

FACULTAD DE CIENCIAS DEL DEPORTE Y LA EDUCACIÓN FÍSICA

**ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO, PERCEPCIÓN DE ESFUERZO Y
RECUPERACIÓN, Y TOMA DE DECISIÓN EN EL ARBITRAJE DEL
FÚTBOL PROFESIONAL: UN ESTUDIO DE CASO**



Tesis Doctoral presentada por:

FRANCISCO TENREIRO GAVELA

A Coruña, 2020

Análisis del rendimiento, percepción
de esfuerzo y recuperación, y toma de
decisión en el arbitraje del fútbol
profesional: un estudio de caso

Autor/a: Francisco Tenreiro Gavela

Tesis doctoral UDC / 2020

Director: Antonio Montero Seoane

Codirector: Miguel Saavedra García

Tutor: Antonio Montero Seoane

Programa de doctorado en Saúde e Motricidade

//



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL DEPORTE Y LA EDUCACIÓN FÍSICA

**ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO, PERCEPCIÓN DE ESFUERZO Y
RECUPERACIÓN, Y TOMA DE DECISIÓN EN EL ARBITRAJE DEL
FÚTBOL PROFESIONAL: UN ESTUDIO DE CASO**

FRANCISCO TENREIRO GAVELA

LICENCIADO EN CIENCIAS DEL DEPORTE Y LA EDUCACIÓN FÍSICA

Memoria para optar al grado de Doctor realizada bajo la dirección de los
doctores D. Antonio Montero Seoane y D. Miguel Saavedra García del
Departamento de Educación Física y Deportiva.

Vº Bº El director

Vº Bº El director

DR. D. ANTONIO MONTERO SEOANE

DR. D. MIGUEL SAAVEDRA GARCÍA



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

D. Antonio Montero Seoane y D. Miguel Saavedra García, profesores de la facultad de Ciencias del Deporte y la Educación Física de la Universidade de A Coruña,

HACEN CONSTAR:

Que el licenciado en Ciencias del Deporte y la Educación Física D. Francisco Tenreiro Gavela ha realizado, bajo su dirección, el trabajo titulado “Análisis del rendimiento, percepción de esfuerzo y recuperación, y toma de decisión en el arbitraje del fútbol profesional: un estudio de caso”, el cual reúne todas las condiciones necesarias para ser defendido como tesis doctoral y optar al grado de DOCTOR.

En A Coruña, a 19 de junio del 2020.

Fdo: D. Antonio Montero Seoane

Fdo. D. Miguel Saavedra García

A mi mujer, *María*, mi compañera en el camino, y a mi
hijo, *Telmo*, por ser la luz y la sonrisa que lo ilumina.

AGRADECIMIENTOS

La presentación de este trabajo es resultado de la colaboración de diversas personas a las que deseo mostrar mi gratitud. Mis disculpas de antemano por si, inconscientemente, me olvido de mencionar a alguna.

- A mis directores de tesis Dr. Antonio Montero Seoane y Dr. Miguel Saavedra García, por su ánimo constante y su esfuerzo para que esta investigación llegase a buen puerto, y por los buenos momentos compartidos en el proceso.
- A mis padres, Paco y Nuchi, por animarme desde el primer día en mi decisión de dedicarme al mundo de la Educación Física.
- A mis hermanos, Patricia y Alejandro, por su comprensión, y por brindarme con su esfuerzo, el tiempo necesario para dedicarle a la elaboración de esta investigación.
- A Fonso, Loli, Fon, Azu y Sara, por ser la mejor familia política que se puede tener.
- A mis sobrinos, Paloma, Ana, Pedro, Sara y Alex, por sus abrazos y sus sonrisas.
- A Ignacio Iglesias Villanueva, por tantas horas de esfuerzo y conversación compartidas, y por su inmensa generosidad, sin la cual esta investigación nunca hubiese podido realizarse.
- A Javier Iglesias Villanueva y Marisa Villa, por las horas de sudor y risas, y por su ilusión y dedicación al arbitraje en el fútbol.

- A Juan, Loreto, Martín y Tomás, Rubén, Sabina y Tirso, por su eterna amistad, sus afectos, y por compartir la ilusión de este proyecto.
- A José Antonio Sordo, por su amistad, su ejemplo constante y, su ilusión compartida en el mundo de la Educación Física.
- A Andrés Bergara, por su ánimo sin cuartel, y por ser el mejor compañero de departamento que se puede tener.
- A Benjamín Longarela y Alejandro Martínez, por su amistad y su generosa colaboración, que tanto me ha facilitado finalizar esta tesis.
- A mis amigos, por su apoyo e interés en el desarrollo de esta investigación.
- A los profesores de los institutos Sofía Casanova y Ferrolvello, con los que comparto pasión por la educación.
- Por último, me gustaría mostrar mi agradecimiento a todo el personal (docentes, administradores, conserjes, etc.) de la Facultad de Ciencias del Deporte y la Educación Física (Universidade da Coruña).

RESUMO

A presente investigación analiza o rendemento, a percepción de esforzo e recuperación e a toma de decisión en partidos oficiais dun árbitro profesional da primeira división do fútbol español. Analizáronse todos os partidos da temporada 2012-2013 nos que o suxeto de estudio foi designado coma árbitro principal (N= 19). Os instrumentos utilizados para a análise do rendemento foron un pulsómetro-GPS que portaba o árbitro e empregaba coma cronógrafo oficial en cada encontro, e a grabación en video dos partidos para a obtención de parámetros cinemáticos (duración, distancia percorrida, velocidade media e máxima, tempo en movemento, velocidade media en movemento) fisiolóxicos (frecuencia cardíaca media e máxima, gasto enerxético) e de toma de decisión de accións determinantes para o xogo (tarxetas amarelas, tarxetas bermellas, penaltis, concesión de gol). Para a análise da percepción de esforzo empregáronse as escalas RPE (Rating Perceived Exertion) de Borg e a escala CR10 de Borg modificada (Category scales with Ratio properties) mentres que, para a percepción da recuperación, empregáronse a escala TQR (Total Quality Recovery). Tras os resultados obtidos, pódese afirmar que a toma de decisión realízase baixo condicións de alta frecuencia cardíaca en relación coa velocidade de desprazamento. Neste senso, no momento da sinalización, a frecuencia cardíaca e a velocidade de desprazamento son máis elevadas que os valores promedio da totalidade de cada encontro.

RESUMEN

La presente investigación analiza el rendimiento, la percepción de esfuerzo y recuperación y la toma de decisión en partidos oficiales de un árbitro profesional de la primera división del fútbol español. Se analizaron todos los partidos de la temporada 2012-2013 en los que el sujeto de estudio fue designado como árbitro principal (N= 19). Los instrumentos utilizados para el análisis del rendimiento fueron un pulsómetro-GPS que portaba el árbitro y empleaba como cronógrafo oficial en cada encuentro, y la grabación en video de los partidos para la obtención de parámetros cinemáticos (duración, distancia recorrida, velocidad media y máxima, tiempo en movimiento, velocidad media en movimiento) fisiológicos (frecuencia cardiaca media y máxima, gasto energético) y de toma de decisión de acciones determinantes para el juego (tarjetas amarillas, tarjetas rojas, penaltis, concesión de gol). Para el análisis de la percepción de esfuerzo se han empleado las escalas RPE (Rating Perceived Exertion) de Borg y la escala CR10 de Borg modificada (Category scales with Ratio properties) mientras que, para la percepción de la recuperación, se ha empleado la escala TQR (Total Quality Recovery). Tras los resultados obtenidos, se puede afirmar que la toma de decisión se realiza bajo condiciones de alta frecuencia cardiaca en relación con su velocidad de desplazamiento.

ABSTRACT

The present research analyzes the performance, the perception of effort and recovery, and the decision making of a professional referee of the first Spanish division in official football matches. A total number of nineteen matches of the 2012/2013 season, in which the protagonist of the investigation was designed as the main referee, were analyzed. The analysis tools used to test the referee's performance were a GPS heart rate monitor he utilised as an official chronograph in each football match and the video recording of the matches to obtain cinematic parameters (duration, distance run, average and highest speed, time in motion, average speed in motion), physiological ones (medium and maximum heart rate, energy expenditure) and decision making of decisive actions for the game (yellow cards, red cards, penalty shots and goal conceding). Borg's RPE (Rating Perceived Exertion) and CR10 modified scales (Category scales with Ratio properties) have been used to analyse effort perception. TQR (Total Quality Recovery) scale has been used to measure recovery perception. After having obtained the analysis results, it can be stated that decision making is done under high heart rate frequency in relation to displacement speed. In this sense, at the time of signalling something, heart rate and displacement speed are higher than the average values of the whole of each encounter.

PRÓLOGO

La aparición de la figura del árbitro en el fútbol se remonta a la Gran Bretaña del siglo XIX. En 1878, quince años después de que, en 1863, se fundase la Asociación inglesa de Fútbol (FA) y, con ella, la redacción de las primeras reglas del juego, un árbitro de fútbol empleó un silbato por primera vez. En 1891 surge la figura del árbitro principal, mientras que los jueces de consulta o “umpires” instaurados en 1863 con la redacción de las primeras reglas del fútbol, pasan a ser árbitros asistentes de banda. En 1893 se crea la primera asociación de árbitros, los cuales eran “invitados a officiar” por el equipo local, pues con anterioridad a 1901 no existe ningún registro oficial de árbitros. En el año 1903 surge el árbitro profesional, pues a partir de esa fecha son remunerados por su labor (Mangan y Hickey, 2008). En los primeros años de evolución del arbitraje, la figura de los maestros de escuela ha sido determinante; pues fueron éstos quienes impulsaron decididamente la creación de equipos, ligas locales, y asociaciones de árbitros además de la creación de categorías de árbitros según su capacitación para el arbitraje; con un sistema que, todavía, perdura. Mangan y Hickey (2008) destacan especialmente en este colectivo a R. Carr, J.A. MacGregor, J.R. Schumacher y J. Adams.

Mientras que la reglamentación del fútbol se ha ampliado paulatinamente, esta estructura arbitral se mantiene fija en el fútbol español hasta la primera década del siglo XXI, modificándose con la introducción, primero, de la figura del cuarto árbitro en 2007 y, a partir del 2018, con la introducción del videoárbitro (VAR) y los asistentes del videoárbitro (AVAR).

En España, el fútbol puede considerarse como el deporte más popular, según los datos del censo oficial (2013/2014) del Consejo Superior de Deportes, pues tiene el mayor número de clubes (11.666), equipos (52.421) y licencias de jugadores (810.141) y, por ende, de árbitros. El colectivo arbitral en España está compuesto por 15.821 personas (último censo actualizado de la temporada 18/19), bajo la supervisión del Colegio Técnico de Árbitros (CTA) a través de sus respectivos colegios territoriales. El número de árbitros principales en primera división es de 20, cifra indicativa de la dificultad que conlleva acceder a la élite del arbitraje profesional en España, y por ello, los árbitros de fútbol profesional son considerados como expertos en la realización de su tarea. En Galicia, sólo un árbitro de los inscritos en el colegio gallego de árbitros pertenece a la élite del arbitraje en España.

El mundo del fútbol genera a su alrededor numerosos intereses, existiendo una mayor motivación económica a medida que se alcanzan categorías superiores tanto para clubes, directivos y jugadores, como para los árbitros. Sólo en la temporada 2016/2017, La Liga (primera división española) ingresó 3.327,4 millones de euros, un 59% más que cinco años atrás, de los cuales que 1.400 millones de euros procedieron de derechos de televisión (Mazo, Junco, Cruzado y Galera, 2017); el montante económico y, como consecuencia de este, la atención que le prestan los medios de comunicación es excepcional. Programas de radio y televisión, prensa, tertulias de análisis con antiguos jugadores, entrenadores y árbitros profesionales, etc. dan lugar a un seguimiento mediático del fútbol profesional de enorme calibre, tanto dentro como fuera de los terrenos de juego. La presión social que este conjunto de factores genera alrededor de la figura del árbitro, tanto profesional como de

categorías inferiores, facilita que se produzcan conductas de desprecio hacia su figura en forma de agresiones físicas y/o verbales de forma reiterada.

La trascendencia mediática, económica y, por supuesto, deportiva de la actuación de los árbitros en la máxima categoría profesional del fútbol español, consideramos que merece un estudio detallado en sus diferentes vertientes. Este trabajo pretende ser una aportación en este sentido.

El análisis de la vinculación entre los parámetros fisiológicos y cinemáticos, y su relación con la toma de decisión de acciones del juego no ha sido estudiado con anterioridad en el arbitraje profesional del fútbol. La presente investigación analiza mediante un estudio de caso durante una temporada completa y, desde una perspectiva ecológica, el rendimiento, la percepción de esfuerzo y recuperación y, la toma de decisión en partidos oficiales de un árbitro profesional de la primera división del fútbol español. Su estudio permitirá comprender con mayor profundidad la dificultad de la tarea que debe llevar a cabo el árbitro profesional y avanzar en la preparación necesaria para el arbitraje.

La presente tesis comprende los siguientes capítulos:

En el capítulo 1, se presenta una caracterización del estamento arbitral del fútbol español, los diferentes abordajes que la ciencia ha llevado a cabo sobre este colectivo y, las preguntas de investigación que dan origen a esta tesis. En el capítulo 2, se plantean los objetivos e hipótesis que fundamentan los diferentes estudios llevados a cabo. En el capítulo 3, se desglosa la metodología de investigación empleada, basada en un estudio de caso de un árbitro profesional de la máxima

categoría del fútbol español. En los capítulos 4, 5 y 6 se desarrollan los 3 estudios que componen la base de esta tesis doctoral:

Estudio 1: Parámetros cinemáticos y fisiológicos al señalar del árbitro de fútbol profesional. En el estudio 1, se analizaron parámetros cinemáticos (duración, distancia, velocidad media y máxima, tiempo en movimiento, tiempo en movimiento promedio), fisiológicos (frecuencia cardíaca media y máxima, gasto energético) y de toma de decisión (tarjetas amarillas, tarjetas rojas, penaltis y concesión de gol) que afectan al desempeño del árbitro de fútbol profesional.

Estudio 2: La autopercepción del esfuerzo y la recuperación del árbitro de fútbol profesional. En el estudio 2, se examinaron la percepción de esfuerzo y recuperación del árbitro y la influencia de la dificultad de cada encuentro sobre estos parámetros en 17 partidos oficiales de la temporada 2012-2013. La dificultad de cada encuentro fue categorizada utilizando como criterio la clasificación previa de los equipos. Se compararon los resultados de 2 escalas de percepción de esfuerzo mencionadas anteriormente. Este estudio ha dado lugar a una publicación en la revista “Cuadernos de psicología del deporte” vol. 16, nº 3, con índice SJR 2018 de 0,38 en Q3 y pendiente de asignación de JCR.

Estudio 3: Patrones de frecuencia cardíaca y velocidad de desplazamiento del árbitro de fútbol profesional. En el estudio 3, se investigan el tiempo y la distancia recorrida por el árbitro profesional en relación con su velocidad de movimiento, su

frecuencia cardiaca y las acciones del juego. Se compara igualmente, su rendimiento con jugadores profesionales, debido al mayor número de investigaciones con este colectivo.

