a 95,78; ES: 0,42) y carrera a alta velocidad [ $21-24 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ] (+21,45 m; IC95%: 0,08 a 82,41; ES: 0,22) durante el partido. La distancia de sprint [ $>24 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ] fue similar entre la primera y segunda división ( $p > 0,05$ ) (Figura 1).



**Figura 1. Perfil de actividad durante el partido en árbitros de primera y segunda división, expresado como la distancia total cubierta en diferentes zonas de velocidad, incluyendo caminar despacio ( $< 6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), caminar ( $6-12 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), carrera a baja intensidad ( $12-18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), carrera a alta intensidad ( $18-21 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), carrera a alta velocidad ( $21-24 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), sprint ( $>24 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ).**

Por otro lado, los árbitros de primera división mostraron diferencias en la distancia recorrida según la competición ( $p < 0,05$ ; Figura 2). El resultado más relevante fue una cobertura menor de la distancia a alta velocidad en las competiciones nacionales (Liga y Copa del Rey) en comparación con los partidos de Europa League, Champions League y Selecciones ( $p < 0,05$ ). Los árbitros de primera división cubrieron menor distancia en sprint ( $>24 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) en Liga en comparación con Champions League (-78,28 m; IC95%: -134,03 a -22,52; ES: 0,92) y partidos de Selecciones (-103,41 m; IC95%: -159,16 a -47,66; ES: 0,83). Asimismo, la distancia de sprint durante los partidos de Copa del Rey fue menor que la distancia recorrida en la UEFA Champions League (-99,43 m; IC95%: -163,34 a -35,53; ES: 1,14;  $p < 0,001$ ) y Selecciones (-124,57 m; IC95%: -188,48 a -60,66; ES: 0,98;  $p < 0,001$ ). La comparación entre las competiciones internacionales reveló una mayor distancia de sprint en Champions League (+85,48 m; IC95%: 7,46 a 163,49; ES: 1,01) y en partidos de Selecciones (+110,61 m; IC95%: 32,60 a 188,63; ES: 0,89) en comparación a los partidos de Europa League ( $p < 0,05$ ).

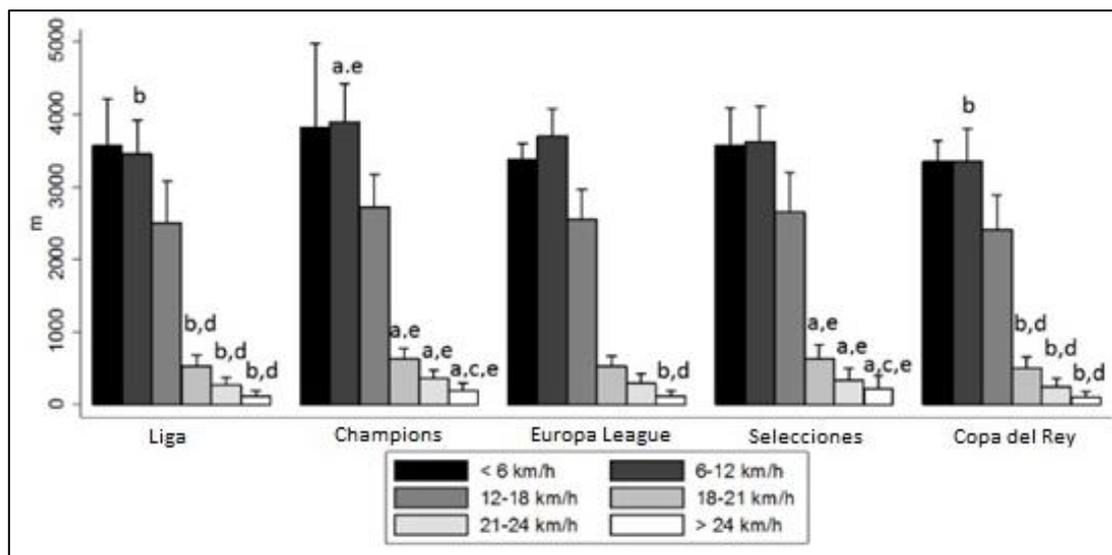


Figura 2. Perfil de actividad durante el partido en las diferentes competiciones (Liga [a], Champions League [b], Europa League [c], Selecciones [d], y Copa del Rey [e], expresadas como la distancia total recorrida por zonas de velocidad.

Los resultados evidenciaron una mayor distancia total cubierta en los partidos de Champions League en comparación con los partidos de Liga (+1186,52 m; IC95%: 614,16 a 1758,89; ES: 1,05), Europa League (+1054,25 m; IC95%: 253,32 a 1855,19; ES: 0,94) y Copa del Rey (+1646,24 m; IC95%: 990,13 a 2302,35; ES: 1,53). Se encontraron evidencias similares entre los partidos de Selecciones (11045,10 ± 867,35 m). Por otro lado, el número de aceleraciones y desaceleraciones realizadas por los árbitros fue similar en todas las competiciones ( $p > 0,05$ ; Tabla 3). Sin embargo, el pico de aceleración más alto se encontró en Champions League ( $5,08 \pm 1,05 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ). Por el contrario, el pico de aceleración más bajo se evidenció en la Copa del Rey ( $4,13 \pm 0,52 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ). Del mismo modo, la velocidad máxima revelada durante los partidos fue mayor en los partidos de Champions League que en los de Europa League ( $+2,13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ; IC95%: 0,29 a 3,98; ES: 1,16;  $p < 0,05$ ) y los de la Copa del Rey ( $+1,97 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ; IC95%: 0,46 a 3,49; ES: 0,92;  $p < 0,05$ ). Los valores de la FC de los árbitros mostraron una carga interna más baja (%  $FC_{media}$ ) en los partidos de Selecciones en comparación a la Liga (-5,21 %; IC95%: -8,06 a -2,36; ES: 0,70), Champions League (-8,45 %; IC95%: -13,41 a -3,49; ES: 1,07) y Europa League (-5,81 %; IC95%: -10,78 a -0,85; ES: 0,69). Sin embargo, los árbitros obtuvieron una calificación más baja de esfuerzo percibido después de arbitrar un partido de Copa del Rey ( $6,48 \pm 1,29$ ).