Posteriormente, en el capítulo 7, se presentan una discusión general acerca de los principales resultados obtenidos relacionados con los objetivos e hipótesis formulados en el capítulo 2. En el capítulo 8, se recogen las conclusiones generales, así como la aplicación práctica de la investigación enfocada a la mejora del desempeño arbitral y sus limitaciones, y se proponen futuras líneas de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. EL ARBITRAJE EN EL FÚTBOL PROFESIONAL	25
1.1 INTRODUCCIÓN	25
1.2 EL EQUIPO ARBITRAL	26
1.3 LA CIENCIA Y EL EL ARBITRO DE FÚTBOL PROFESIONAL	28
1.3.1 Preguntas de investigación.....	30
2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	35
3. DISEÑO Y METODOLOGÍA	39
3.1 DISEÑO	39
3.2 METODOLOGÍA	40
3.2.1 Revisión bibliográfica	42
3.2.2 Instrumento para el registro de datos cinemáticos y fisiológicos.....	47
3.2.3 Instrumento para el registro de las acciones de juego.....	48
3.2.4 Instrumentos para el registro de la autopercepción de esfuerzo y recuperación.....	49
3.2.5 Explicación al sujeto de los objetivos del estudio y de las herramientas de registro	50
3.2.6 Entrenamiento del árbitro en el empleo de las herramientas de registro..	50
3.2.7 Grabación y edición de los partidos	51
3.2.8 Análisis de las variables cinemáticas, fisiológicas y de acción de juego ..	52
4. ESTUDIO 1. PARÁMETROS CINEMÁTICOS Y FISIOLÓGICOS DEL ÁRBITRO DE FÚTBOL AL SEÑALIZAR.....	55
4.1 INTRODUCCIÓN	55
4.2 MÉTODO	58
4.2.1 Participantes.....	58
4.2.2 Variables cinemáticas	58
4.2.3 Variables fisiológicas	59
4.2.4 Variables de acción de juego	59
4.2.5 Obtención de datos cinemáticos, fisiológicos y de toma de decisión.....	60
4.2.6 Procedimiento estadístico	61
4.3 RESULTADOS	61
4.3.1 Variables cinemáticas	61

4.3.2	<i>Variables fisiológicas</i>	63
4.3.3	<i>Variables cinemáticas y fisiológicas en la acción de juego</i>	64
4.4	DISCUSIÓN	66
4.4.1	<i>Frecuencia cardiaca</i>	67
4.4.2	<i>Velocidad</i>	68
4.4.3	<i>Acciones de juego, frecuencia cardiaca y velocidad</i>	69
4.4.4	<i>Distancia recorrida</i>	70
4.4.5	<i>Duración y tiempo en movimiento</i>	72
4.4.6	<i>Gasto energético</i>	73
4.5	CONCLUSIONES	74
4.6	APLICACIONES PRÁCTICAS	74
5.	ESTUDIO 2. LA AUTOPERCEPCIÓN DEL ESFUERZO Y LA RECUPERACIÓN DEL ARBITRO DE FÚTBOL PROFESIONAL	77
5.1	INTRODUCCIÓN	77
5.2	MÉTODO	80
5.2.1	<i>Sujeto de estudio</i>	80
5.2.2	<i>Procedimientos</i>	80
5.2.3	<i>Análisis estadístico</i>	82
5.3	RESULTADOS	83
5.3.1	<i>Partidos balanceados</i>	83
5.3.2	<i>Partidos desequilibrados</i>	84
5.3.3	<i>Partidos muy desequilibrados</i>	84
5.4	DISCUSIÓN	85
5.5	CONCLUSIONES	89
5.6	APLICACIONES PRÁCTICAS	90
6.	ESTUDIO 3. PATRONES DE FRECUENCIA CARDIACA Y VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO DEL ÁRBITRO DE FÚTBOL PROFESIONAL	93
6.1	INTRODUCCIÓN	93
6.2	OBJETIVOS	94
6.3	MATERIALES Y MÉTODOS	95
6.3.1	<i>Sujeto de estudio</i>	95
6.3.2	<i>Variables</i>	95
6.3.3	<i>Procedimientos</i>	96

6.3.4	<i>Análisis estadístico</i>	97
6.3.5	<i>Resultados</i>	98
6.4	DISCUSIÓN	103
6.5	CONCLUSIONES	111
6.6	APLICACIONES PRÁCTICAS	112
7.	DISCUSIÓN GENERAL	115
7.1	EN RELACIÓN CON EL OBJETIVO 1. CONOCER LA CARGA FÍSICA QUE SUPONE EL ARBITRAJE PROFESIONAL MEDIANTE DIFERENTES PARÁMETROS OBJETIVOS.	115
7.2	EN RELACIÓN CON EL OBJETIVO 2. CONOCER LA RELACIÓN ENTRE LA FRECUENCIA CARDIACA Y LA VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO CON LA SEÑALIZACIÓN DE ACCIONES RELEVANTES PARA EL JUEGO.	119
7.3	EN RELACIÓN CON EL OBJETIVO 3. DESCRIBIR LA PERCEPCIÓN DE ESFUERZO Y RECUPERACIÓN DEL ÁRBITRO PROFESIONAL EN FUNCIÓN DE LA DIFICULTAD DE LOS ENCUENTROS BASADA EN LA CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS.	126
8.	CONCLUSIONES	131
9.	APLICACIONES PRÁCTICAS	135
9.1	PARA LOS ÁRBITROS Y SUS ENTRENADORES	135
9.2	PARA EL COLEGIO TÉCNICO DE ÁRBITROS DE FÚTBOL.....	136
10.	LIMITACIONES Y FUTURAS INVESTIGACIONES	139
10.1	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	139
10.2	FUTURAS INVESTIGACIONES.....	139
11.	REFERENCIAS	145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. <i>Palabras clave en las bases de datos Scopus, SportDiscus y PsycInfo, WOS</i>	44
Tabla 3.2. <i>Material bibliográfico empleado</i>	45
Tabla 3.3. <i>Protocolo incremental de la prueba de esfuerzo en cinta rodante</i>	47
Tabla 3.4. <i>VARIABLES DE ACCIÓN DE JUEGO ANALIZADAS</i>	49
Tabla 4.1. <i>VARIABLES DE ACCIÓN DE JUEGO ANALIZADAS</i>	59
Tabla 4.2. <i>VARIABLES CINEMÁTICAS. Partido Global</i>	62
Tabla 4.3. <i>VARIABLES CINEMÁTICAS. Parte 1 y 2</i>	62
Tabla 4.4. <i>VARIABLES FISIOLÓGICAS. Partido global</i>	63
Tabla 4.5. <i>VARIABLES FISIOLÓGICAS. Parte 1 y 2</i>	63
Tabla 4.6. <i>Descripción de las variables fisiológicas y cinemáticas en el momento de señalización de la acción de juego</i>	64
Tabla 4.7. <i>Relación entre categorías de velocidad y de frecuencia cardiaca máxima</i>	70
Tabla 4.8. <i>Gasto calórico (calorías)</i>	73
Tabla 5.1. <i>Categorización del nivel de equilibrio de los encuentros</i>	82
Tabla 5.2. <i>Escalas de percepción y nivel de equilibrio de los partidos</i>	83
Tabla 5.3. <i>Categorización de la dificultad de los encuentros y escalas de percepción</i>	84
Tabla 6.1. <i>Distancia recorrida y tiempo empleado en cada zona de velocidad (V). Partido global</i>	98
Tabla 6.2. <i>Distancia recorrida y tiempo empleado en cada zona de velocidad (V). Parte 1 y 2</i>	99
Tabla 6.3. <i>Distancia recorrida y tiempo empleado en cada zona de frecuencia cardiaca (FC). Partido global</i>	100
Tabla 6.4. <i>Distancia recorrida y tiempo empleado en cada zona de frecuencia cardiaca (FC). Parte 1 y 2</i>	101
Tabla 6.5. <i>Asociaciones con el porcentaje de tiempo de posesión del balón</i>	102

Tabla 6.6. *Tiempo (T) y distancia (D) empleado en cada zona de velocidad (V).*
.....104

Tabla 6.7. *Tiempo empleado (%) en zonas de alta frecuencia cardiaca (FC). ...109*

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.1.</i> Situación de los árbitros en el terreno de juego en el saque.	26
<i>Figura 3.1.</i> Ejemplo de registro de datos de campo con zonas de frecuencia cardíaca, zonas de velocidad y anotación de toma de decisión.....	48
<i>Figura 3.2.</i> Ejemplo de edición de partido para las acciones del juego.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS

Palabra	Abreviatura
Asistente de videoárbitro	AVAR
Calorías	cal
Category scales with Ratio properties	CR10
Colegio Técnico de Árbitros	CTA
Federación Internacional de Fútbol Aficionado	FIFA
Frecuencia cardiaca	FC
Frecuencia cardiaca máxima	FC _{max}
Global Positioning System	GPS
Hertzios	HZ
Kilómetro	km
Kilómetros por hora	km.h ⁻¹
Latidos por minuto	lpm
Minuto(s)	min
Rating Perceived Effort	RPE
Total Quality Recovery	TQR
Unión de Asociaciones Europeas de Fútbol	UEFA
Velocidad	V
Velocidad en movimiento	VM
Videoárbitro	VAR

1. EL ARBITRAJE EN EL FÚTBOL PROFESIONAL

1. EL ARBITRAJE EN EL FÚTBOL PROFESIONAL

1.1 INTRODUCCIÓN

La función del árbitro, según Betancor (2010), consiste en “*valorar y penalizar la transgresión de la norma percibiendo, comparando y sancionando la situación real de juego, lo que requiere de una interpretación adecuada de las reglas según la experiencia adquirida*”. Dentro del mundo del arbitraje en el fútbol, el más alto nivel lo integran los árbitros y árbitros asistentes de las competiciones internacionales de la Federación Internacional de Fútbol Aficionado (FIFA) así como aquellos que áctuan en las competiciones profesionales de primer nivel de cada país (MacMahon, Helsen, Starkes, y Weston, 2007). En España se consideran como competiciones profesionales la primera división, conocida como “La Liga”, y la segunda división (Reglamento General de la Liga Nacional de Fútbol Profesional, Libro IV, sección I, artículo 1).

La evolución del fútbol profesional en la última década con la mejora de los sistemas de entrenamiento, análisis y control del juego ha dado lugar a patrones de juego con mayores exigencias, tanto para los futbolistas como para los árbitros (Helsen y Bultynck., 2004; Button, O’Hare y Mascarenhas, 2006). Estos patrones de juego se ven afectados por los planteamientos estratégicos de cada entrenador, la interpretación de estos por parte de los futbolistas y, la interacción entre estos últimos. Como consecuencia, los árbitros deben enfrentarse durante los partidos a situaciones en permanente cambio, aplicando el reglamento de la FIFA con inmediatez y el mayor acierto posible. Para desarrollar esta labor con éxito, el

árbitro principal debe gestionar, con la colaboración de su equipo, la relación con los diferentes colectivos presentes en la competición oficial.

1.2 EL EQUIPO ARBITRAL

El equipo de arbitraje en el fútbol profesional lo constituyen en la actualidad 5 miembros. Por una parte, el cuarteto arbitral a pie de campo, compuesto por el árbitro principal, dos árbitros asistentes de banda, y un cuarto árbitro (sustituto del árbitro principal en caso de lesión) en la zona media de acceso al campo. Por otra parte, se encuentran los responsables del videoarbitraje (VAR y AVAR), puestos desempeñados por árbitros profesionales que no pueden ejercer a pie de campo, tras haberse retirado de su puesto como árbitros principales. El trío arbitral, compuesto por árbitro principal y sus asistentes, se mantiene estable a lo largo de la temporada, mientras que el cuarto árbitro y los videoárbitros pueden ser diferentes en cada encuentro. El cuarto árbitro designado para cada encuentro es una figura rotatoria dentro de este grupo.

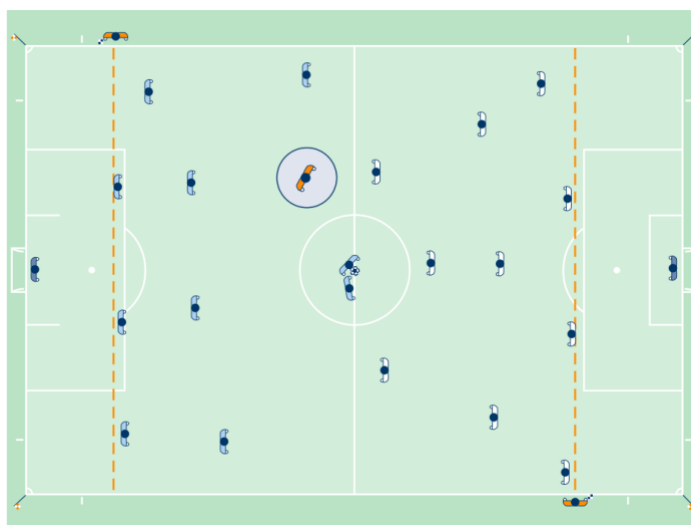


Figura 1.1. Situación de los árbitros en el terreno de juego en el saque.

Fuente: Reglamento FIFA 2016.

El árbitro principal se comunica verbalmente con todos sus colaboradores a través de un interfono, visualmente mediante los banderines que los árbitros asistentes portan, y táctilmente con la vibración que el árbitro recibe en el brazo al hacer uso los asistentes de dichos banderines. En la temporada 2018/19, se introduce el videoarbitraje en las competiciones profesionales de 1ª y 2ªA, por lo que se añade un quinto arbitro o VAR, con el que el árbitro principal también tiene comunicación cuando, según el reglamento del videoarbitraje, se hace necesaria su intervención. Todas estas informaciones recibidas de sus ayudantes, así como sus propias observaciones, deben ser gestionadas para aplicar al reglamento adecuadamente. Un segundo factor que debe gestionar el árbitro es la actuación de los jugadores y su interacción con el equipo arbitral en el campo. El tercer factor lo componen el comportamiento de los integrantes de los banquillos: entrenadores, entrenadores ayudantes, jugadores suplentes, delegado y otros miembros del cuerpo técnico, que deben atenerse al comportamiento establecido por la normativa FIFA. El cuarto factor es el público presente en el estadio, de gran afluencia en la máxima competición del fútbol profesional. Un último y quinto factor sería el de los medios informativos, que escrutan la labor arbitral antes, durante y después de los partidos.

El proceso de evaluación continua y pública a la que se ven sometidos los árbitros incrementa la dificultad de su tarea. En la primera división española de fútbol profesional, el colectivo de árbitros está compuesto por un grupo de 20 personas. Sus componentes varían cada temporada debido a los ascensos y descensos de, al menos, 2 de ellos. Esta variación puede producirse tanto por alcanzar la edad máxima permitida para arbitrar en la primera división (45 años), como por la puntuación obtenida en cada temporada. Para optimizar su rendimiento,

los árbitros deben superar a lo largo de la temporada diversas pruebas físicas que el Comité Técnico de Árbitros (CTA) establece. Dichas pruebas y las marcas establecidas para superarlas están orientadas para valorar las diferentes capacidades físicas que el desempeño del arbitraje profesional exige (Mallo, García Aranda, y Navarro, 2007; Ruiz Caballero, Brito Ojeda, García-Aranda, Mallo, Helsen, Sarmiento et al., 2011). El CTA establece, conjuntamente a esta valoración física, la evaluación de la actuación del árbitro en cada encuentro, que es realizada por un informador designado por el propio CTA. Los intereses existentes en torno al fútbol profesional exigen del árbitro mantener tanto un óptimo nivel de forma física (Da Silva, Fernández, y Fernández., 2008; Krusturup, Helsen., Randers, Christensen, MacDonald, Rebelo, y Bangsbo, 2009), como una preparación para gestionar la carga psicológica que supone su trabajo (Lane, Nevill, Ahmad y Balmer, 2006; Button et al., 2006; Boschilia, Vlastuin, y Marchi, 2008).

1.3 LA CIENCIA Y EL EL ARBITRO DE FÚTBOL PROFESIONAL

El creciente interés por todo aquello que sucede dentro del arbitraje en el fútbol profesional se ha traducido en un mayor número de investigaciones sobre este campo, sobre todo, en la última década. Este incremento del interés científico sobre el arbitraje en el fútbol puede resumirse en el establecimiento de siete áreas de investigación en relación con este colectivo: rendimiento físico, rendimiento técnico, psicología, organización, lesiones, fisiología y, modelos de desarrollo de la carrera arbitral (Aragão, Passos, Araújo, y Maynard, 2018).

Recientemente, varios estudios se han centrado en el área de la excelencia en el arbitraje del fútbol profesional. Algunos de estas investigaciones desglosan el carácter multidimensional de la misma (Slack, Maynard, Butt, y Olusoga, 2013; Schnyder y Hossner, 2016); mientras que otros autores, basándose en la opinión de los propios árbitros profesionales, concluyen que la excelencia en el arbitraje del fútbol profesional se fundamenta en tres pilares: la preparación individual, la preparación del partido y, por último, la gestión del partido. (Aragão, Passos, Carvalho, y Maynard, 2019).

Bajo este prisma de la excelencia en el fútbol, las demandas fisiológicas y psicológicas del arbitraje han sido analizadas en el fútbol profesional de otros países (Cerqueira, Da Silva, y Marin, 2011; D'Ottavio y Castagna, 2001; Helsen y Bultynck, 2004; Krustup y Bangsbo, 2001; MacMahon et al., 2007; Rebelo, Silva, Pereira y Soares, 2002; Ruiz Caballero et al., 2011; Sánchez-García, Sánchez-Sánchez, Rodríguez-Fernández, Solano y Castillo, 2018; Santos, Da Silva, y Bouzas, 2011; Weston, Castagna, Impellizzeri, Rampinini, y Abt, 2007; Weston, Castagna, Helsen, y Impellizzeri, 2009).

Sin embargo, existen muy pocos estudios desarrollados bajo un paradigma naturalista (Mascarenhas, Button, O'Hare, y Dicks, 2009) o estudios de caso (Bellafiore, Bianco, Palma y Farina, 2005; Weston, Gregson, Castagna, Breivik, Impellizzeri, y Lovell, 2011) como el llevado a cabo en la presente tesis doctoral. En la revisión bibliográfica efectuada no se ha encontrado ningún estudio desarrollado durante una temporada completa con un árbitro de la máxima categoría del fútbol español. Tampoco se han encontrado investigaciones que analicen el

momento de toma de decisión con los requerimientos fisiológicos y cinemáticos bajo los que se lleva a cabo.

El análisis de las variables que influyen en el desempeño del arbitraje profesional representa un aspecto fundamental para adecuar su preparación a las demandas que requiere el fútbol profesional, por lo que en la presente tesis doctoral se plantea una investigación con el objetivo de contribuir a la mejora de la planificación del entrenamiento y preparación del árbitro profesional estableciendo, consecuentemente, un referente para el arbitraje en categorías inferiores.

1.3.1 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

De lo anteriormente expuesto, resulta evidente la importancia que tiene el conocimiento del desempeño del árbitro de fútbol profesional en la situación real de juego. Más concretamente, la importancia de sus requerimientos físicos durante la señalización de las acciones determinantes para el juego, la evolución de su rendimiento a lo largo de los encuentros y, su recuperación tras estos, al objeto de determinar su entrenamiento con mayor eficacia. Con el objeto de precisar estas cuestiones, se han planteado las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuál es la carga física promedio (parámetros fisiológicos y cinemáticos) del árbitro de primera división durante una temporada completa y en situación real de partido?

2. ¿La señalización de acciones determinantes por parte del árbitro, se produce bajo niveles de alta exigencia física (frecuencia cardiaca y velocidad de desplazamiento)?
3. ¿Cuál es la autopercepción de esfuerzo realizado durante los encuentros, y cuál su recuperación percibida tras 24 horas?

Para responder a estas cuestiones se han desarrollado diversos trabajos que se detallan posteriormente.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

El objetivo de la presente tesis doctoral es el estudio de caso del desempeño de la labor de un árbitro de fútbol profesional a lo largo de una temporada y en situación real de juego, en la primera división española de fútbol. Todo ello bajo la perspectiva de un paradigma ecológico que permita alcanzar los objetivos de descripción, comprensión y explicación de su actividad deportiva. De este objetivo, derivan otros más específicos:

1. Conocer la carga física que supone el arbitraje profesional mediante diferentes parámetros objetivos (frecuencia cardiaca, tiempo en movimiento, distancia recorrida, velocidad de desplazamiento, gasto energético) (*Estudio 1*, en capítulo 5).
2. Conocer la relación entre la frecuencia cardiaca y la velocidad de desplazamiento con la señalización de acciones relevantes para el juego (*Estudios 1 y 3*, en capítulos 5 y 7).
3. Describir la percepción de esfuerzo y recuperación del árbitro profesional en función de la dificultad de los encuentros basada en la clasificación de los equipos. (*Estudio 2*, en capítulo 6).

Las hipótesis de los trabajos se presentan a continuación:

1. La frecuencia cardiaca máxima del árbitro profesional disminuye en la segunda parte de los encuentros. (*Estudio 1 y 3*).
2. La señalización de acciones relevantes del juego por parte del árbitro se produce a una frecuencia cardiaca acorde a su velocidad de desplazamiento (*Estudio 1*).
3. El árbitro profesional percibe que el desarrollo de su actividad exige un esfuerzo elevado, a la vez que su percepción de la recuperación física transcurridas 24 horas no es completa (*Estudio 2*).
4. La distancia recorrida y el tiempo empleado en zonas de frecuencia cardiaca de intensidad media aumenta en la segunda parte (*Estudio 3*).
5. La velocidad de desplazamiento del árbitro en la segunda parte disminuye (*Estudios 1 y 3*).

3. DISEÑO Y METODOLOGÍA

3. DISEÑO Y METODOLOGÍA

3.1 DISEÑO

La presente investigación se centra en estudiar el desempeño del arbitro profesional de futbol en la primera división española, estudiando aspectos fisiológicos, cinemáticos, de toma de decisión y de percepción de esfuerzo y recuperación. La actuación del árbitro ha sido analizada en situación real de juego bajo un paradigma ecológico (Mascarenhas et al., 2009).

Los pasos para llevar a cabo la realización del estudio han sido los siguientes:

1. Revisión bibliográfica acerca de temas relacionados con el arbitraje en el fútbol.
2. Elección de los instrumentos de registro adecuados a los objetivos del estudio.
3. Explicación al sujeto de estudio de los objetivos del estudio y de las herramientas a utilizar.
4. Entrenamiento de empleo del pulsómetro-GPS.
5. Grabación de partidos oficiales que incluye:
 - 5.1. Grabación de los partidos.
 - 5.2. Grabación de datos del pulsómetro-GPS.
6. Edición del partido, sincronizando imagen con datos pulsómetro-GPS.
7. Análisis estadístico de las variables cinemáticas, fisiológicas y de acción de juego.

3.2 METODOLOGÍA

Los estudios, que se presentan a continuación, se encuadran dentro de una perspectiva de observación naturalista y de bajo coste (Mascarenhas et al., 2009). Este enfoque ecológico para el estudio del arbitraje en el deporte es reseñado como el más adecuado, cuando se analizan las decisiones que los árbitros tienen que tomar bajo la presión de la competición (Mascarenhas et al., 2009).

El estudio de caso suele ser de naturaleza descriptiva, pudiendo emplear diferentes técnicas de obtención de datos, tanto cualitativos como cuantitativos. La particularidad más característica de ese método es el estudio intensivo y profundo de un caso o una situación, entiendo éste como un “sistema acotado”, definido tanto por la actuación del sujeto de estudio como por la interacción de este con el contexto donde actúa (Muñoz y Muñoz, 2001).

Esta metodología de investigación permite conocer en profundidad una situación, al proporcionar gran cantidad de información mediante el estudio en detalle de un caso aislado (Thomas y Nelson, 2007), poniendo en contexto la particularidad y la complejidad de un caso singular (Stake, 1998) y, a la vez, estableciendo en la medida de lo posible, relaciones causales entre los datos obtenidos (Yin, 1993). Así, nuestro estudio de caso se centra en la actividad desarrollada por el único árbitro gallego de fútbol en división de honor. El propósito fundamental es comprender la particularidad del caso, en el intento de conocer la actuación del árbitro profesional en su contexto de trabajo (Muñoz y Muñoz, 2001).

Yin (1989) distingue tres tipos de objetivos para el estudio de casos:

- Exploratorio: cuyos resultados pueden ser usados como base para formular preguntas de investigación.
- Descriptivo: intenta describir lo que sucede en un caso particular.
- Explicativo: facilita la interpretación.

Así pues, se analizaron todos los partidos de la temporada 2012-2013 en los que el sujeto de estudio fue designado como árbitro principal (N= 19). Los instrumentos utilizados para el análisis del rendimiento fueron un pulsómetro-GPS, modelo GARMIN FORRUNNER 410, empleado como cronógrafo en cada encuentro. El pulsómetro proporciona datos de parámetros cinemáticos (duración, distancia recorrida, velocidad media y máxima, tiempo en movimiento, velocidad media en movimiento) y fisiológicos (frecuencia cardiaca media y máxima, gasto energético). Para el análisis de la toma de decisión, los partidos fueron grabados y posteriormente se seleccionaron aquellas acciones consideradas determinantes para el resultado final de cada encuentro (tarjetas amarillas, tarjetas rojas, penaltis, concesión de gol), contabilizando 184 acciones. Para el análisis de la percepción del esfuerzo realizado en cada partido se han empleado las escalas RPE (Rating Perceived Exertion) de Borg y la escala CR10 de Borg modificada (Category scales with Ratio properties) mientras que, para la percepción de la recuperación a las 24 horas, se ha empleado la escala TQR (Total Quality Recovery).

3.2.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Se presenta a continuación el proceso de revisión utilizado. Se analizaron las bases de datos: *Scopus*, *Sport Discus*, *PsycInfo* y *Web of Science*. Para realizar dicha revisión, se establecieron diversos criterios para la selección de los artículos a incluir. Los criterios establecidos fueron los siguientes:

- 1) Metodología: el proceso metodológico ha de estar definido de modo preciso. El registro de los datos fisiológicos y cinemáticos debe ser preferentemente mediante empleo de GPS. Específicamente, se priorizan los estudios de metodología naturalista y con registro de la frecuencia cardiaca latido a latido (R-R).
- 2) Muestra: se han analizado todos los estudios con árbitros de fútbol profesional de máximo nivel, priorizando las investigaciones en competiciones de ámbito nacional. Debido a la escasez de estudio en relación con alguno de los objetivos de la tesis, se han incluido investigaciones con árbitros en otras categorías de menor nivel, al objeto de poder contextualizar los resultados obtenidos. Se han descartado los estudios realizados en otros deportes (rugby, american football, australian football, etc.).
- 3) Período: se lleva a cabo una revisión bibliográfica desde el año 1900 hasta el año 2019.

4) Palabras clave:

“Referee and soccer”

“Referee, soccer and performance”

“Referee, soccer and decision making”

“Referee, soccer and perceived exertion”

“Referee, soccer and perceived recovery”

“Referee, soccer and match performance”

“Referee, soccer and GPS”

“Referee, soccer and motion speed”

“Referee, soccer and signalling”

De la revisión efectuada en las bases de datos indicadas y, con las palabras clave que se indican, se han obtenido los registros bibliográficos que se muestran en la Tabla 3.1. Se clasifican los resultados con los estudios publicados por década a partir del presente siglo y de manera agrupada los publicados durante el siglo XX. Se comprueba mediante esta clasificación, el creciente número de investigaciones acerca del arbitraje a partir del siglo XXI, y especialmente, en la segunda década.

Tabla 3.1

Palabras clave en las bases de datos Scopus, SportDiscus y PsycInfo, WOS

PALABRAS CLAVE	1990/00				2001/10				2011/19			
	SC	SD	PI	W	SC	SD	PI	W	SC	SD	PI	W
Referee and soccer	3	5	7	24	53	56	67	204	302	1148	77	639
Referee, soccer and performance	0	0	2	3	0	24	25	74	164	90	34	205
Referee, soccer and decision making	0	0	0	0	43	19	12	48	99	65	22	116
Referee, soccer and perceived exertion	0	0	0	0	1	0	0	1	10	10	1	8
Referee, soccer and perceived recovery	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	2
Referee, soccer and match performance	1	0	0	1	32	8	10	58	91	18	13	105
Referee, soccer and GPS	0	0	0	0	1	0	0	1	13	7	1	17
Referee, soccer and motion speed	0	0	0	0	3	0	1	2	7	0	1	10
Referee, soccer and signalling	0	0	0	0	0	0	0	6	2	3	0	13

**SC: Scopus; SD: SportDiscus; PI: PsycInfo; W: Web of Science*

A continuación, en la Tabla 3.2, se especifica el material bibliográfico utilizado en función del tipo de documento (libros, capítulos de libros, webs, artículos científicos) y del número de referencias añadidas en la presente tesis doctoral.

Tabla 3.2
Material bibliográfico empleado

Tipo de documento	N
Cap. Libros	4
Libros	6
Web	2
Artículos científicos	114
Anales de Psicología	1
Annals of Mathematical Statistics	1
Apunts. Educación Física y Deportes	2
Archivos de Medicina del Deporte	2
Biometrics	1
Biometrika	1
British Journal of Sports Medicine	1
Clinica Terapéutica	1
Contributions to Probability and Statistics	1
Cuadernos de Psicología del Deporte	1
Current Issues in Sport Sciences	1
European Journal of Applied Physiology	12
Football Science	1
Frontiers in Psychology	2
International Journal of Exercise Science	1
International Journal of Performance Analysis in Sport	1
International Journal of Sports Medicine	2
International Journal of Sports Physiology and Performance	4
International SportMed Journal	1
Italian Journal of Sport Sciences	1
Journal of Applied Sport Psychology	1
Journal of Australian Strength and Conditioning	1
Journal of Electromyography and Kinesiology	1
Journal of Exercise Sciences and Fitness	1
Journal of Human Kinetics	2
Journal of Human Sport and Exercises	1
Journal of Science and Medicine in Sport	7
Journal of Sports Science and Medicine	4
Journal of Sports Sciences	15
Journal of Strength and Conditioning Research	12
Journal of the American Statistical Association	1
Medicine and Science in Sports and Exercise	4
Movement and Sport Sciences	1
Open Sport Sciences	1
Perceptual and Motor Skills	1
Physiology and Behavior	1
Psychology of Sport and Exercise	1
Retos	1
Revista Brasileira de Fisiología do Exercício	2

Revista Brasileira de Futsal e Futebol	2
Revista Brasileira de Medicina do Esporto	2
Revista de Psicologia del Deporte	1
Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.	1
Revista Mineira de Educação Física	1
Revista Portuguesa de Ciências do Desporto	1
Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports	2
Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine	1
Sensors	1
Soccer and Society	1
Social Behavior and Personality	1
Sports Medicine	3
Technometrics	1

3.2.2 INSTRUMENTO PARA EL REGISTRO DE DATOS CINEMÁTICOS Y FISIOLÓGICOS

Para el registro de datos cinemáticos y fisiológicos, se utiliza un pulsómetro-GPS modelo GARMIN 410[®] con grabación R-R (latido a latido) de la frecuencia cardiaca, que el árbitro emplea durante los partidos oficiales como cronómetro oficial de juego. Para determinar los parámetros fisiológicos individuales, el árbitro realiza una prueba de esfuerzo en cinta rodante con protocolo incremental, al finalizar la pretemporada, según los requerimientos específicos del CTA (Tabla 3.3), para determinar la frecuencia cardiaca máxima.

Tabla 3.3

Protocolo incremental de la prueba de esfuerzo en cinta rodante

1% de pendiente
3' caminando
3' trote a 7 km.h ⁻¹
Incremento cada minuto en 0,5 km.h ⁻¹
Carrera incremental hasta la extenuación voluntaria

Con estos datos, se configura el software del pulsómetro-GPS, estableciendo diferentes zonas de frecuencia cardiaca y de velocidad de desplazamiento. El pulsómetro-GPS proporciona los parámetros cinemáticos (distancia total, tiempo en movimiento, velocidad media total, velocidad media en movimiento, tiempos y distancias en cada zona de velocidad configurada) y fisiológicos (frecuencia

cardiaca media y máxima, tiempos y distancias en cada zona de frecuencia cardiaca configurada, gasto energético).

Se procede al registro de cada parte del juego de forma independiente. El GPS obtiene los datos procedentes de entre 6 y 10 satélites con una frecuencia de 5-10Hz. Para la visualización de estos datos se emplea el software *Garmin Training Center*® (versión 3.6.5.), como se aprecia en la Figura 3.1.