**Tabla 3. Distancia recorrida, frecuencia cardiaca y valores de los indicadores de carga durante el partido en Liga (a), Champions League (b), Europa League (c), Selecciones (d) y Copa del Rey (e)**

	<b>Liga (a)</b>	<b>Champions (b)</b>	<b>Europa League (c)</b>	<b>Selecciones (d)</b>	<b>Copa del Rey (e)</b>
Distancia Total (m)	10417,50 ± 860,09 <sup>b,d,e</sup>	11604,02 ± 1401,71 <sup>a,c,e</sup>	10549,77 ± 852,80 <sup>b,e</sup>	11045,10 ± 867,35 <sup>a,e</sup>	9957,78 ± 754,43 <sup>a,b,d</sup>
Aceleraciones (n)	2813,02 ± 274,66	2847,30 ± 200,21	2702,67 ± 130,12	2805,70 ± 286,73	2814,25 ± 132,17
Desaceleraciones (n)	2813,16 ± 274,49	2848,40 ± 199,26	2703,56 ± 130,08	2805,60 ± 285,98	2814,00 ± 131,63
Aceleraciones (n·min <sup>-1</sup> )	57,20 ± 4,74	56,91 ± 3,08	55,68 ± 2,77	56,41 ± 5,39	58,51 ± 2,73
Desaceleraciones (n·min <sup>-1</sup> )	57,21 ± 4,73	56,93 ± 3,07	55,70 ± 2,76	56,40 ± 5,37	58,50 ± 2,71
ACC <sub>máx</sub> (m·s <sup>-2</sup> )	4,63 ± 0,94 <sup>e</sup>	5,08 ± 1,05 <sup>e</sup>	4,44 ± 0,73	4,83 ± 0,96 <sup>e</sup>	4,13 ± 0,52 <sup>a,b,d</sup>
DEC <sub>máx</sub> (m·s <sup>-2</sup> )	-5,36 ± 0,80 <sup>e</sup>	-5,34 ± 0,61	-5,69 ± 1,40 <sup>e</sup>	-5,63 ± 1,26	-5,04 ± 0,64 <sup>a,c</sup>
Distancia de Sprint (m)	212,98 ± 121,08 <sup>b,d</sup>	334,26 ± 144,89 <sup>a,c,e</sup>	201,24 ± 116,95 <sup>b,d</sup>	367,96 ± 248,81 <sup>a,c,e</sup>	174,58 ± 118,63 <sup>b,d</sup>
Distancia de Sprint (m·min <sup>-1</sup> )	10,01 ± 5,43 <sup>b,d</sup>	16,60 ± 6,92 <sup>a,c,e</sup>	10,56 ± 5,17 <sup>b,d</sup>	16,40 ± 9,62 <sup>a,c,e</sup>	8,08 ± 5,43 <sup>b,d</sup>
V <sub>MAX</sub> (km·h <sup>-1</sup> )	28,76 ± 2,06	30,00 ± 2,24 <sup>c,e</sup>	27,86 ± 1,45 <sup>b</sup>	29,12 ± 1,97	28,03 ± 2,05 <sup>b</sup>
FC <sub>máx</sub> (lat·min <sup>-1</sup> )	171,60 ± 9,15 <sup>d</sup>	173,56 ± 5,64 <sup>d</sup>	178,00 ± 9,38 <sup>d,e</sup>	157,80 ± 25,90 <sup>a,b,c,e</sup>	168,33 ± 10,09 <sup>c,d</sup>
FC <sub>media</sub> (lat·min <sup>-1</sup> )	146,63 ± 11,79 <sup>d,e</sup>	150,61 ± 10,16 <sup>d,e</sup>	152,17 ± 15,02 <sup>d,e</sup>	134,00 ± 26,23 <sup>a,b,c</sup>	138,77 ± 13,35 <sup>a,b,c</sup>
FC <sub>media</sub> (%)	83,26 ± 5,34 <sup>d,e</sup>	86,50 ± 4,12 <sup>d,e</sup>	83,86 ± 7,29 <sup>d,e</sup>	76,03 ± 15,42 <sup>a,b,c</sup>	78,05 ± 5,64 <sup>a,b,c</sup>
RPE (a.u.)	7,22 ± 1,38 <sup>b,e</sup>	8,57 ± 0,79 <sup>a,e</sup>	8,00 ± 1,00	7,80 ± 0,92 <sup>e</sup>	6,48 ± 1,29 <sup>a,b,d</sup>

a, b, c, d, e Diferencias significativas entre las competiciones; ACC<sub>máx</sub>: Aceleraciones máximas; DEC<sub>máx</sub>: Desaceleraciones máximas; FC: Frecuencia Cardiaca; V<sub>máx</sub>:

Velocidad máxima; RPE: Escala de esfuerzo percibido.