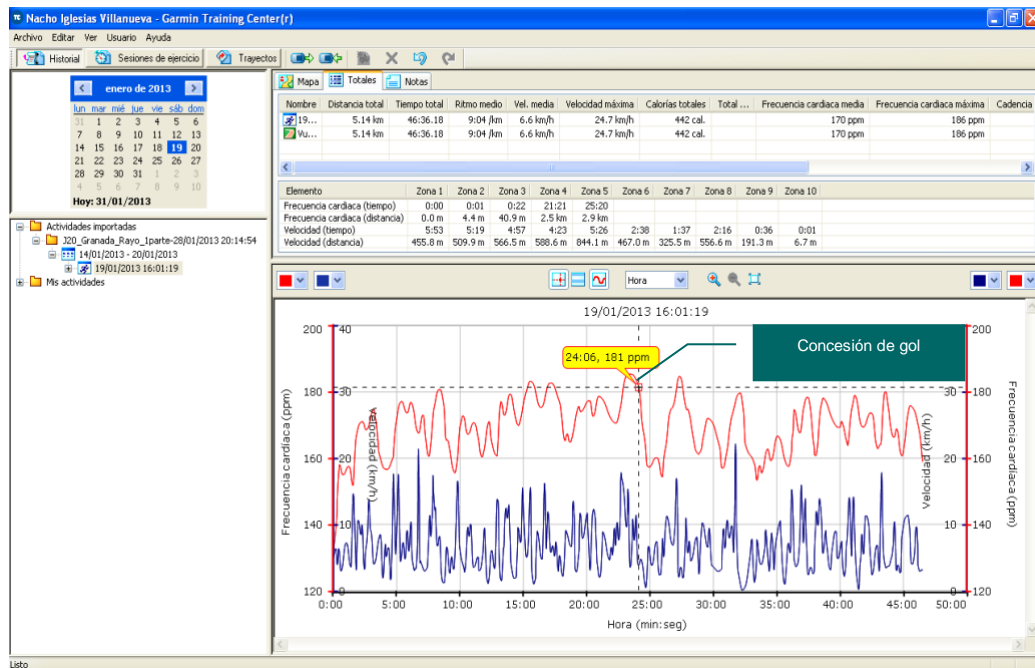


Figura 3.1. Ejemplo de registro de datos de campo con zonas de frecuencia cardiaca, zonas de velocidad y anotación de toma de decisión. Fuente: Autor

3.2.3 INSTRUMENTO PARA EL REGISTRO DE LAS ACCIONES DE JUEGO

Para el análisis de las acciones de juego (tarjetas amarillas, rojas, penaltis y concesión de goles; Tabla 3.4), cada partido es grabado mediante el sistema *IPlus* (Canal+®) y tratado para su análisis con el programa *LongoMatch* (versión 0.16.9).

El inicio del cronómetro del árbitro se sincroniza con el inicio de cada parte del juego. Se establece el momento (minuto y segundo) en que el árbitro pita cada acción para su correlación posterior con la frecuencia cardíaca y la velocidad de desplazamiento en ese instante. Estos datos se analizan mediante el software *Garmin Training Center*® en un rango de 10 y 20 segundos antes y después del momento de señalización (-20 sg, -10sg, 0sg., +10sg, +20sg).

Tabla 3.4
Variables de acción de juego analizadas.

	Parte 1	Parte 2	Partido global
Tarjetas amarillas	39	67	105
Tarjetas rojas	3	1	4
Penaltis	4	6	10
Gol	29	35	64

3.2.4 INSTRUMENTOS PARA EL REGISTRO DE LA AUTOPERCEPCIÓN DE ESFUERZO Y RECUPERACIÓN

Para el registro de los datos de percepción de esfuerzo, se han empleado la escala de Borg RPE (1970) y la escala de Borg CR10 (1982), modificada por Foster et al. (2001). Las escalas de percepción de esfuerzo fueron cubiertas por el árbitro al finalizar cada partido, una vez concluidas las funciones informativas y burocráticas de obligado cumplimiento por su parte.

Para conocer la percepción de la recuperación posterior al partido, se ha empleado la escala TQR de Kenttä y Hassmén (1998), cumplimentándose transcurridas 24 horas desde la finalización del partido.

3.2.5 EXPLICACIÓN AL SUJETO DE LOS OBJETIVOS DEL ESTUDIO Y DE LAS HERRAMIENTAS DE REGISTRO

En la parte final de la pretemporada, se procede a explicarle al árbitro los objetivos del estudio y que herramientas se emplearán para el registro de los datos. Se le instruye en el empleo autónomo de las herramientas durante cada jornada de liga en la que deba arbitrar y en la importancia de ser estricto en el adecuado uso de estas.

3.2.6 ENTRENAMIENTO DEL ÁRBITRO EN EL EMPLEO DE LAS HERRAMIENTAS DE REGISTRO

Se enseña al árbitro cómo seleccionar los parámetros del pulsómetro-GPS para su adecuado registro y se establece que deberá activarlo al salir al campo para el calentamiento, 30 minutos antes del partido, confirmando que el número de satélites que procesan la señal es al menos de 6, siendo el máximo de 10, garantizando así la fiabilidad de los registros. En segundo lugar, se instruye al árbitro en mecanizar el gesto de dar la señal de inicio con el silbato e inmediatamente, activar el pulsómetro-GPS. Este entrenamiento en el empleo del pulsómetro-GPS se realiza durante la fase final de la pretemporada.

3.2.7 GRABACIÓN Y EDICIÓN DE LOS PARTIDOS

a) Grabación de los partidos

Cada partido de la temporada 2012/2013 en los que el árbitro fue designado colegiado principal, fue grabado mediante el sistema *Iplus* durante su retransmisión por televisión en la cadena *Canal+*. Los datos oficiales de cada partido se obtienen de las actas oficiales publicadas por el CTA en su página web, mientras que el resto de los datos relativos a aspectos técnico-tácticos se obtienen de la página de estadísticas de fútbol <http://www.soccerway.com>.

b) Edición de los partidos

Posteriormente a la grabación de los partidos, se editaron los videos de los partidos, localizando y clasificando las acciones objeto de estudio señalizadas con el programa *Longomatch* 0.16.9 (Fluendo, 2008) en su versión de código abierto y, una vez obtenido el momento de señalización en minutos y segundos, se sincronizan estos con los datos de velocidad de desplazamiento y frecuencia cardiaca del árbitro en ese mismo instante (Figura 3.2).

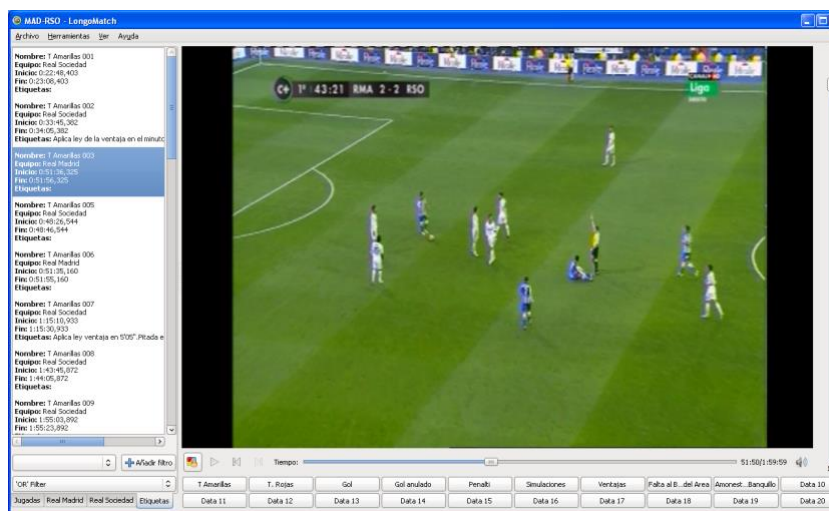


Figura 3.2. Ejemplo de edición de partido para las acciones del juego. Fuente: Autor

3.2.8 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES CINEMÁTICAS, FISIOLÓGICAS Y DE ACCIÓN DE JUEGO

Para el análisis de los datos, se utilizaron el paquete estadístico SPSS 15.0 (SPSS, 2006) y la hoja de cálculo Excel (Microsoft, 2003). Antes de comenzar el análisis, se llevó a cabo una revisión y corrección de errores de transcripción, revisando los datos procedentes del pulsómetro-GPS y del vídeo del partido correspondiente.

En primer lugar, se calcularon los estadísticos descriptivos básicos en los tres estudios presentados. Concretamente, en el primer y tercer estudio, para apreciar posibles diferencias entre los resultados obtenidos para cada parte de los encuentros se empleó la prueba de *Kruskal-Wallis* (Kruskal, 1952; Kruskal y Wallis, 1952) y la igualdad de varianzas de *Levene* (Levene, 1960). Finalmente fue necesario emplear la prueba *t* para dos muestras independientes y, en caso de no cumplirse el requisito de normalidad o de igualdad de varianza, se utilizó la *U* de Mann-Whitney (Wilcoxon, 1945; Mann y Whitney, 1947).

En el segundo artículo, la normalidad se comprobó utilizando la prueba de *Kolmogorov-Smirnov* o *Shapiro-Wilk* (Shapiro y Wilk, 1965, 1968) para muestras pequeñas. Para la comparación de los resultados obtenidos con las escalas de percepción de esfuerzo y recuperación, se ha utilizado la prueba de *Kruskal-Wallis* (Kruskal, 1952; Kruskal y Wallis, 1952), dado que no se cumplían los requisitos de aplicación de una prueba paramétrica.

Los resultados obtenidos en las pruebas indicadas se detallan en el apartado correspondiente de cada uno de los estudios.

4. ESTUDIO 1

4. ESTUDIO 1. PARÁMETROS CINEMÁTICOS Y FISIOLÓGICOS DEL ÁRBITRO DE FÚTBOL AL SEÑALIZAR

4.1 INTRODUCCIÓN

Debido a la mejora de los sistemas de entrenamiento, análisis y control de partido, el fútbol profesional ha evolucionado hacia una mayor demanda fisiológica durante el juego para jugadores y árbitros (Button et al., 2006; Helsen y Bultynck, 2004).

El desarrollo concreto de cada partido de fútbol varía en función del estilo de juego de los equipos participantes (Weston, Castagna, Impellizzeri, Bizzini, Williams, y Gregson, 2012). Algunos de los aspectos que se modifican, están referidos a aspectos como la velocidad y complejidad de la toma de decisiones y sus repercusiones, las personas implicadas en el juego o la actitud de los espectadores respecto a su juego (Guillén y Feltz, 2011). En consecuencia, los árbitros deben enfrentarse a situaciones en permanente cambio durante los partidos, aplicando el reglamento con inmediatez y el mayor acierto posible. Dichas exigencias, traducidas en demandas fisiológicas, psicológicas y de acción de juego del arbitraje en el deporte profesional, han sido analizadas en diversos estudios en el fútbol profesional (Button y Peterson, 2005; D'Ottavio y Castagna, 2001; Helsen y Bultynck, 2004; Krustup y Bangsbo, 2001; Rebelo et al., 2002; Ruiz-Caballero et al., 2011; Santos et al., 2011; Weston et al., 2007; Weston, Castagna, Helsen, e Impellizzeri, 2009).

En el ámbito del arbitraje profesional apenas existen estudios de caso (Bellafiore et al.; Weston et al., 2011), ni investigaciones que analicen una temporada completa (Ardigó, 2010; Barbero-Álvarez, Coutts, Granda, Barbero-Álvarez y Castagna, 2010; Costa, Vieira, Moreira, Ugrinowitsch, Castagna y Aoki, 2013; Da Silva, Salum, Martignoni, Benítez y Tolentino, 2013; Gonçalves, Navarro y Guimarães, 2012; Mascarenhas et al., 2009; Victória y Navarro, 2009). Algunos estudios han abordado el análisis de la toma de decisión en el fútbol bajo diversos puntos de partida como el posicionamiento del árbitro (Alhazmi, 2016; De Oliveira, Orbetelli, y De Barros Neto, 2011), las destrezas para la toma de decisión (Catteuw, Helsen, Gilis, y Wagemans, 2009), el rendimiento fisiológico y cinemático (Mascarenhas et al., 2009; Gomez-Carmona y Pino-Ortega, 2016); factores climáticos (Gaoua, De Oliveira, y Hunter, 2017), niveles de ansiedad (Johansen y Haugen, 2013), factores de influencia sobre el árbitro experimentado (Lago y Gómez, 2016; Lane et al., 2006;); la ventaja de jugar en casa (Nevill, Webb, y Watts, 2013; Unkelbach y Memmert, 2008; Webb, Dicks, Thelwell, y Nevill, 2018); la compensación en la toma de decisiones (Schwarz, 2011) y, recientemente, la influencia de la introducción del videoarbitraje en las señalizaciones (Lago, Rey, y Kalén, 2019).

No se han hallado estudios realizados en partidos oficiales de la liga española, ni en la máxima categoría, ni en categorías inferiores, que analicen la toma de decisión vinculada con la frecuencia cardiaca (FC) y la velocidad de movimiento (VM).

El nivel competitivo de la liga española de fútbol profesional obliga a los árbitros a realizar un importante desgaste físico durante los partidos. Conocer el

comportamiento motor del árbitro, las demandas propias de su trabajo y las diferencias existentes en cada período de un partido, facilitará la determinación del perfil de rendimiento específico y, con ello, establecer las necesidades de entrenamiento de forma individualizada.

El empleo de las nuevas tecnologías para el análisis de la actividad humana mediante sistema de posicionamiento global (GPS) se ha desarrollado con fuerza en la última década. El acceso a este tipo de dispositivos se ha popularizado y convertido en una herramienta habitual, validada para el control y análisis del entrenamiento y la competición deportiva mediante una perspectiva ecológica (Aughey, 2011). Esta generalización en su uso comenzó en actividades deportivas de larga duración, ampliándose su validez y fiabilidad a modalidades donde predominan los esfuerzos repetidos de corta duración y alta intensidad (Barbero et al., 2010; Casamichana y Castellano, 2011; Coutts, y Duffield, 2010; Gray, Jenkins, Andrews, Taaffe, y Glover, 2010; Macleod, Morris, Nevill, y Sunderland, 2009). En relación con su validez, diversos trabajos han establecido que los datos suelen subestimar las mediciones referidas a distancias y velocidades. De ahí, que sea recomendable emplear con un mismo sujeto el mismo aparato GPS con el fin de reducir el error inter-unidad (Duffield, Reid, Baker, y Spratford, 2010).

En el arbitraje del fútbol es habitual que los estudios se centren en el análisis de parámetros cinemáticos y fisiológicos (Ardigò, 2010; Barbero-Alvarez et al., 2010; Costa et al., 2013; Da Silva et al., 2013; Gonçalves et al., 2012; Mascarenhas et al., 2009; Victória y Navarro, 2009), pero sin asociar estos parámetros con el contexto de juego.

El objetivo del presente estudio es analizar las diferentes variables cinemáticas y fisiológicas que afectan al desempeño en el fútbol profesional, vinculándolas con las señalizaciones efectuadas por el árbitro.

4.2 MÉTODO

4.2.1 PARTICIPANTES

Se realiza un estudio de caso con un árbitro de fútbol profesional de la primera división española con 25 de experiencia en el arbitraje y que promociona a la máxima división del fútbol español en el año 2010. El sujeto es un varón de 37 años con una altura de 178 cm. y 66.5 kg. de peso. Se han registrado todos los partidos de la primera división española (La Liga) correspondientes a la temporada 2012-13 en los que fue designado como árbitro principal (N=20) aunque, finalmente, se han analizado 19 partidos, por problemas con la grabación en uno de ellos. Se ha solicitado y obtenido por escrito, el consentimiento informado por parte del sujeto de estudio para participar en el presente estudio.

4.2.2 VARIABLES CINEMÁTICAS

Se obtienen datos cinemáticos (de cada parte y del encuentro completo) de todos los partidos arbitrados, valorando: distancia recorrida, duración, velocidad media, velocidad máxima, ritmo medio, tiempo en movimiento y velocidad media en movimiento.

4.2.3 VARIABLES FISIOLÓGICAS

Fueron registrados los siguientes datos fisiológicos (de cada parte y del encuentro completo): frecuencia cardiaca media, frecuencia cardiaca máxima, porcentaje de frecuencia cardiaca media, porcentaje de frecuencia cardiaca máxima y gasto energético. El pulsómetro proporciona un valor Z de la frecuencia cardiaca media y frecuencia cardiaca máxima tipificado en función de las zonas de frecuencia cardiaca categorizadas (de 0 a 6).

4.2.4 VARIABLES DE ACCIÓN DE JUEGO

Se han estudiado 184 acciones de juego tal, como se observa en la Tabla 4.1 (tarjetas amarillas y rojas, penaltis y goles) y, se han relacionado tanto con la velocidad de carrera como con la frecuencia cardiaca del árbitro, tanto en el momento de señalar dicha acción, como en los instantes anteriores y posteriores. Esto nos nos permite conocer el estrés físico y psíquico (Boullosa, Abreu, Tuimil, y Leicht, 2012) al que se ve sometido el árbitro en la señalización de las acciones consideradas más determinantes en el desarrollo.

Tabla 4.1

Variables de acción de juego analizadas.

	Parte 1	Parte 2	Partido global	Local Parte 1	Visitante Parte 1	Local Parte 2	Visitante Parte 2
Tarjetas amarillas	39	67	106	13	26	28	39
Tarjetas rojas	3	1	4	1	2	1	0
Penaltis	4	6	10	1	3	1	5
Gol	29	35	64	18	11	21	14

4.2.5 OBTENCIÓN DE DATOS CINEMÁTICOS, FISIOLÓGICOS Y DE TOMA DE DECISIÓN

Para el registro de datos cinemáticos y fisiológicos, se utiliza un pulsómetro-GPS modelo GARMIN 410 con grabación entre ondas R-R (latido a latido) de la frecuencia cardíaca, que el árbitro emplea durante los partidos oficiales como cronómetro oficial de juego. Se procede al registro de cada parte del juego de forma independiente. El GPS obtiene los datos procedentes de entre 6 y 10 satélites con una frecuencia de 5-10Hz Para visualización de estos datos se emplea el software Garmin Training Center versión 3.6.5.

Para determinar los parámetros fisiológicos individuales, se realiza una prueba de esfuerzo en cinta rodante con protocolo incremental que permite determinar la frecuencia cardíaca máxima. Con estos datos, el software del pulsómetro-GPS establece los siguientes parámetros cinemáticos (distancia total, tiempo en movimiento, velocidad media total, velocidad media en movimiento, tiempos y distancias en cada zona de velocidad) y fisiológicos (frecuencia cardíaca media y máxima, tiempos y distancias en cada zona de frecuencia cardíaca, gasto energético).

Para el análisis de las acciones de juego (tarjetas amarillas, rojas, penalties y concesión de goles), cada partido es grabado mediante el sistema IPlus (Canal+©) y tratado para su análisis con el programa LongoMatch versión 0.16.9. El inicio del cronómetro del árbitro se ha sincronizado con el inicio de cada parte del juego. Se establece el momento (minuto y segundo) en que el árbitro pita cada acción para su correlación con la frecuencia cardíaca y la velocidad de desplazamiento en ese

instante y en un rango de 10 y 20 segundos anteriores y posteriores al mismo (-20s, -10s, 0s, +10s, +20s).

4.2.6 PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO

Se ha realizado un análisis descriptivo de las variables implicadas. Para comparar los resultados de cada parte se garantizó la normalidad de las muestras mediante la prueba K-S y la igualdad de varianzas (Levene), finalmente se realizó la prueba *t* para dos muestras independientes. De no cumplirse el requisito de normalidad o de igualdad de varianza se utiliza la U de Mann-Whitney. Las asociaciones entre las variables de estudio se realizaron mediante las correlaciones bivariadas de Pearson (en caso de que la distribución sea normal) o de Spearman (en caso contrario). Fue llevada cabo una muestra t-test para las variables de frecuencia cardiaca y velocidad al señalar y en los momentos previos y posteriores (10" y 20") empleando los valores generales promedio como hipotéticos.

4.3 RESULTADOS

4.3.1 VARIABLES CINEMÁTICAS

Del análisis de los 19 partidos oficiales observados se derivan los siguientes resultados sobre las variables objeto de estudio. En la Tabla 4.2 se presentan los valores de las variables cinemáticas para el global de partido.

Tabla 4.2

Variables cinemáticas. Partido Global.

	Media \pm σ
Distancia (km)	5.230 \pm 0.314
Duración de cada parte (h/min/s):	0:48:19 \pm 0:02:09
Velocidad (km.h ⁻¹)	6.50 \pm 0.43
Ritmo medio (min/km)	0:09:14 \pm 0:00:36
Tiempo en movimiento (h/min/s):	0:41:25 \pm 0:01:34
Velocidad en movimiento (km.h ⁻¹):	7.57 \pm 0.44
Velocidad máxima (km.h ⁻¹):	28.98 \pm 6.07

Los resultados relativos a la comparación de las variables cinemáticas entre los dos periodos del partido se muestran en la Tabla 4.3, habiéndose encontrado diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre la duración de la primera y la segunda parte de los encuentros.

Tabla 4.3

Variables cinemáticas. Parte 1 y 2.

	Parte	Media \pm σ	Sig. K-S	Sig. Levene	Sig. T	Sig U
Distancia (km)	Parte 1	5.19 \pm 0.31	1.000	0.944	0.428 ¹	--
	Parte 2	5.27 \pm 0.32	0.991			
Duración (min)	Parte 1	0:47:20 \pm 0:02:10	0.074	0.653	--	0.001²
	Parte 2	0:49:17 \pm 0:01:39	0.208			
Tiempo en movimiento (h/min/sec)	Parte 1	0:41:13 \pm 0:01:46	0.804	0.560	0.427 ¹	
	Parte 2	0:41:37 \pm 0:01:21	0.971			
Velocidad (km.h ⁻¹)	Parte 1	6.589 \pm 0.45	0.939	0.711	0.220 ¹	--
	Parte 2	6.416 \pm 0.40	0.805			
Velocidad de movimiento (km.h ⁻¹)	Parte 1	7.56 \pm 0.50	0.584	0.218	0.828 ¹	--
	Parte 2	7.59 \pm 0.38	0.903			
Velocidad máxima (km.h ⁻¹)	Parte 1	29.62 \pm 8.0	0.224	0.022	--	0.569 ²
	Parte 2	28.34 \pm 3.14	0.689			
Ritmo (min/km)	Parte 1	0:09:06 \pm 0:00:38	0.984	0.612	0.183 ¹	--
	Parte 2	0:09:22 \pm 0:00:34	0.995			

Significación estadística:

¹ Significación prueba t para 2 muestras independientes

² Significación prueba Mann-Whitney

4.3.2 VARIABLES FISIOLÓGICAS

La descripción de los parámetros fisiológicos se puede ver en la tTabla 4.4:

Tabla 4.4

Variables fisiológicas. Partido global.

	Media \pm σ
Frecuencia cardiaca (lpm):	166.66 \pm 4.32
Frecuencia cardiaca máxima (lpm):	186.24 \pm 3.10
Porcentaje de frecuencia cardiaca media (%):	88.13 \pm 2.24
Porcentaje de frecuencia cardiaca máxima (%):	98.37 \pm 1.62
Frecuencia cardiaca tipificada (z):	3.41 \pm 0.27
Frecuencia cardiaca máxima tipificada (z):	5.59 \pm 0.44
Gasto energético (cal):	577.79 \pm 68.89

Las comparaciones entre los dos periodos de juego se presentan en la Tabla 4.5, encontrándose diferencias significativas en la frecuencia cardiaca media ($p < 0.006$), el porcentaje de frecuencia cardiaca media ($p < 0.006$) y la frecuencia cardiaca media tipificada ($p < 0.009$).

Tabla 4.5

Variables fisiológicas. Parte 1 y 2.

	Parte	Media \pm σ	Sig. K-S	Sig. Levene	Sig. T	Sig. U
Frecuencia cardiaca (lpm)	Parte 1	168.53 \pm 3.40	0.996	0.338	0.006 ¹	--
	Parte 2	164.79 \pm 4.40	0.944			
Frecuencia cardiaca máxima (lpm)	Parte 1	186.89 \pm 2.40	0.188	0.010	--	0.382 ²
	Parte 2	185.58 \pm 3.62	0.650			
Porcentaje de frecuencia cardiaca (%):	Parte 1	89.11 \pm 1.85	0.815	0.479	0.006 ¹	--
	Parte 2	87.16 \pm 2.21	0.782			
Porcentaje de frecuencia cardiaca máxima (%):	Parte 1	98.63 \pm 1.21	0.191	0.020	--	0.360 ²
	Parte 2	98.10 \pm 1.94	0.593			
Frecuencia cardiaca tipificada (z):	Parte 1	3.53 \pm 0.22	0.810	0.468	0.008 ¹	--
	Parte 2	3.30 \pm 0.28	0.896			
Máxima frecuencia cardiaca tipificada (z):	Parte 1	5.48 \pm 0.50	0.103	0.005	0.121 ¹	--
	Parte 2	5.70 \pm 0.34	0.315			
Gasto energético (kcal):	Parte 1	588.79 \pm 76	0.258	0.325	0.332 ¹	--
	Parte 2	566.79 \pm 61	0.865			

Significación estadística:

¹ Significación prueba *t* para 2 muestras independientes

² Significación prueba Mann-Whitney

4.3.3 VARIABLES CINEMÁTICAS Y FISIOLÓGICAS EN LA ACCIÓN DE JUEGO

Los valores correspondientes a estas variables se sintetizan en la Tabla 4.6, donde es posible apreciar, en el análisis global de partidos, diferencias significativas ($p < 0.01$) entre la frecuencia cardiaca media y la frecuencia cardiaca al señalar las acciones de juego indicadas, como transcurridos 10 segundos y 20 segundos de esta.

Tabla 4.6

Descripción de las variables fisiológicas y cinemáticas en el momento de señalización de la acción de juego.

Variabes (Media \pm σ)	-20"	-10"	0"	+10"	+20"
Frecuencia cardiaca al señalar (lpm)	167.96 \pm 11,14	167.69 \pm 11,14	169.40 \pm 9,99	171.34 \pm 10,29	168.34 \pm 11,72
Velocidad al señalar (km.h ⁻¹)	6.23 \pm 4,75	7.01 \pm 4,67	8.36 \pm 5,60	3.54 \pm 2,26	2.68 \pm 2,32

Las frecuencias cardiacas mínima y máxima al señalar una acción fueron de 146 y 188 pulsaciones respectivamente. La frecuencia cardiaca media en el instante de señalar una acción de juego (169.40 \pm 9,99) es superior a la frecuencia cardiaca media registrada en cada partido (166.66 \pm 4.32), diferencia estadísticamente significativa ($p=0.001$).

La frecuencia cardiaca media más elevada del árbitro al señalar una acción se registra a los 10 segundos posteriores a la señalización (171.34 \pm 10,29), siendo estadísticamente significativa ($p=0,001$) esta diferencia con respecto a la frecuencia cardiaca media al señalar.

En relación con las acciones y los momentos de señalización, la frecuencia cardíaca mínima se obtuvo a los +20 segundos (138 lpm) mientras que la máxima (189 lpm) se registró en los momentos -20", -10" y +10" respecto al instante de la decisión arbitral. Los valores de la frecuencia cardíaca en el momento de señalar las acciones son más elevados que los registrados como promedio en todo el encuentro ($+2.97 \pm 9.71$ lpm).

Al detallar estos resultados en función del periodo de juego, es posible indicar que, tanto en la parte 1 como en la parte 2, la frecuencia cardíaca media más alta se registra en el momento +10" respecto a la señalización, siendo significativas las diferencias encontradas ($p=0.001$). En la primera parte no se encontraron diferencias significativas con la frecuencia cardíaca registrada a los +20", mientras que, en la segunda parte, se aprecian diferencias significativas en la frecuencia cardíaca ($p<0.05$) en los diferentes momentos respecto a la frecuencia cardíaca del global de dicho periodo.

Por otra parte, se encontraron diferencias significativas ($p<0.01$) entre la velocidad media (6.50 ± 0.43 km.h⁻¹) y los valores de velocidad media analizados en los momentos antes, durante y después de la señalización, así como entre la velocidad media en movimiento (7.57 ± 0.44 km.h⁻¹) y los valores de velocidad para dichos momentos.

También se ha podido apreciar que, cuando se señala una de las acciones registradas, la velocidad media (8.36 ± 5.60 km.h⁻¹) es significativamente mayor ($p<0.01$) que la velocidad media global (6.50 ± 0.43 km.h⁻¹). La velocidad en los momentos posteriores a la señalización (+10" y +20") fue significativamente

inferior a la media ($p < 0.01$) con registros de $-3.98 \pm 2.28 \text{ km.h}^{-1}$ y $-4.84 \pm 2.36 \text{ km.h}^{-1}$ respectivamente.

La velocidad máxima registrada al señalar fue de 25 km.h^{-1} , mientras la velocidad máxima en todo el partido (29 km.h^{-1}) se produce durante la segunda parte, 10" antes de señalar. Aunque también se han registrado velocidades muy bajas, entre $0-1 \text{ km.h}^{-1}$, antes, durante y después de la señalización de las acciones registradas.

La velocidad media en el momento de señalar ha sido estadísticamente superior ($p < 0.01$) tanto en la parte 1 ($+1.70 \pm 5.84 \text{ km/h}$), como en la parte 2 ($+0.25 \pm 5.37 \text{ km/h}$), a la velocidad media de cada mitad de partido. Al señalar, la velocidad también ha sido superior a la velocidad media en movimiento de cada parte ($p \leq 0.01$).

4.4 DISCUSIÓN

En nuestro estudio de caso hemos encontrado que el árbitro aumenta significativamente su frecuencia cardiaca sobre la media, tanto en el momento de señalización de una acción como en los momentos posteriores (10 y 20 segundos). La velocidad del árbitro en el momento de la señalización y diez segundos antes es significativamente mayor que la velocidad media a lo largo del partido, mientras que, tras la señalización su velocidad decae de manera brusca y significativa. Finalmente hemos encontrado que las segundas partes, duran significativamente más que las primeras.

4.4.1 FRECUENCIA CARDIACA

La *frecuencia cardiaca media* obtenida en nuestro trabajo (166 ± 4 lpm; 88.13% FC_{max}) es superior a la registrada por Barbero-Álvarez, Boullosa, Nakamura, Andrín y Castagna (2012) y Costa et al. (2013), con idéntica metodología. Estas diferencias podrían deberse al estilo de juego desarrollado en la edición analizada de la Copa América (2007), con predominio de países sudamericanos. Por otro lado, nuestra frecuencia cardiaca media es muy inferior a la reseñada en el estudio de caso de Gómez-Carmona y Pino (2016), si bien su sujeto de estudio es un árbitro de tercera división española.

En relación con una posible disminución de la prestación arbitral en la segunda parte de los encuentros, considerando sólo la *frecuencia cardiaca media*, en el presente estudio se ha podido comprobar que esta reducción en la segunda parte (164.79 ± 4.4 lpm) respecto a la primera (168.52 ± 3.4 lpm) ha sido de un 2.38%; superior al 0,6% obtenido por Costa et al. (2013). Esta disminución podría ser explicada por el hecho de que en la segunda parte se producen la mayor parte de las sustituciones de los jugadores; lo que interrumpe el ritmo de juego y determina, para los datos de nuestro estudio, una ampliación de su duración ($47'20'' \pm 130''$ parte 1 y $49'17'' \pm 99''$ parte 2). Por tanto, la disminución de la *frecuencia cardiaca* en la segunda parte no puede ser atribuible únicamente a un descenso en el rendimiento físico sino teniendo en cuenta otras variables, como la velocidad y tiempo de movimiento en cada período, el número de cambios producidos y el tiempo añadido.

Los valores de la *frecuencia cardiaca máxima* de nuestro estudio (186 ± 3 lpm; 98.36% FC_{max}) son similares a los estudios previos que registraron la frecuencia

cardiaca latido a latido (Barbero et al., 2010; Da Silva et al., 2013; Costa et al., 2013). El valor máximo de frecuencia cardiaca se produce en la primera parte, al igual que reseñan Gómez-Carmona y Pino (2016) en su estudio de caso con un árbitro de tercera división española, sin embargo, nuestro resultado de frecuencia cardiaca máxima es muy inferior al referido por estos autores, diferencia explicable por una probable mejor condición física del árbitro de primera división.

4.4.2 VELOCIDAD

La *velocidad media de desplazamiento* obtenida en nuestro estudio ha sido de 6.5 km/h, similar a la de Costa et al. (2013), y superior al 5.9 km.h⁻¹ registrado por Gonçalves et al. (2012).

En la revisión bibliográfica efectuada, no hemos encontrado estudios que utilicen como parámetro la *velocidad media en movimiento*; valores que, en nuestro caso, fueron de 7.56 y 7.6 km.h⁻¹ en cada parte del juego.

La *velocidad máxima* registrada en nuestro estudio ha sido de 28.99 km.h⁻¹, por encima de los 24 km.h⁻¹ y los 19 km.h⁻¹ que señalan Costa et al. (2013) y Gonçalves et al. (2012). Los requerimientos de los controles físicos del comité español de árbitros hasta la temporada 2018/19 han sido más exigentes, por el tipo y número de pruebas, que los establecidos por los comités internacionales de FIFA o UEFA, lo que podría explicar esta diferencia en la velocidad máxima alcanzada.