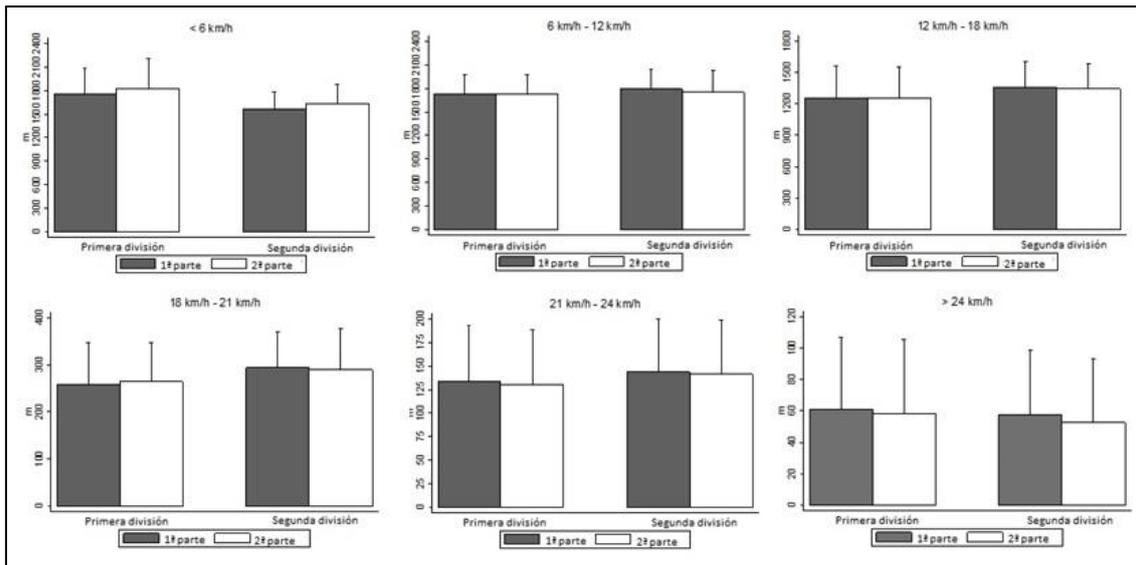
La influencia de la fatiga en las variables físicas puede reducir el rendimiento de los árbitros durante la segunda parte del partido ( $p < 0,05$ ; Tabla 4). Sin embargo, los árbitros de primera división sólo mostraron un incremento en el número de aceleraciones (+ 84,01; IC95%: 48,09 a 119,94; ES: 0,57) y desaceleraciones (+84,30; IC95%: 48,37 a 120,24; ES: 0,57) en la segunda parte. Similares resultados fueron demostrados en los árbitros de segunda división ( $p < 0,05$ ). Las principales reducciones encontradas entre la primera y segunda parte en el rendimiento físico se mostraron en los árbitros de segunda división ( $p < 0,05$ ). La desaceleración máxima ( $-0,17 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ; IC95%:  $-0,30$  a  $-0,03$ ; ES: 0,25), la distancia de sprint por minuto ( $-0,53 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ ; IC95%:  $-1,08$  a  $0,02$ ; ES: 0,19) y la  $FC_{\text{MEDIA}}$  ( $-1,71 \%$ ; IC95%:  $-2,99$  a  $-0,43$ ; ES: 0,27) fueron significativamente menores en la segunda parte ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 4. Distancia recorrida, frecuencia cardiaca y valores del indicador de carga en la primera y segunda parte de los árbitros de primera y segunda división**

	Primera división		Segunda división	
	Primera parte	Segunda parte	Primera parte	Segunda parte
Distancia Total (m)	5182.11 ± 449.06	5264.91 ± 454.62	5219.56 ± 370.49	5215.10 ± 462.99
Aceleraciones (n)	1367.66 ± 161.88*	1451.67 ± 134.59	1333.00 ± 132.59*	1410.12 ± 155.35
Desaceleraciones (n)	1367.58 ± 161.69*	1451.88 ± 134.51	1332.94 ± 132.50*	1410.11 ± 155.73
Aceleraciones ( $\text{n}\cdot\text{min}^{-1}$ )	28.27 ± 2.69	28.85 ± 2.35	28.09 ± 2.60	28.53 ± 2.70
Desaceleraciones ( $\text{n}\cdot\text{min}^{-1}$ )	28.27 ± 2.69	28.86 ± 2.35	28.09 ± 2.60	28.53 ± 2.71
$ACC_{\text{máx}}$ ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ )	4.26 ± 0.70	4.25 ± 0.96	4.18 ± 0.56	4.11 ± 0.64
$DEC_{\text{máx}}$ ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ )	-5.02 ± 0.79	-4.93 ± 0.81	-4.93 ± 0.72*	-4.76 ± 0.61
Distancia de Sprint (m)	107.62 ± 71.22	106.18 ± 72.13	108.23 ± 66.01	101.20 ± 62.42
Distancia de Sprint ( $\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ )	5.02 ± 3.14	5.03 ± 3.09	5.21 ± 2.96*	4.68 ± 2.61
$V_{\text{MAX}}$ ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ )	27.79 ± 2.21	27.71 ± 2.21	27.85 ± 1.96	27.49 ± 2.02
$FC_{\text{máx}}$ ( $\text{lat}\cdot\text{min}^{-1}$ )	170.18 ± 9.42	169.41 ± 9.15	178.35 ± 9.15	176.69 ± 13.03
$FC_{\text{media}}$ ( $\text{lat}\cdot\text{min}^{-1}$ )	147.12 ± 11.75	146.23 ± 14.30	155.28 ± 11.64*	152.06 ± 14.14
$FC_{\text{media}}$ (%)	83.57 ± 5.68	83.03 ± 6.66	83.83 ± 5.76*	82.12 ± 7.00

\*Diferencias significativas entre primera y segunda parte;  $ACC_{\text{máx}}$ : Aceleraciones máximas;  $DEC_{\text{máx}}$ : Desaceleraciones máximas; FC: Frecuencia Cardiaca;  $V_{\text{máx}}$ : Velocidad máxima.

No se identificaron diferencias significativas entre la primera y segunda parte en las distancias recorridas en las diferentes zonas de velocidad ( $p > 0,05$ ; Figura 3), sólo la distancia de caminar despacio [ $0-6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ] fue significativamente mayor en la segunda parte en primera (+76,92 m; IC95%: 7,80 a 146,05; ES: 0,22) y segunda (+66,27 m; IC95%: 13,22 a 119,32; ES: 0,29) división de árbitros ( $p < 0,05$ ).



**Figura 3. Perfil de actividad de la primera y segunda división de árbitros, expresada como la distancia total por zonas de velocidad durante la primera y segunda parte del partido.**

En relación con la competición, los árbitros realizaron un mayor número de aceleraciones en la segunda parte durante los partidos de Liga (+84,01; IC95%: 49,69 a 118,34; ES: 0,56; Tabla 5), Champions League (+128,90; IC95%: 6,34 a 251,46; ES: 1,05) y Selecciones (+128,50; IC95%: 5,94 a 251,06; ES: 0,84). Sin embargo, el número relativo de aceleraciones y desaceleraciones por minuto fue sólo mayor en la segunda parte durante los partidos de Liga (ACC: +0,59; IC95%: 0,004 a 1,17; ES: 0,23; DEC: +0,59; IC95%: 0,01 a 1,17; ES: 0,23).

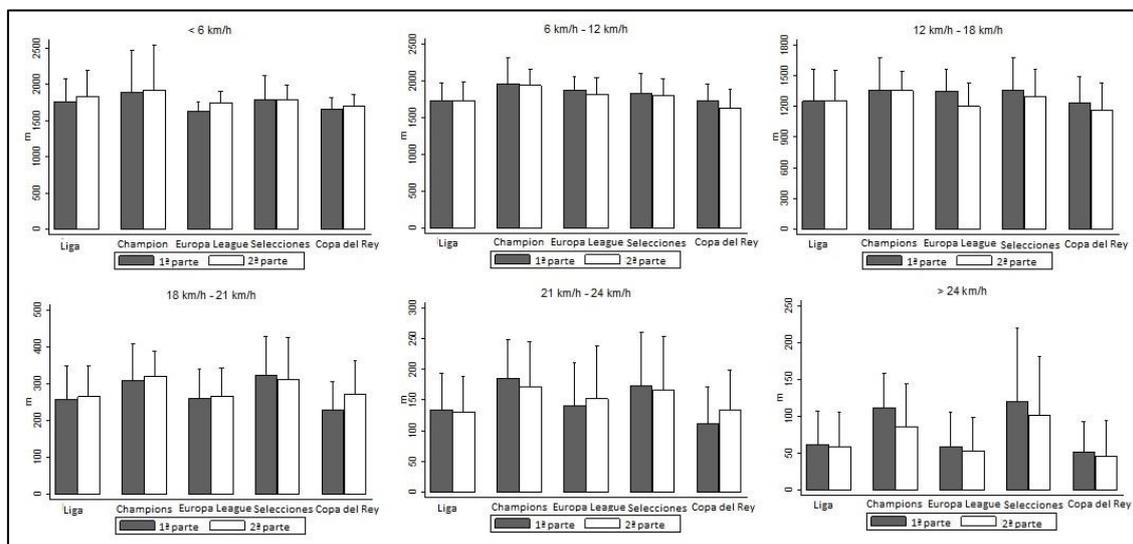
La carga interna no reveló diferencias en la mayor parte de las competiciones ( $p > 0,05$ ). Los árbitros mostraron una disminución significativa en el pico de FC (-13,43  $\text{lat}\cdot\text{min}^{-1}$ ; IC95%: -23,20 a -3,66; ES: 0,74) y la media de la FC en términos absolutos (-12,98  $\text{lat}\cdot\text{min}^{-1}$ ; IC95%: -25,81 a -0,14; ES: 0,62) y relativo (-7,95 %; IC95%: -14,11 a -1,79; ES: 0,69) durante la segunda parte en los partidos de Selecciones ( $p < 0,05$ ). No se evidenció ninguna disminución significativa de la carga interna durante la segunda parte en el resto de las competiciones ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 5. Distancia recorrida, frecuencia cardiaca e indicadores de valora de carga en la primera y segunda parte en referencia a las competiciones**