4.4.3 ACCIONES DE JUEGO, FRECUENCIA CARDIACA Y VELOCIDAD

Con anterioridad, diversos estudios han analizado el estrés cardiovascular de los árbitros, examinando simultáneamente la frecuencia cardiaca con los desplazamientos propios del arbitraje (Button y Peterson 2005; Barbero et al., 2010; Catterall, Reilly, Atkinson, y Coldwells, 1993; Costa et al., 2013; Da Silva et al., 2013; Kupstrup y Bangsbo, 2001; Mallo, García Aranda, y Navarro, 2007; Rebelo et al., 2002; Tessitore, Cortis, Meeusen, y Capranica, 2007) pero sin vincularlos con la toma de decisión del árbitro. Consideramos que este aspecto es especialmente importante en el desempeño arbitral, puesto que su rol en el juego consiste precisamente en eso, juzgar las acciones con presteza y acierto. Además, este análisis, nos permite conocer el estrés fisiológico y psicológico que debe gestionar el árbitro profesional bajo una perspectiva naturalista. En nuestro estudio de caso la velocidad media en movimiento al señalar las infracciones ($8.36 \pm 5.60 \text{ km.h}^{-1}$) se corresponde con la categoría de carrera a baja velocidad (Kustrup y Bangsbo, 2001; D'Ottavio y Castagna, 2001). Esta velocidad de carrera del árbitro se corresponde con una baja intensidad (Helsen y Bultynck, 2004) en cuanto a porcentaje de frecuencia cardiaca máxima (76-85% FC_{max}). Sin embargo, la frecuencia cardiaca media obtenida al señalar ($169.40 \pm 9.99 \text{ lpm}$) se corresponde con un porcentaje de frecuencia cardiaca máxima más elevado (89.63% FC_{max}), lo que sitúa el nivel de esfuerzo cardiaco en la categoría de alta intensidad (86-95% FC_{max}). Este dato debería equivaler a una velocidad de desplazamiento media ($13.1-18.0 \text{ km.h}^{-1}$) o alta ($18.1-24.0 \text{ km.h}^{-1}$), mientras que en nuestro caso se vincula con una velocidad inferior (8.36 km.h^{-1}), como se puede ver en la Tabla 4.7. Además, el

porcentaje de frecuencia cardiaca al señalar del árbitro sujeto de estudio se sitúa en un nivel de esfuerzo en el que se produce el mayor número de errores arbitrales en la toma de decisión (Gómez-Carmona y Pino-Ortega, 2016). Por tanto, en el presente estudio se ha comprobado como la toma de decisión y el efecto de su idoneidad, suponen para el árbitro un importante estrés. Este hecho debe ser tenido en cuenta en el entrenamiento del árbitro tanto en relación con su salud cardiovascular como para la mejora de la toma de decisión en el campo

Tabla 4.7

Relación entre categorías de velocidad y de frecuencia cardiaca máxima con el momento de señalización.

Categorías de velocidad	Categorías de frecuencia cardiaca ¹	Datos obtenidos en el presente estudio (Media \pm σ)
>24.1 km.h ⁻¹	Máximo esfuerzo (>95% FC _{max})	
13.1-24.0 km.h ⁻¹	Alta intensidad (86-95% FC_{max})²	169,40 \pm 9,99 lpm (89.63% FC _{max})
6.1-13.0² km.h ⁻¹	Baja intensidad (76-85% FC _{max})	8,36 \pm 5,60 km/h
3.1-6.0 km.h ⁻¹	Recuperación activa (66-75% FC _{max})	
<3 km.h ⁻¹	Recuperación pasiva (<65% FC _{max})	

¹ Helsen y Bultynck (2004).

² Categorías correspondientes a los datos obtenidos en el presente estudio marcadas **en negrita**

4.4.4 DISTANCIA RECORRIDA

En nuestro estudio de caso, la distancia total media (10460 m.), es similar a otros estudios (Kustrup, y Bangsbo, 2001; Mascarenhas et al., 2009; Roman, Arruda, Gasperin, Fernandez, y Da Silva, 2004) realizados en competiciones menos exigentes que la española. Sin embargo, nuestros resultados son inferiores en menos de un kilómetro a otras ligas europeas de primer nivel como la Premier League (Weston, Castagna, Impellizzeri, Rampinini, y Breivik, 2010; Weston, Drust,

Atkinson, y Gregson, 2011), o en partidos internacionales UEFA (Castagna, Abt, y D'Ottavio., 2004). Diferencia que es todavía mayor (2,5 Km.) respecto a los datos registrados en la serie A de la Italian Championship (Castagna et al., 2004).

Estudios recientes han aplicado al análisis de los árbitros de fútbol, la tecnología de registro de datos mediante sistema de posicionamiento global (GPS). De los estudios que registraron la distancia recorrida en cuatro de ellos se situó entre los 10-11 km. (Barbero-Álvarez et al., 2010; Costa et al., 2013; Gonçalves et al., 2012; Gómez-Carmona y Pino, 2016; Mascarenhas et al., 2009;), resultado coherente con nuestros datos, aunque algún trabajo registró menos de 9 km. (Da Silva et al., 2013) y otros alcanzaron más de 12 Km. (Ardigò, 2010).

Existe cierta controversia en relación con el rendimiento de los árbitros en la segunda parte de los partidos respecto a la distancia total recorrida. Varios estudios reflejan una disminución en la segunda parte (Catterall et al., 1993; D'Ottavio y Castagna, 2001), aunque no siempre sucede así (Button, y Petersen, 2005; Weston et al., 2007). Los estudios que miden la distancia con GPS no resuelven esta controversia, ya que encontramos investigaciones que revelan un descenso en la distancia recorrida en la segunda parte (Mascarenhas et al., 2009), una distancia recorrida similar (Costa et al., 2013) o un incremento de esta, como ocurre en el presente trabajo. En relación con la distancia media recorrida registrada en cada parte del juego, el resultado es similar a otros estudios previos (Button y Petersen, 2005; Mascarenhas et al., 2009; Costa et al., 2013). Esta similitud de los resultados se manifiesta a pesar del empleo de diversas metodologías para el registro de los datos (con y sin GPS); lo cual hace suponer una cierta estabilidad en el rendimiento en ambos períodos de juego.

Diferentes variables pueden influir en el rendimiento arbitral, entre otras, su estado de forma (Castagna, Abt y D'Ottavio, 2002), nivel competitivo, estilo de juego (Rebelo et al., 2002) o, el ruido del público (Castagna y Abt, 2003). Atendiendo a estas variables, y a otras analizadas previamente, parece más adecuado juzgar el rendimiento arbitral considerando además de la distancia recorrida, al menos, la velocidad de desplazamiento.

4.4.5 DURACIÓN Y TIEMPO EN MOVIMIENTO

La *duración* media de cada parte ha sido similar a la indicada por Mascarenhas et al. (2009). Por otro lado, el *tiempo medio en movimiento* registrado en nuestro estudio es similar en ambas partes (41'13" y 41'37"); tiempo que representa un porcentaje del 86.87% y 83.69% de la duración de cada parte, durante los cuales el árbitro está en desplazamiento. El tiempo que el árbitro permanece parado en nuestro trabajo es de 6'54", valor claramente inferior a los 20'32" y 14'13" registrados con árbitros de la federación Paranaense de fútbol y de la federación Paulista de fútbol (Da Silva, Fernandez, Oliveira, y Leite De Barros, 2010). En consecuencia, para corroborar si se produce una reducción del rendimiento arbitral en la segunda parte, consideramos conveniente contrastar estos datos en relación con otros parámetros, como los rangos de velocidad y frecuencia cardiaca; así como los tiempos empleados en cada uno de ellos. La reciente aplicación del VAR ha supuesto únicamente un pequeño incremento en la duración tanto de las primeras partes (15") como del global de los partidos (20"), mientras que paralelamente, ha producido una disminución en el número de tarjetas amarillas y faltas señalizadas (Lago, Ezequiel, y Antón, 2019), por lo que no parece que la implementación del

VAR vaya a a producir una diferencia significativa con nuestros resultados, si bien estudios futuros deberán tener en cuenta esta nueva variable.

4.4.6 GASTO ENERGÉTICO

El gasto energético constituye un buen indicador para cuantificar la exigencia de cualquier actividad física. En este sentido, los resultados de la presente investigación (Tabla 4.8) han sido 1155,58 kcal. totales, siendo el gasto energético de la primera y segunda parte de 588.8 y 566.8 kcal. respectivamente; claramente superior a los datos referidos por Da Silva et al. (2008) con árbitros de la Paraná Championship of Professional Soccer, mediante estimación del consumo de oxígeno en función de los tipos de actividad motora del árbitro y, el tiempo empleado en cada uno de estos. Esta diferencia puede tener lugar en el método de estimación indirecta mediante video análisis llevado a cabo por Da Silva et al. (2008) o en la existencia de diferencias en la prestación del árbitro entre las competiciones analizadas. En cualquier caso, debido a la suma de diferentes factores además del gasto calórico (prestación deportiva, toma de decisión, estrés, edad, etc.), el proceso de entrenamiento integral del árbitro debe contemplar recomendaciones nutricionales específicas e individualizadas (Schenk, Bizzini, y Gatterer, 2018).

Tabla 4.8
Gasto calórico (calorías).

	Da Silva et al., 2008	Presente estudio
Parte 1	374.7 ± 7	588 ± 8
Parte 2	359.9 ± 6	566 ± 7
Partido global	734.7 ± 65	1155.58 ± 135

4.5 CONCLUSIONES

La toma de decisión del árbitro profesional se realiza con una frecuencia cardiaca superior a la que correspondería con su velocidad de desplazamiento.

En el momento de la señalización, la frecuencia cardiaca y la velocidad de desplazamiento son superiores a los valores medios de todo el partido.

La duración de la segunda parte de los partidos es mayor que la primera, mientras que su frecuencia cardiaca es menor.

4.6 APLICACIONES PRÁCTICAS

El entrenamiento físico del árbitro debe incluir situaciones de alto estrés físico en cuanto a la frecuencia cardiaca y la velocidad de desplazamiento, incorporando a estas la toma de decisión para lograr una mayor similitud del entrenamiento con lo que sucede sobre el terreno de juego.

5. ESTUDIO 2

5. ESTUDIO 2. LA AUTOPERCEPCIÓN DEL ESFUERZO Y LA RECUPERACIÓN DEL ARBITRO DE FÚTBOL PROFESIONAL

5.1 INTRODUCCIÓN

El control de la carga de entrenamiento en el deporte ha sido analizado por numerosas investigaciones previas y en diversas actividades deportivas. En el caso del fútbol profesional, el desempeño del arbitraje supone para el árbitro una elevada exigencia física. Este hecho ha sido comprobado mediante el análisis de la distancia recorrida, el tiempo en carrera a alta intensidad o los cambios de actividad, lo que se traduce en una carga física promedio del 85,5% de su frecuencia cardiaca máxima (Helsen y Bultnyck, 2004). Mediante el estudio de los niveles salivares de cortisol e inmunoglobulina (Kokaly, Peñailillo, Villagrán, Mackay, Jannas, Deldicque et al, 2018) y, de la variabilidad de la frecuencia cardiaca (Boullosa et al., 2012), se ha documentado que el hecho de arbitrar supone un alto estrés psicofísico antes, durante y después de los partidos. A este requerimiento físico hay que añadirle la dificultad de realizar en promedio 137 tomas de decisión, de las cuales 44,4 las realiza sin asesoramiento de los árbitros asistentes. (Helsen y Bultnyck, 2004). Los estudios previos suelen analizar datos como frecuencia cardiaca, distancia recorrida, niveles de lactato sanguíneo, tipos de desplazamientos y sus velocidades, y las escalas de percepción de esfuerzo (Weston, 2015).

Para el cálculo del esfuerzo realizado es habitual el uso de fórmulas que combinan algunos de los parámetros anteriores. Entre estos métodos son muy frecuentes los que basan sus cálculos en la frecuencia cardiaca, como el TRIMP o

impulso de entrenamiento (Banister, 1991), el sumatorio de 5 zonas estandarizadas de frecuencia cardiaca (Edwards, 1993), su versión modificada con una reducción a 3 zonas denominado Lucia's TRIMP (Lucia, Hoyos, Perez, y Chicharro, 2003), el iTRIMP (Manzi, Iellamo, Impellizzeri, D'Ottavio, y Castagna, 2009) y su propuesta de aplicación en el fútbol (Akubat, Patel, Barrett, y Abt, 2012), que combina la frecuencia cardiaca y la elevación del lactato sanguíneo. Respecto a las escalas de percepción de esfuerzo, numerosos estudios las han aplicado con anterioridad en el fútbol, de forma aislada o combinada con otros parámetros (Alexiou y Coutts, 2008; Brink, Nederhof, Visscher, Schmikli, y Lemmink, 2010; Coutts, Reaburn, Murphy, Pine, e Impellizzeri, 2003; Gómez-díaz, Bradley y Díaz, 2013; Gómez-díaz, Pallarés, Díaz, y Bradley, 2013; Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi, y Marcora, 2004; Montoya, De Paz, Gonzalo, Cervera, y Yagüe, 2010) y su validez para el control de la carga interna de esfuerzo es razonablemente buena en comparación con los métodos basados en la frecuencia cardiaca (Borresen y Lamber, 2008). Centrándonos en el ámbito del arbitraje en el fútbol profesional, el número de investigaciones que abordan el análisis de la percepción de esfuerzo o la carga interna de trabajo en partidos oficiales es reducido (Weston, Bird, Helsen, Nevill, y Castagna, 2006; Weston et al., 2010, 2011; Catteeuw et al, 2009; Costa et al., 2013).

En la primera división de la liga española de fútbol, cada jornada oficial abarca de viernes a lunes y, en ocasiones, partidos entre semana. El árbitro profesional suele dirigir un partido cada quince días, aunque no es extraño que se sucedan ciclos donde arbitre fines de semana consecutivos, o con intervalos de tiempo más corto, inferior a las 72 horas. Incluso puede darse la circunstancia de tener que superar

controles físicos obligatorios entre partidos en la misma semana. El arbitraje profesional conlleva gestionar fuentes de estrés de carácter interno y externos a los partidos (Soriano, Ramis, Torregrossa, y Cruz, 2018). Dentro de las situaciones más estresantes referidas y resaltadas por los propios árbitros se sitúan el miedo al error y el miedo a lesionarse (Soriano et al., 2018). Por este motivo consideramos relevante el estudio de la recuperación como un elemento más para tener en cuenta en el análisis del rendimiento arbitral y la gestión de su entrenamiento. Para ello podrían ser empleados procedimientos basados en el estudio de la frecuencia cardíaca, los cuales, aún siendo métodos válidos para el control del esfuerzo y la recuperación, parecen de aplicación más compleja que una escala de percepción. Recientemente, Brink et al. (2010) han analizado la recuperación percibida en jóvenes futbolistas de elite tanto en entrenamientos como en partidos, mediante la escala TQR (Kenta y Hassmén, 1998); en tanto que Montoya et al. (2010) realizaron un estudio similar con jugadores aficionados en espacios de juego reducidos, encontrando que esta escala era sensible al tamaño de la superficie de juego, disminuyendo la sensación de recuperación percibida cuanto mayor es la superficie de juego. No se han encontrado investigaciones previas con árbitros de fútbol que hayan empleado la escala de recuperación percibida.

La clasificación de los equipos condiciona tanto la posibilidad de tomar parte en competiciones internacionales para los equipos en la zona alta de la clasificación, como la de perder la categoría para los equipos de la zona baja. Ambos supuestos suponen importantes efectos tanto deportivos como económicos para clubes y jugadores, por lo que la clasificación de cada uno se convierte en una interesante variable para clasificar la dificultad de arbitrar cada encuentro.

El presente trabajo analiza los parámetros de percepción de esfuerzo y recuperación de un árbitro profesional en la primera división de la liga española de fútbol, teniendo en cuenta la clasificación de los equipos previa al encuentro.

5.2 MÉTODO

5.2.1 SUJETO DE ESTUDIO

Se ha realizado un estudio de caso con un árbitro de fútbol profesional de la primera división española, con 25 años de experiencia en el arbitraje, y que promociona a la máxima división del fútbol español en el año 2010. El sujeto es un varón de 37 años con una altura de 178 cm. y 66,5 kg. de peso. Se han registrado diecisiete partidos de la primera división española (La Liga) correspondientes a la temporada 2012-2013, en los que fue designado como árbitro principal

5.2.2 PROCEDIMIENTOS

5.2.2.1 PERCEPCIÓN DE ESFUERZO Y RECUPERACIÓN

Para la autoevaluación del desempeño físico, se han empleado la escala de Borg RPE (1970) y la escala de Borg CR10 (1982) modificada (Foster, Florhaug, Franklin, Gottschall, Hrovatin, Parker, Doleshal, y Dodge, 2001). Las escalas de percepción de esfuerzo fueron cubiertas al finalizar cada partido, una vez concluidas las funciones informativas y burocráticas de obligado cumplimiento por parte del árbitro. Estos datos han sido analizados conjuntamente con los datos fisiológicos (frecuencia cardiaca, gasto energético), cinemáticos (duración del encuentro, distancia recorrida, tiempo en movimiento, velocidad de

desplazamiento, velocidad máxima, ritmo medio), y con el número de sustituciones realizadas por los equipos durante el encuentro, con el fin de contrastar si existe alguna correlación entre ellos.

Para conocer la percepción de la recuperación post partido, se ha empleado la escala de percepción de recuperación TQR (Kenttä y Hassmén, 1998), cumplimentándose transcurridas 24 horas desde la finalización del partido. Esta metodología, aplicando la misma escala y un procedimiento similar, ha sido utilizada con anterioridad en un estudio de caso en el atletismo de máximo nivel. (Suzuki, Sato, Maeda, y Takahashi, 2006)

5.2.2.2 CATEGORIZACIÓN DE LA DIFICULTAD DEL ENCUENTRO

La división de honor de la liga española de fútbol (La Liga), está integrada por 20 equipos. Finalizada la competición, los puestos del 1 al 4 podrán tomar parte en la Liga de Campeones (Champions League), los puestos 5 y 6 podrán participar en la Liga Europea (Europa League) y los puestos 18 al 20 perderán la categoría. De la clasificación final alcanzada se derivan consecuencias deportivas y económicas importantes para los equipos.

Se diseñaron 3 rangos empleando la clasificación previa a cada encuentro (puestos 1 a 6, puestos 7 a 17 y puestos 18 a 20). Como se puede ver en la Tabla 5.1, para realizar el cálculo de la equidad entre equipos se resta el puesto entre ambos en valor absoluto, de manera que el valor resultante permite establecer 3 categorías: Categoría 1 o encuentro “balanceado” (1 a 6) categoría 2 o encuentro “desequilibrado” (7 a 17) y categoría 3 o encuentro “muy desequilibrado” (18 a 19).

El empleo de estas categorías permite analizar si las variables estudiadas se ven influenciadas por la dificultad esperada *a priori* para cada encuentro, en función de la posición de cada equipo en la tabla clasificatoria de la liga.

Tabla 5.1

Categorización del nivel de equilibrio de los encuentros.

Categorías	Diferencia absoluta de clasificación	Nivel de equilibrio
Categoría 1	1 a 6	Balanceado
Categoría 2	7 a 17	Desequilibrado
Categoría 3	18 a 19	Muy Desequilibrado

5.2.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se ha realizado un análisis descriptivo de las variables implicadas. Las asociaciones entre las variables de estudio se realizaron mediante las correlaciones bivariadas de Pearson (en caso de que la distribución sea normal) o de Spearman (en caso contrario). La normalidad se realizó utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov o Saphiro Wilks en el caso de muestras pequeñas. Para la comparación de las escalas de percepción, en función del nivel de equilibrio de los partidos, se ha utilizado la prueba de Kruskal-Wallis, dado que no se cumplían los requisitos de aplicación de una prueba paramétrica.

5.3 RESULTADOS

Los resultados promedio obtenidos en el global de partidos, fueron de $5,8 \pm 1,2$ en la escala de percepción CR10; $14,6 \pm 0,9$ en la escala RPE y $13,7 \pm 0,8$ en la escala de recuperación TQR. Los resultados obtenidos en función del nivel de equilibrio mostraron que no existen diferencias significativas entre ellos para cada escala de percepción aplicada (Tabla 5.2).

Tabla 5.2

Escalas de percepción y nivel de equilibrio de los partidos.

		Balanceado (N=8)	Desequilibra do (N=8)	Muy desequilibrad o (N=1)	Global de partidos (N=17)
	Sig. Kruskal- Wallis	Media \pm σ	Media \pm σ	Valor	Media \pm σ
Escala percepción esfuerzo CR10	0,499	$5,8 \pm 1,6$	$6,0 \pm 0,9$	5,0	$5,8 \pm 1,3$
Escala percepción esfuerzo RPE	0,171	$14,2 \pm 0,7$	$14,7 \pm 1,0$	16,0	$14,6 \pm 0,9$
Escala percepción recuperación TQR	0,303	$13,4 \pm 1,2$	$14,0 \pm 0,0$	14,0	$13,7 \pm 0,8$

5.3.1 PARTIDOS BALANCEADOS

Al emplear la escala CR10, cuando el encuentro es considerado “balanceado” (n=8), 6 de ellos (75%) son clasificados por el árbitro como “duro” y dos (25%) como “muy duro” mientras que, al utilizar la escala RPE (6-20), 7 partidos (87,5%) son clasificados como “duro” y 1 encuentro (12,5%) como “muy duro”.

La recuperación percibida 24 horas después del partido (escala TQR), en 2 encuentros (25%) registra una recuperación “razonable” mientras que en 6 partidos (75%) es considerada como “buena”.

5.3.2 PARTIDOS DESEQUILIBRADOS

Un total de 8 encuentros fueron incluidos en la categoría “desequilibrados”. De estos, 5 partidos (62,5%) fueron considerados “duros” y 3 partidos (37,5%) “muy duros” tanto al emplear la escala RPE como la escala CR10. En cuanto a la recuperación percibida post partido, en todos los encuentros clasificados como “desequilibrados”, la sensación percibida es de una “buena” recuperación.

5.3.3 PARTIDOS MUY DESEQUILIBRADOS

De los encuentros analizados, un único partido resultó clasificado como “muy desequilibrado”. En este, la percepción de esfuerzo realizado con la escala CR10 fue “duro” mientras que, con la escala RPE, fue “muy duro”. Por su parte, la recuperación percibida post partido fue clasificada como “buena”.

Tabla 5.3

Categorización de la dificultad de los encuentros y escalas de percepción.

Escalas de percepción	Categorías según clasificación previa de los equipos					
	Balanceado (47 %)		Desequilibrado (47 %)		Muy Desequilibrado (5 %)	
Escalas de Esfuerzo	Duro	Muy Duro	Duro	Muy Duro	Duro	Muy Duro
CR10 (Foster, 2001)	75%	25%	62,5%	37,5%	100%	-
RPE (Borg, 1970)	87,5%	12,5%	62,5%	37,5%	-	100%
Escala de Recuperación	Razonable	Buena	Razonable	Buena	Razonable	Buena
TQR (Kenttä y Hassmén, 1998)	25%	75%	-	100%	-	100%

No se han encontrado correlaciones de aplicación práctica entre las escalas de percepción y recuperación con el resto de las variables analizadas.

5.4 DISCUSIÓN

El objetivo de nuestro estudio de caso es analizar en el arbitraje del fútbol profesional la percepción, tanto del esfuerzo realizado y la recuperación tras 24 horas, como su relación con el equilibrio o desequilibrio entre los equipos enfrentados, basándonos en su clasificación previa al encuentro. Los valores medios obtenidos en las escalas de percepción de esfuerzo muestran que el arbitraje profesional supone una elevada exigencia física, con independencia de la clasificación de los equipos arbitrados y del momento de la temporada.

Los valores de la escala CR10 se sitúan en el rango 5,0 a 9,0 puntos, englobados en las categorías de “duro” y “muy duro”, con una media de $5,8 \pm 1,2$. Este valor promedio es similar al obtenido por Catteeuw et al. (2009) al analizar la “dimensión esfuerzo” con árbitros profesionales de la liga belga empleando una escala de 0-10. Sin embargo, Weston et al. (2011) obtuvieron valores inferiores y decrecientes en el tiempo ($4,9 \pm 2,0$ a $3,9 \pm 2,1$), en un estudio de caso longitudinal de 8 años (2003-04 a 2009-10) con un árbitro de la Premier League inglesa. Por otra parte, nuestros valores también son inferiores a los señalados por Weston et al. (2006) tanto con árbitros de la Premier League ($7,8 \pm 0,8$), como de las divisiones 2^a, 3^a y 4^a pertenecientes a la Football League inglesa ($6,9 \pm 0,8$). Estas diferencias podrían tener su origen en el estilo de juego más directo que caracteriza la Premier League inglesa. El valor más elevado obtenido en nuestro estudio (9,0) se produce en un único partido donde confluyen diferentes variables ambientales (lugar de juego, polémicas internas del equipo local con gran presencia en los medios); valor similar al promedio del estudio de Macmahon et al. (2007) al analizar la “dimensión esfuerzo” aplicando una escala de 0-10. Esta desviación al alza pudiera deberse a

que los datos de este último estudio fueron tomados cronológicamente con anterioridad a la última década. En estos años, la figura del árbitro de fútbol de alto nivel se ha profesionalizado, con mayores requerimientos tanto por la elevación del nivel de juego de los equipos, como por los controles físicos que deben superar. El rango de los valores registrados en la presente investigación es similar al señalado por Costa et al. (2013), en su estudio con árbitros de la liga profesional brasileña de Río Grande do Norte empleando la escala CR10 modificada por Foster et al. (2001), aunque esta liga podría considerarse de un nivel inferior a las mencionadas anteriormente.

No se han encontrado estudios con árbitros profesionales que hayan empleado la escala RPE (rangos 6-20), y las investigaciones que han analizado la percepción de esfuerzo en árbitros profesionales se han decantado por la escala CR10. Este hecho podría ser explicado porque, aunque ambas escalas son válidas, la CR10 ofrece mejores cualidades estadísticas (Borg y Kaiser, 2006). Otro estudio con futbolistas de categoría juvenil (Calahorra et al., 2013), registró un valor de 14,13 empleando la escala RPE, similar al obtenido en el presente trabajo ($14,6 \pm 0,9$), por lo que ambos estudios señalan el mismo nivel de percepción de la escala (“duro”).

Los resultados obtenidos tanto al aplicar la escala CR10 como la RPE muestran que, con independencia de la dificultad estimada de los encuentros (basada en la diferencia en la clasificación de los equipos), el árbitro percibe un alto nivel de esfuerzo.

La inclusión de la escala RPE como herramienta de valoración, permite contrastar sus datos con los obtenidos con la escala de recuperación TQR. En

nuestro estudio, sus valores medios presentan casi un punto de diferencia entre ambas, situándose el valor RPE ($14,6 \pm 0,9$) en el nivel de “duro”, mientras que el valor de la recuperación empleando la escala TQR ($13,7 \pm 0,8$) se acerca más al rango de “razonable”. Este dato supera el valor mínimo de 13 puntos recomendado para la recuperación tras la realización de esfuerzos de alta intensidad (Kenttä y Hassmén, 2002). Así pues, el valor medio obtenido con la escala TQR refleja que, transcurridas 24 horas desde la finalización del encuentro, todavía no se ha alcanzado una recuperación completa, siendo valorada como “razonable” por el árbitro. En un estudio realizado con jóvenes futbolistas, Kinugasa y Kilding (2009), registraron valores similares de TQR empleando una recuperación pasiva ($13,4 \pm 1,6$); aunque obtuvieron mejores valores de recuperación a las 24 horas empleando diferentes estrategias no pasivas como los contrastes de temperatura o la combinación de inmersión en hielo y cicloergómetro. Otro trabajo con futbolistas jóvenes (Brink et al., 2010) señala una mejor puntuación media de la recuperación, aunque sus resultados incluyen entrenamientos y partidos ($14,7 \pm 1,3$). El árbitro profesional siempre debe realizar viajes de mayor o menor distancia para desempeñar su labor (no se les permite arbitrar a equipos profesionales de su comunidad de residencia), por lo que la recuperación pasiva es la que más se aproxima a su situación real, teniendo en cuenta los viajes de retorno a su lugar de residencia. Este aspecto debe ser considerado para el manejo de la recuperación y la gestión del entrenamiento por el efecto de la “fatiga asociada al viaje” (Reilly, Waterhouse, y Edwards, 2008).

Existen diversas opciones para el manejo de la fatiga en el alto rendimiento (Taylor, Chapman, Cronin, Newton, y Gill, 2012); si bien, atendiendo a

investigaciones previas, la escala TQR aparenta ser más adecuada en el uso conjunto con la escala RPE (Laurent et al., 2011), pues ambas plantean ítems análogos con 15 categorías entre los valores 6 a 20. En caso de optar por el empleo de la escala CR10, Laurent et al. (2011) señalan más adecuada su escala de valoración, la Perceived Recovery Status Scale (PSR), que se fundamenta en la escala CR10 aplicada de forma inversa; aunque también sería adecuado el empleo de la escala REST-Q Sport (Kellmann y Kallus, 2000) para el manejo del sobreentrenamiento, de la cual existe una versión española validada (Gonzalez-Boto, Salguero, Tuero, Márquez, y Kellmann, 2008). Debido a su extensión, la aplicabilidad sistemática de esta última escala tras cada partido arbitrado pudiera resultar una exigencia demasiado alta para el árbitro, siendo recomendable optar, en su caso, por alguna de sus versiones reducidas (Taylor et al., 2012).

La falta de consenso entre la comunidad científica a la hora de establecer qué escalas de percepción son las más adecuadas ha sido señalado con anterioridad por Borg y Kaiser (2006). Por ello, futuras investigaciones en el ámbito del desempeño arbitral en el fútbol profesional deberían tender a una estandarización metodológica. En consecuencia, las escalas de percepción de esfuerzo y recuperación seleccionadas debieran basarse en un número de categorías similar, al objeto de facilitar la comparación de resultados entre ambas.

Un reducido número de investigaciones previas acerca del desempeño arbitral han tenido en cuenta los efectos de la fatiga y la recuperación posterior al ejercicio. Tessitore et al. (2007) han analizado, entre otros parámetros, la fatiga muscular tras el calentamiento y al finalizar la primera y segunda parte de los encuentros sin encontrar daño muscular. Boullosa et al. (2012) refieren un elevado stress

cardiovascular durante el partido, pero también una disminución del control autonómico cardíaco 5 horas previas y hasta 10 horas posteriores al partido. Atendiendo tanto a la tipología e intensidad como a los viajes que deben realizar, los árbitros profesionales no podrían repetir el esfuerzo del desempeño arbitral en días sucesivos con el mismo nivel de prestación, como consecuencia de la fatiga acumulada (Bishop, Jones, y Woods, 2008). Nuevas investigaciones deberían considerar también la fatiga asociada a los viajes como factor de influencia en la recuperación del árbitro profesional

Sería interesante comprobar la existencia de daño muscular en los árbitros al finalizar los partidos, en caso de confirmarse este aspecto y, verificada la existencia de un alto stress cardiovascular, el comité internacional de árbitros de la FIFA debería promocionar la elaboración de un protocolo para facilitar el rendimiento y acelerar la recuperación para los árbitros, en la misma línea que ha desarrollado el programa FIFA 11+ para el calentamiento y la prevención de lesiones previo a los partidos. Este protocolo debería contener indicaciones para acelerar la recuperación (García-Concepción, Peinado, Hernández, y Alvero-Cruz, 2015), ser específico para la actividad deportiva (Enoka, 1995; Bishop et al., 2008), abarcar estrategias nutricionales y de fisioterapia (Reilly y Gregson, 2005), e incluir, en su caso, diferentes métodos de descarga como el tapering (Bishop et al., 2008).

5.5 CONCLUSIONES

La autopercepción del esfuerzo durante el desempeño arbitral a lo largo de la temporada es “dura” o “muy dura”, con independencia de la escala de valoración empleada y de que los encuentros arbitrados sean equilibrados o desequilibrados.

La autopercepción de la recuperación, transcurridas 24 horas después del partido, es incompleta.

5.6 APLICACIONES PRÁCTICAS

El presente artículo ha comprobado que la percepción de la recuperación posterior al partido no es completa a las 24 horas, Nuevos estudios deberían analizar la evolución de la recuperación tras 48 horas y 72 horas. Se aconseja la inclusión de métodos de control y análisis de la recuperación en el arbitraje profesional, concretamente, el empleo conjunto de escalas de percepción de esfuerzo y recuperación, junto a tecnologías de control del esfuerzo como los pulsómetros-GPS. Contrastar los valores obtenidos con estos instrumentos permitirá un mejor control del proceso de entrenamiento en el arbitraje profesional.