	Primera parte				
	Liga	Champions	Europa League	Selecciones	Copa del Rey
Distancia Total (m)	5182.11 ± 449.06	5814.78 ± 1009.34	5317.75 ± 467.21	5583.22 ± 466.59	5013.46 ± 408.57
Aceleraciones (n)	1367.66 ± 161.88*	1359.20 ± 132.45*	1321.56 ± 74.76	1338.60 ± 170.08*	1383.79 ± 76.81
Desaceleraciones (n)	1367.58 ± 161.69*	1359.20 ± 131.47*	1322.44 ± 75.17	1339.10 ± 169.73*	1383.88 ± 76.55
Aceleraciones (n·min <sup>-1</sup> )	28.27 ± 2.69	27.87 ± 2.01	27.69 ± 1.52	27.60 ± 3.04	29.10 ± 1.38
Desaceleraciones (n·min <sup>-1</sup> )	28.27 ± 2.69*	27.87 ± 1.99	27.72 ± 1.53	27.61 ± 3.04	29.10 ± 1.37
ACC <sub>máx</sub> (m·s <sup>-2</sup> )	4.26 ± 0.70	4.77 ± 1.11	4.25 ± 0.39	4.16 ± 0.43	3.96 ± 0.53
DEC <sub>máx</sub> (m·s <sup>-2</sup> )	-5.02 ± 0.79	-5.03 ± 0.45	-4.93 ± 0.37	-5.30 ± 1.18	-4.78 ± 0.77
Distancia de Sprint (m)	107.62 ± 71.22	181.91 ± 73.31	103.99 ± 79.41	187.72 ± 139.62	88.01 ± 63.62
Distancia de Sprint (m·min <sup>-1</sup> )	5.02 ± 3.14	9.20 ± 3.58	5.44 ± 3.91	8.30 ± 5.12	3.92 ± 2.80
V <sub>MAX</sub> (km·h <sup>-1</sup> )	27.79 ± 2.21	29.39 ± 2.57	27.60 ± 1.47	28.64 ± 2.00	27.42 ± 2.25
FC <sub>máx</sub> (lat·min <sup>-1</sup> )	170.18 ± 9.42	173.00 ± 5.77	177.67 ± 9.03	168.63 ± 11.16*	167.21 ± 11.45
FC <sub>media</sub> (lat·min <sup>-1</sup> )	147.12 ± 11.75	153.89 ± 9.48	151.56 ± 12.25	145.88 ± 15.38*	140.21 ± 12.37
FC <sub>media</sub> (%)	83.57 ± 5.68	88.40 ± 3.46	83.54 ± 5.95	83.34 ± 7.48*	78.89 ± 5.28
	Segunda parte				
Distancia Total (m)	5264.91 ± 454.62	5789.24 ± 601.05	5232.01 ± 441.65	5461.88 ± 462.71	4944.33 ± 436.19
Aceleraciones (n)	1451.67 ± 134.59	1488.10 ± 113.16	1381.11 ± 77.93	1467.10 ± 137.64	1430.46 ± 108.70
Desaceleraciones (n)	1451.88 ± 134.51	1489.20 ± 113.28	1381.11 ± 78.16	1466.50 ± 136.87	1430.13 ± 108.73
Aceleraciones (n·min <sup>-1</sup> )	28.85 ± 2.35	29.03 ± 1.42	27.98 ± 1.32	28.81 ± 2.62	29.41 ± 1.67
Desaceleraciones (n·min <sup>-1</sup> )	28.86 ± 2.35	29.06 ± 1.43	27.98 ± 1.31	28.79 ± 2.60	29.40 ± 1.67
ACC <sub>máx</sub> (m·s <sup>-2</sup> )	4.25 ± 0.96	4.55 ± 0.87	4.10 ± 0.78	4.55 ± 1.12	3.98 ± 0.49
DEC <sub>máx</sub> (m·s <sup>-2</sup> )	-4.93 ± 0.81	-4.93 ± 0.80	-5.36 ± 1.61	-5.29 ± 0.94	-4.65 ± 0.61
Distancia de Sprint (m)	106.18 ± 72.13	152.34 ± 94.17	97.25 ± 68.55	180.25 ± 123.29	86.57 ± 71.92
Distancia de Sprint (m·min <sup>-1</sup> )	5.03 ± 3.09	7.40 ± 4.33	5.11 ± 3.41	8.10 ± 5.00	4.17 ± 3.57
V <sub>MAX</sub> (km·h <sup>-1</sup> )	27.71 ± 2.21	28.56 ± 1.97	26.71 ± 1.74	28.35 ± 1.79	26.94 ± 2.22
FC <sub>máx</sub> (lat·min <sup>-1</sup> )	169.41 ± 9.15	169.44 ± 8.89	173.78 ± 13.68	155.20 ± 25.08	164.96 ± 11.23
FC <sub>media</sub> (lat·min <sup>-1</sup> )	146.23 ± 14.30	147.33 ± 11.08	152.78 ± 18.40	132.90 ± 26.04	137.33 ± 14.69
FC <sub>media</sub> (%)	83.03 ± 6.66	84.60 ± 4.91	84.18 ± 9.01	75.39 ± 15.26	77.21 ± 6.31

\*Diferencias significativas entre primera y segunda parte ( $p < 0,05$ )

No hubo diferencias entre las distancias recorridas por zonas de velocidad para los árbitros en las competiciones analizadas ( $p > 0,05$ ; Figura 4). No obstante, la mayor disminución en la distancia de sprint ( $>24 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) se identificó en Champions League durante la segunda parte (-26,35 m).



**Figura 4. Perfil de actividad en árbitros de primera división, expresado como distancia total recorrida en las diferentes zonas de velocidad durante la primera y segunda parte en las diferentes competiciones**

En relación con el calentamiento, tanto en la carga externa como la interna se encontraron diferencias significativas en todas las variables entre primera y segunda división ( $p < 0,05$ ), excepto en el porcentaje de  $FC_{media}$  ( $p = 0,26$ ). Los árbitros de segunda división obtuvieron menores resultados que los de primera a excepción de las aceleraciones por minuto y frecuencia cardiaca, en los que tuvieron mayores resultados.

**Tabla 6 Demandas físicas durante el calentamiento**

	Primera división (n=104)	Segunda división (n=149)
Distancia Total (m)	1372,38 ± 404,65*	1113,53 ± 776,89
Aceleraciones (n)	576,97 ± 183,57*	392,64 ± 118,32
Desaceleraciones (n)	576,79 ± 183,64*	392,52 ± 118,59
Aceleraciones ( $n\cdot\text{min}^{-1}$ )	39,58 ± 3,78*	37,38 ± 4,58
Desaceleraciones ( $n\cdot\text{min}^{-1}$ )	39,57 ± 3,78*	37,37 ± 4,60
$ACC_{m\acute{a}x}$ ( $m\cdot s^{-2}$ )	3,63 ± 0,95*	3,99 ± 1,07
$DEC_{m\acute{a}x}$ ( $m\cdot s^{-2}$ )	-3,43 ± 0,87*	-3,83 ± 1,00
Distancia de Sprint (m)	37,36 ± 40,65*	19,81 ± 30,47
Distancia de Sprint ( $m\cdot\text{min}^{-1}$ )	1,72 ± 1,63*	0,84 ± 1,15
$V_{MAX}$ ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ )	25,71 ± 4,01*	24,18 ± 3,93
$FC_{m\acute{a}x}$ ( $\text{lat}\cdot\text{min}^{-1}$ )	153,43 ± 14,75*	163,15 ± 9,65
$FC_{media}$ ( $\text{lat}\cdot\text{min}^{-1}$ )	128,39 ± 13,76*	135,44 ± 11,97
$FC_{media}$ (%)	72,67 ± 7,03	73,68 ± 6,94

\*Diferencias significativas entre primera y segunda división ( $p < 0,05$ ).

## Discusión

El propósito de este estudio era analizar las demandas físicas tanto extrínsecas como intrínsecas de los árbitros profesionales del fútbol profesional español. Otros objetivos fueron identificar las mismas demandas en las diferentes competiciones y categorías, así como conocer la influencia de la fatiga sobre estas demandas físicas en los partidos de los árbitros de fútbol de élite. Los resultados obtenidos en este estudio muestran que existen diferencias en los árbitros de primera división respecto a los de segunda en la distancia total, distancia total cubierta en diferentes zonas de velocidad, aceleraciones y desaceleraciones, velocidad, FC y RPE.

Tras realizar el estudio, se puede decir que no hay estudios en los que se analicen las demandas físicas tanto extrínsecas como intrínsecas de árbitros profesionales de fútbol en el que se incluyan diferentes categorías (primera y segunda división) ni competiciones (nacionales e internacionales), pero sí en los que se muestran las diferencias entre árbitros y asistentes de fútbol (6), diferencias entre primera y segunda parte en árbitros brasileños de una misma categoría (14) y comparativa entre árbitros de segunda división B y tercera división de la liga española por partes del partido (1). Sin embargo, ningún otro estudio incluye las capacidades físicas durante el calentamiento previo al partido de estos profesionales. Considerando que se han recogido todos los árbitros de primera y segunda división de la Liga española, los resultados de este estudio se pueden considerar relevantes para especificar las demandas físicas y fisiológicas en los partidos de fútbol en árbitros de élite de España.

En base a la carga extrínseca ha sido investigada por diferentes autores (1,6,14). La distancia total se ha estudiado en previas líneas de investigación entre árbitros y asistentes (6) en el que se muestra diferencias entre ellos, pero la similitud que se encuentra con este estudio es el resultado obtenido sobre la distancia recorrida de los árbitros ( $10091,12 \pm 794,06$  m) que es parecida a la obtenida en este estudio ( $10417,50 \pm 860,09$  m y  $10420,36 \pm 729,10$  m en primera y segunda división respectivamente), que en este caso es similar entre las categorías ( $p > 0,05$ ). No obstante, se ha demostrado que la distancia fue mayor en los partidos de Champions League y Selecciones que en el resto de las competiciones. Mientras, la distancia entre la primera y segunda parte ha sido analizada por otro estudio (14) que muestra que fue similar entre ambas partes ( $5219 \pm 205$  m y  $5230 \pm 237$  m en la primera y segunda parte respectivamente). Por tanto, estos resultados son análogos a los obtenidos en este estudio, pues se muestra que existe similitud entre ambas partes tanto en primera como en segunda división ( $p > 0,05$ ) siendo superior la distancia en la segunda parte. Posiblemente, esto se deba a que el tiempo de juego es prácticamente igual en ambas partes, aunque suele haber

mayor tiempo de descuento en la segunda parte. Sin embargo, hubiese sido conveniente haber relativizado por minuto la variable de distancia para conocer más en profundidad esa diferencia. Comparando la distancia recorrida por zonas de velocidad, en cambio, sí se muestran diferencias entre árbitros y asistentes, entre los cuales los primeros logran mayores distancias a distintas velocidades (6), de forma similar ocurre en este estudio que muestra cambios en carrera a baja intensidad [ $12-18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ], carrera a alta intensidad [ $18-21 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ] y a alta velocidad [ $21-24 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ] entre primera y segunda división, probablemente debido a que los partidos de primera división poseen un estilo de juego diferente que es mucho más intenso, que el de segunda. Aunque, comparando las partes de cada categoría no se encuentran diferencias, únicamente en caminar despacio [ $0-6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ] que fue mayor en la segunda parte tanto de primera como de segunda división, mientras que en otros estudios no se muestran diferencias en la primera ni segunda parte en base a las distancias recorridas a distintas velocidades (1). No obstante, en ese caso (1) las zonas de velocidad tienen otros parámetros a los empleados en este estudio. Todo ello, posiblemente, se deba a la fatiga que provoca el partido y, por eso, se encuentren más tiempo en esa zona de velocidad más baja.

Así mismo, en las aceleraciones y desaceleraciones se ha hallado que se han analizado en base a diferentes grados (baja, moderada, alta, muy alta ACC y DEC) (6), mientras que en el presente estudio se han analizado en base al número total, relativas por minuto y pico. En relación con lo que se ha realizado previamente, se ha averiguado que no hay diferencias en las ACC y DEC sino que, únicamente, se encuentran en las que son muy altas (6). Sin embargo, en este estudio se ha encontrado que existen mayores aceleraciones y desaceleraciones tanto las totales como las pico en árbitros de primera división, pero ninguna diferencia en las ACC/DEC por minuto. No obstante, en base a las diferentes competiciones no se hallan diferencias entre las ACC y DEC, a pesar de sí averiguar que el pico más alto de aceleración se da en Champions League ( $5,08 \pm 1,05 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ) y el más bajo en Copa del Rey ( $4,13 \pm 0,52 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ). En relación con las partes se obtienen diferencias de ACC en la segunda parte de los partidos de Liga, Champions y Selecciones, mientras que el número relativo de ACC y DEC por minuto es mayor, sólo, en la segunda parte de los partidos de Liga. Todo ello sugiere que la mayor duración de la segunda parte, causada por las sustituciones, podría ser la razón de un mayor número de ACC y DEC. Por último, las ACC y DEC de la primera y segunda parte demuestran que sólo se halla un aumento en las ACC y DEC de la segunda parte de los árbitros de primera división, quizás debido a las variables contextuales del partido. Sin embargo, no se encuentran estudios que lo hayan analizado de este modo.

Finalmente, la velocidad se ha estudiado en otras líneas de investigación en las que se muestra que no hay diferencias en la máxima velocidad entre la primera y la

segunda parte (1). Esto ocurre de forma similar en este estudio, pues no se aprecian diferencias entre las partes de primera ni segunda división, ni tampoco entre las categorías ( $p > 0,05$ ), pero la distancia de sprint por minuto sí es menor en la segunda parte de los árbitros de segunda división. Sin embargo, comparando las competiciones se encuentra que la velocidad máxima es superior en partidos de Champions League, que posiblemente se deba a la exigencia que poseen estos partidos.

Por otro lado, la carga intrínseca ha sido investigada, también, por diferentes autores (1,6,14). En cuanto a la FC ciertos artículos la analizan por zonas pero, también, el pico y la media (1,6,14), en ello se diferencian de este estudio en el que sólo se han analizado la FC pico, media absoluta y relativa. Se ha encontrado que entre la primera y segunda parte la FC máxima no varía (14) y otros casos en los que la FC máxima en la segunda parte disminuye (1). En base a la FC media hay estudios en los que se reduce (14) y en los que aumenta (1) en la segunda parte. En este caso, la FC máxima y media son inferiores en los partidos de Selecciones durante la segunda parte, quizás relacionado con la fatiga que este tipo de partidos poseen, pues en el resto de las competiciones no hay diferencias. También, se halla que la FC máxima y media es inferior en árbitros de primera ( $171,60 \pm 9,15 \text{ lat}\cdot\text{min}^{-1}$  y  $146,63 \pm 11,7 \text{ lat}\cdot\text{min}^{-1}$  respectivamente) en comparación a los de segunda división ( $179,59 \pm 8,91 \text{ lat}\cdot\text{min}^{-1}$  y  $153,70 \pm 12,00 \text{ lat}\cdot\text{min}^{-1}$ ), mientras que si se compara con otras líneas de investigación que analizan árbitros de tercera división ( $183,04 \pm 9,74 \text{ lat}\cdot\text{min}^{-1}$  y  $156,87 \pm 11,06 \text{ lat}\cdot\text{min}^{-1}$ ) se muestra que incluso esos datos son superiores a los de segunda división. Esto se debe, probablemente, a la edad media de los árbitros en cada división, pues, en primera división la edad media es superior al resto de divisiones. Pese a que la FC sea superior en partidos de la Copa del Rey que de Selecciones, el resultado de la RPE tras arbitrar un partido de Copa el Rey es más baja ( $6,48 \pm 1,29$ ).

Por otro lado, los resultados obtenidos durante el calentamiento no pueden ser contrastados con otras líneas de investigación, pero sí existe similitud en la duración del mismo (6) que es de 15 minutos.

En cuanto a las limitaciones presentes en el estudio, la principal fue el número de partidos de las diferentes competiciones, pues no era el mismo en cada una de ellas. Se han incluido todos los partidos de las competiciones internacionales, pero el número total de éstos ha sido inferior a los partidos de Liga. Sin embargo, el número de partidos por cada competición fue suficiente para poder realizar la comparación estadística de la muestra. Además, se analizaron todos los partidos y se evaluaron las variables tanto físicas como fisiológicas, en los cuales no hubo limitaciones en ese sentido. Pero, se podría haber incluido la variable de distancia por minuto para haber obtenido mayor especificidad en cuanto a la distancia por partes.

Para finalizar sería interesante continuar con futuras líneas de investigación, ya que, este estudio sería útil para contribuir al desarrollo de una línea nueva y más precisa en la optimización del rendimiento, tanto físico como fisiológico, de los árbitros profesionales de fútbol. También permitirá conocer y enfatizar las variables más relevantes en el rendimiento físico de los árbitros de élite de fútbol y, así, conseguir proporcionar un enfoque nuevo en sus entrenamientos. Asimismo, las aplicaciones prácticas posibles de este estudio serían: la creación de protocolos preventivos, ajuste de cargas en los entrenamientos para que sean más específicos y un mayor conocimiento para una posible readaptación post lesión de esta figura.

## **Conclusión**

Tras el análisis del estudio se ha llegado a diferentes conclusiones referentes a los objetivos marcados.

En cuanto al objetivo principal, se ha comprobado la influencia de las diferentes variables sobre los árbitros de fútbol profesional en España.

No obstante, respondiendo a los objetivos específicos se pueden remarcar las siguientes conclusiones:

1. Se han evidenciado mayores demandas físicas de alta intensidad y menor carga interna y esfuerzo percibido durante la competición en los árbitros de primera división en comparación a los de segunda.
2. En base a las acciones de alta intensidad en las diferentes competiciones, se ha demostrado que éstas fueron mayores en las competiciones internacionales (Champions League y Selecciones).
3. En relación con la carga interna se ha reflejado que los árbitros de primera división muestran una FC y una RPE menor a los de segunda división.
4. Además, en el análisis de la fatiga se ha demostrado que, en las competiciones internacionales, los árbitros de primera división obtuvieron una carga menor sólo en la segunda parte de los partidos de Selecciones. También, los árbitros de segunda división mostraron un menor número de acciones de alta intensidad en la segunda mitad de los partidos nacionales.
5. Finalmente, durante los calentamientos, los árbitros de segunda división mostraron menores resultados en todas las variables a excepción de las aceleraciones por minuto y FC en comparación a los de primera división.

## Bibliografía y recursos web

1. Fernández-Elías VE, Gómez-López M, De La Vega R, Clemente-Suárez VJ. Physical demands, heart rate response and performance of talent football referees. *Med Sport*. 2017;70(4):447–56.
2. Castagna C, Abt G, D'Ottavio S. Physiological aspects of soccer refereeing performance and training. *Sport Med*. 2007;37(7):625–46.
3. Granero-Gil P, Bastida-Castillo A, Rojas-Valverde D. Influence of Contextual Variables in the Changes of Direction and Centripetal Force Generated during an Elite-Level Soccer Team Season. *Int J Env Res Public Heal*. 2020;17(3).
4. Schenk K, Bizzini M, Gatterer H. Exercise physiology and nutritional perspectives of elite soccer refereeing. *Scand J Med Sci Sport*. 2018;28(3):782–93.
5. Sánchez-García M, Sánchez-Sánchez J, Rodríguez-Fernández A, Solano D, Castillo D. Relationships between Sprint Ability and Endurance Capacity in Soccer Referees. *Sports*. 2018;6(28).
6. Castillo D, Cámara J, Lozano D, Berzosa C, Yanci J. The association between physical performance and match-play activities of field and assistants soccer referees. *Res Sport Med [Internet]*. 2018;27(3):283–97. Available from: <https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1534117>
7. 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.
8. Weston M, Castagna C, Helsen W, Impellizzeri F. Relationships among Field Test Measures and Physical Match Performance in Elite Standard Soccer Referees. *J Sport Sci*. 2009;27(11):1177–84.
9. Ehrmann F, Duncan C, Sindhusake D, Franzsen W, Greene D. GPS and Injury Prevention in Professional Soccer. *J Strength Cond Res*. 2016;30(2):360–7.
10. Modric T, Versic S, Sekulic D, Liposek S. Analysis of the Association between Running Performance and Game Performance Indicators in Professional Soccer Players. *Int J Env Res Public Heal [Internet]*. 2019;16(20):4032. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijerph16204032>
11. Suarez-Arrones L, Torreño N, Requena B, Sáez De Villarreal E, Casamichana D, Barbero-Alvarez JC, et al. Match-play activity profile in professional soccer players during official games and the relationship between external and internal load. *J Sports Med Phys Fitness*. 2015;55(12):1417–22.
12. Suárez-Arrones L, Calvo-Lluch Á, PORTILLO J, Sánchez F, Méndez-Villanueva A. Running demands and heart rate response in rugby sevens referees. *J Strength*

- Cond Res. 2013;27(6):1618–22.
13. Suárez-Arrones L, Portillo LJ, García JM, Calvo-Lluch Á, Roberts SP, Méndez-Villanueva A. Running demands and heart rate response in rugby union referees. *J Strength Cond Res.* 2013;27(11):2946–51.
  14. Costa EC, Vieira CMA, Moreira A, Ugrinowitsch C, Castagna C, Aoki MS. Monitoring external and internal loads of Brazilian soccer referees during official matches. *J Sport Sci Med.* 2013;12(3):559–64.
  15. Castillo D, Weston M, McLaren SJ, Cámara J, Yanci J. Relationships between Internal and External Match Load Indicators in Soccer Match Officials. *Int J Sport Physiol Perform.* 2017;12(7):922–7.
  16. Castillo D, Yanci J, Cámara J, Weston M. The influence of soccer match play on physiological and physical performance measures in soccer referees and assistant referees. *J Sport Sci.* 2016;34(6):557–63.
  17. Castillo D, Yanci J, Cámara J. Impact of Official Matches on Soccer Referees' Power Performance. *J Hum Kinet.* 2018;61(1):131–40.
  18. Castillo D, Cámara J, Castellano J, Yanci J. Football match officials do not attain maximal sprinting speed during matches. *Kinesiology.* 2016;48(2):207–12.
  19. Riiser A, Andersen V, Sæterbakken A, Ylvisaker E, Moe VF. Running Performance and Position is Not Related to Decision-Making Accuracy in Referees. *Sport Med Int Open.* 2019;3(2):E66–71.
  20. Castillo AB, Gómez-Carmona CD, Reche P, Gil PG, Ortega JP. Trunk stability assesment using an inercial device. *Retos.* 2018;(33):199–203.
  21. Mallo J, Mena E, Nevado F, Paredes V. Physical Demands of Top-Class Soccer Friendly Matches in Relation to a Playing Position Using Global Positioning System Technology. *J Hum Kinet.* 2015;47(1):179–88.
  22. Castellano J, Alvarez-Pastor D, Bradley PS. Evaluation of research using computerised tracking systems (amisco and prozone) to analyse physical performance in elite soccer: A systematic review. *Sport Med.* 2014;44(5):701–12.
  23. Hernández-Belmonte A, Bastida-Castillo A, Gómez-Carmona C, Pino-Ortega J. Validity and reliability of an inertial device (WIMU PROTM) to quantify physical activity level through steps measurement. *J Sport Med Phys Fit.* 2019;59(4):587–92.
  24. Casamichana D, Castellano J, Calleja-Gonzalez J, RomaN JS, Castagna C. Relationship between indicators of training load in soccer players. *J Strength Cond Res.* 2013;27(2):369–74.
  25. Di Salvo V, Baron R, González-Haro C, Gormasz C, Pigozzi F, Bachl N. Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA

- Cup matches. *J Sports Sci.* 2010;28(14):1489–94.
26. Cohen J. A coefficient of agreement for nominal scales. *Educ Psychol Meas.* 1960;20(1):687–99.

## ANEXOS

### ANEXO 1: Formulario de consentimiento informado

Yo D. \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_ he sido invitado a participar por Dña. GEMMA MARTÍNEZ TORREMOCHA con DNI 50995590-J en el estudio “Análisis de las demandas físicas en árbitros de fútbol profesional”, debido a la necesidad que existe de conocer mejor la figura de árbitro de fútbol profesional para ser conscientes de las demandas físicas que este trabajo supone y reunir los conocimientos para programar entrenamientos preventivos y pruebas para ellos.

Acepto a participar en el proyecto, que tendrá un periodo de duración de una temporada 2019/20.

Por consiguiente:

- He sido informado del estudio.
- Han sido respondidas todas las dudas que podía tener.
- Soy consciente de que la participación es TOTALMENTE VOLUNTARIA.
- Acepto facilitar los datos que sean pertinentes para el estudio.
- Soy consciente de que puedo abandonar el proyecto en cualquier momento y sin tener que dar ninguna explicación, pero con previa comunicación al investigador/a.
- Acepto que mis datos sean empleados y manejados por el investigador/a y demás personas que trabajen en el estudio.
- Soy consciente de que se mantendrá la confidencialidad de los datos facilitados y recogidos y, en el caso de publicación, no se usarán datos que puedan identificarme en las publicaciones.

Por tanto, doy libremente mi consentimiento a participar en este estudio.

.....  
Firma del participante

Madrid a.....de.....del 20.....

.....  
Firma del investigador/a

Madrid a.....de.....del 20.....