6. ESTUDIO 3.

6. ESTUDIO 3. PATRONES DE FRECUENCIA CARDIACA Y VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO DEL ÁRBITRO DE FÚTBOL PROFESIONAL

6.1 INTRODUCCIÓN

El rendimiento ha sido estudiado en profundidad en numerosas investigaciones desde varios puntos de análisis: frecuencia cardiaca, distancia recorrida, estilo de juego, patrones de desplazamiento del árbitro, variabilidad del rendimiento entre partidos, influencia de la actividad de los jugadores o los niveles de hidratación, entre otros (Castagna, Abt, y D'Ottavio, 2007; Weston, Castagna, Impellizzeri, Bizzini, Williams y Gregson, 2012; Weston, 2015).

Los estudios que han analizado la velocidad de desplazamiento no emplean un criterio similar para definir el número de categorías y el rango de velocidad; así, algunos estudios optan por emplear 4 categorías (Tessitore et al., 2007; Victória y Navarro, 2009; Da Silva et al., 2010), otros trabajos establecen 5 categorías (Castagna y D'Ottavio, 2001; Rebelo et al., 2002; Barbero-Alvarez, Boullosa, Nakamura, Andrín y Castagna, 2012), mientras que el trabajo de Krustup y Bangsbo (2001) utiliza 6 categorías e, incluso se llegan a emplear 10 categorías en la publicación de Costa et al. (2013), trabajo en el que opta por la metodología pulsómetro-GPS. Esta diversidad de criterio para definir las zonas de velocidad dificulta la comparación entre estudios.

Actualmente, la existencia de dispositivos con tecnología GPS que permiten medir de forma simultánea datos fisiológicos y cinemáticos (Leser et al., 2011) suponen una forma validada para el control y análisis del entrenamiento y la

competición deportiva mediante una perspectiva ecológica (Aughey, 2011), metodología que supone una vía no invasiva y de bajo coste para la toma de datos en situación real de juego del desempeño de jugadores y árbitros. Estos dispositivos, suelen subestimar las mediciones referidas a distancias y velocidades por lo que, con el fin de reducir el error inter-unidad, es recomendable emplear el mismo aparato GPS con un mismo sujeto (Duffield et al., 2010).

El arbitraje en el fútbol supone para el árbitro un estado de estrés cardiaco que se inicia cinco horas previas al partido y se mantiene hasta 10 horas después de finalizado el encuentro (Boullosa et al., 2012)). Durante el encuentro el árbitro realiza 3-4 decisiones por minuto para una media de 137 decisiones observables por partido, constituyendo la toma de decisión el elemento más importante en el desempeño del arbitraje (Helsen y Bultynck, 2004). Las decisiones de especial relevancia en el juego se realizan bajo condiciones de elevado estrés cardiaco, en términos de frecuencia cardiaca, en comparación con la velocidad de desplazamiento en el momento de efectuarlas (Tenreiro-Gavela, Montero y Saavedra, 2020; “Artículo pendiente de aceptación”).

6.2 OBJETIVOS

El objetivo de este estudio es analizar los patrones de frecuencia cardiaca y velocidad de desplazamiento del árbitro profesional, averiguar si existe alguna vinculación con las acciones de juego señalizadas y comparar su rendimiento con árbitros y con jugadores de fútbol profesionales.

6.3 MATERIALES Y MÉTODOS

6.3.1 SUJETO DE ESTUDIO

Se realiza un estudio de caso con un árbitro de fútbol profesional de la primera división española con 25 años de experiencia en el arbitraje y que promociona a la máxima división del fútbol español en el año 2010. El sujeto es un varón de 37 años con una altura de 178 cm. y 66.5 kg. de peso. Se han registrado todos los partidos de la primera división española (La Liga) correspondientes a la temporada 2012-13 en los que fue designado como árbitro principal (N=20) aunque, finalmente, se han analizado 19 partidos, por problemas con la grabación de datos en uno de ellos.

6.3.2 VARIABLES

6.3.2.1 VARIABLES CINEMÁTICAS

En el presente estudio se analiza la velocidad de desplazamiento del árbitro durante cada encuentro. Para ello, se establecen 6 zonas de velocidad de desplazamiento (1 a 6) y se obtienen datos tanto de la distancia recorrida como del tiempo empleado en cada zona de velocidad.

6.3.2.2 VARIABLES FISIOLÓGICAS

Se analiza como variable fisiológica la frecuencia cardiaca, clasificada en 5 zonas de intensidad (1 a 5). Registrándose datos tanto de la distancia recorrida como del tiempo empleado en cada una de las zonas de frecuencia cardiaca establecidas.

6.3.2.3 VARIABLES DE ACCIÓN DE JUEGO

Se han analizado tanto del equipo local como el visitante, las siguientes variables de carácter técnico-táctico consideradas como determinantes para el transcurso de cada encuentro: *goles, tarjetas amarillas, tarjetas rojas, penaltis* han sido. Estas variables se han registrado en cada uno de los períodos de juego, mientras que las variables *posesión del balón, saques de esquina, faltas, fuera de juego y tiros a puerta* han sido estudiadas para la globalidad del partido.

6.3.3 PROCEDIMIENTOS

Para el registro de datos cinemáticos y fisiológicos, se utiliza un pulsómetro-GPS modelo GARMIN 410 con grabación R-R (latido a latido) de la frecuencia cardiaca, que el árbitro emplea durante los partidos oficiales como cronómetro oficial de juego. Se procede al registro de cada período del juego de forma independiente. El GPS obtiene los datos procedentes de entre 6 y 10 satélites con una frecuencia de 5-10 Hz. Para la visualización de estos datos se emplea el software Garmin Training Center versión 3.6.5©.

Para determinar los parámetros fisiológicos individuales se realiza una prueba de esfuerzo en cinta rodante, con protocolo incremental específico requerido por el Comité Técnico de Árbitros (CTA) de la Real Federación Española de Fútbol. Este protocolo permite determinar su frecuencia cardiaca máxima (189 lpm), y establecer 5 zonas de rendimiento fisiológico (FC1=95-112 lpm; FC2=113-131 lpm; FC3= 132-150 lpm, FC4=151-169 lpm, FC5= 170-189, lpm). El software

Garmin Training Center versión 3.6.5© utilizado proporciona tanto el tiempo empleado como la distancia recorrida en cada zona de frecuencia cardiaca.

El análisis de los parámetros cinemáticos se efectuó mediante el software del pulsómetro-GPS (Garmin Training Center©) que establece, por defecto, 10 zonas de velocidad. Se agrupan las 5 primeras zonas de velocidad en una única categoría (V1), recodificando en 6 zonas de velocidad (V1 a V6) los datos obtenidos. Con este fin, se ha seleccionado el criterio propuesto por Osgnach, Poser, Bernardini, Rinaldo y Di Prampero (2010), que asocia estos tramos de velocidad con el gasto energético de los árbitros, estableciendo los siguientes rangos de velocidad: V1 o caminar (de 0 a 8 km.h⁻¹), V2 o jogging /trote (de 8 a 13 km.h⁻¹), V3 o carrera a baja velocidad (de 13-16 km.h⁻¹), V4 o carrera a velocidad media (de 16 a 19 km.h⁻¹), V5 o carrera a alta velocidad (de 19 a 22 km.h⁻¹) y V6 o carrera a máxima velocidad (>22 km.h⁻¹).

Para el análisis de las variables técnico-tácticas, los datos fueron obtenidos de las actas oficiales de cada partido (goles, tarjetas amarillas, tarjetas rojas, penaltis) y de los datos obtenidos de la página <http://www.soccerway.com> (posesión del balón, saques de esquina, faltas, fuera de juego y tiros a puerta).

6.3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se ha realizado un análisis descriptivo de las variables implicadas. Para comparar los resultados de cada parte se garantizó la normalidad de las muestras mediante la prueba K-S y la igualdad de varianzas (Levene), finalmente se realizó la prueba t para dos muestras independientes. De no cumplirse el requisito de normalidad o de igualdad de varianza se utiliza la U de Mann-Whitney. Las

asociaciones entre las variables de estudio se realizaron mediante las correlaciones bivariadas de Pearson (en caso de que la distribución sea normal) o de Spearman (en caso contrario).

6.3.5 RESULTADOS

6.3.5.1 VARIABLES CINEMÁTICAS

En el análisis global de cada partido (Tabla 6.1), un 90,41% del tiempo el árbitro desarrolla su actividad a una baja velocidad (caminar y trotar) dentro de las zonas V1 y V2, en las que recorre un 80,66% (8283,94 m.) de la distancia total. Esto implica que en un 8,98% (7'52") del tiempo de cada partido, el árbitro recorre el 19,34% (1986,82m.) de la distancia total dentro de los rangos V3 a V6. Las "aceleraciones" realizadas en las zonas V5 y V6, suponen un 4,51% (463,17m.) de la distancia recorrida empleando para ello un 1,59% (1'23") del tiempo total.

Tabla 6.1

Distancia recorrida y tiempo empleado en cada zona de velocidad (V). Partido global.

Rangos de velocidad (km.h⁻¹) (Osnagch et al., 2010)	Distancia recorrida en cada rango (metros) Media ± σ	%	Tiempo en cada rango Media ± σ	%
V1 (0-8)	4747,36 ± 222,16	46,22	0:57:40 ± 0:02:49	65,80
V2 (8,1-13)	3536,84 ± 254,32	34,44	0:22:06 ± 0:02:49	25,22
V3 (13,1-16)	1012,55 ± 181,72	9,86	0:04:34 ± 0:00:47	5,21
V4 (16,1-19)	511,10 ± 129,02	4,98	0:01:55 ± 0:00:28	2,19
V5 (19,1-22)	282,80 ± 105,94	2,75	0:00:54 ± 0:00:20	1,03
V6 (>22)	180,37 ± 108,37	1,76	0:00:29 ± 0:00:17	0,55

La velocidad de desplazamiento en cada parte (Tabla 6.2) muestra diferencias significativas ($p \leq 0.01$) entre el tiempo transcurrido en la zona de velocidad V1, produciéndose un incremento en la segunda parte de la distancia recorrida y del tiempo empleado en el rango de velocidad V1.

Tabla 6.2

Distancia recorrida y tiempo empleado en cada zona de velocidad (V). Parte 1 y 2.

Variable	Parte	Media $\pm \sigma$	Sig. K-S	Sig. Levene	Sig. T
Metros en zona V1	Parte 1	2339,92 \pm 145,93	0,508	0,935	0,136
	Parte 2	2407,44 \pm 126,13	0,667		
Metros en zona V2	Parte 1	1800,00 \pm 149,07	0,539	0,637	0,217
	Parte 2	1736,84 \pm 160,59	0,575		
Metros en zona V3	Parte 1	502,73 \pm 105,70	0,901	0,915	0,840
	Parte 2	509,82 \pm 109,74	0,821		
Metros en zona V4	Parte 1	248,60 \pm 72,35	0,982	0,950	0,573
	Parte 2	262,50 \pm 78,24	0,681		
Metros en zona V5	Parte 1	128,91 \pm 55,83	0,332	0,542	0,198
	Parte 2	153,89 \pm 61,60	0,801		
Metros en zona V6	Parte 1	78,07 \pm 62,59	0,266	0,283	0,246
	Parte 2	102,06 \pm 62,83	0,491		
Tiempo en zona V1	Parte 1	0:28:06 \pm 0:01:44	0,919	0,620	0,007*
	Parte 2	0:29:34 \pm 0:01:27	0,967		
Tiempo en zona V2	Parte 1	0:11:18 \pm 0:00:54	0,754	0,494	0,109
	Parte 2	0:10:48 \pm 0:01:01	0,654		
Tiempo en zona V3	Parte 1	0:02:17 \pm 0:00:28	0,760	0,865	0,968
	Parte 2	0:02:17 \pm 0:00:28	0,940		
Tiempo en zona V4	Parte 1	0:00:56 \pm 0:00:16	0,940	0,779	0,667
	Parte 2	0:00:58 \pm 0:00:17	0,840		
Tiempo en zona V5	Parte 1	0:00:25 \pm 0:00:11	0,243	0,786	0,248
	Parte 2	0:00:29 \pm 0:00:11	0,744		
Tiempo en zona V6	Parte 1	0:00:13 \pm 0:00:10	0,298	0,319	0,251
	Parte 2	0:00:16 \pm 0:00:10	0,704		

*Significación estadística

6.3.5.2 VARIABLES FISIOLÓGICAS

Los resultados obtenidos en el análisis global de las zonas de frecuencia cardiaca (Tabla 6.3), muestran que las 3 primeras zonas de frecuencia cardiaca (FC1, FC2, FC3) aglutinan el 7,90% de la distancia total recorrida para un 9,59% del tiempo total. Las zonas FC4 y FC5 concentran el 92,10% de la distancia (47,05% y 43,36%, respectivamente), empleando en recorrerla el 90,41% del tiempo total.

Tabla 6.3

Distancia recorrida y tiempo empleado en cada zona de frecuencia cardiaca (FC). Partido global.

Zonas de Frecuencia Cardiaca	Distancia recorrida en cada zona (metros) Mean \pm σ	%	Tiempo en cada zona Mean \pm σ	%
FC1 (50-60% FC _{max}) (95-112 lpm)	2,29 \pm 5,01	0,02	0:00:06 \pm 0:00:18	0,10
FC2 (61-70% FC _{max}) (113-131 lpm)	75,21 \pm 83,59	0,69	0:01:10 \pm 0:01:28	1,20
FC3 (71-80% FC _{max}) (132-150 lpm)	782,82 \pm 540,04	7,19	0:08:03 \pm 0:04:54	8,29
FC4 (81-90% FC _{max}) (151-169 lpm)	5200,00 \pm 904,31	47,78	0:45:42 \pm 0:07:49	47,05
FC5 (91-100% FC _{max}) (170-189 lpm)	4823,56 \pm 1408,65	44,32	0:42:07 \pm 0:12:10	43,36

Las variables fisiológicas analizadas en cada parte (Tabla 6.4), muestran diferencias significativas entre los metros recorridos en las zonas de frecuencia cardiaca intermedia (FC3, $p \leq 0.01$; FC4, $p \leq 0.05$) y máxima (FC5, $p \leq 0.05$). Lógicamente, también se han encontrado diferencias significativas en el tiempo transcurrido en dichas zonas de frecuencia cardiaca (FC3, $p \leq 0.01$; FC4, $p \leq 0.05$; FC5, $p \leq 0.05$); de modo que, tanto el número de metros recorridos como el tiempo transcurrido se incrementan en el segundo período cuando la frecuencia cardiaca está comprendida en las zonas FC3 y FC4, y disminuyen para la zona de frecuencia cardiaca FC5.

Tabla 6.4

Distancia recorrida y tiempo empleado en cada zona de frecuencia cardiaca (FC). Parte 1 y 2.

Variable	Parte	Media \pm σ	Sig. K-S	Sig. Levene	Sig. T
Metros en zona FC1	Parte 1	0,83 \pm 3,37	0,000	0,403	0,358 ²
	Parte 2	1,47 \pm 3,92	0,001		
Metros en zona FC2	Parte 1	32,73 \pm 65,55	0,023	0,634	0,063 ²
	Parte 2	42,48 \pm 44,31	0,558		
Metros en zona FC3	Parte 1	203,05 \pm 218,76	0,141	0,005	0,000²
	Parte 2	579,77 \pm 368,15	0,526		
Metros en zona FC4	Parte 1	2400,00 \pm 575,42	0,658	0,929	0,034¹
	Parte 2	2800,00 \pm 544,67	0,686		
Metros en zona FC5	Parte 1	2752,63 \pm 720,62	0,981	0,306	0,015¹
	Parte 2	2070,93 \pm 907,12	0,741		
Tiempo en zona FC1	Parte 1	0:00:05 \pm 0:00:18	0,001	0,030	0,854 ²
	Parte 2	0:00:01 \pm 0:00:01	0,001		
Tiempo en zona FC2	Parte 1	0:00:35 \pm 0:01:02	0,025	0,530	0,306 ²
	Parte 2	0:00:35 \pm 0:00:48	0,074		
Tiempo en zona FC3	Parte 1	0:02:23 \pm 0:02:08	0,491	0,025	0,001²
	Parte 2	0:05:57 \pm 0:03:30	0,813		
Tiempo en zona FC4	Parte 1	0:20:49 \pm 0:04:36	0,892	0,625	0,014¹
	Parte 2	0:24:54 \pm 0:05:07	0,583		
Tiempo en zona FC5	Parte 1	0:23:50 \pm 0:06:12	0,858	0,330	0,019¹
	Parte 2	0:18:16 \pm 0:07:39	0,813		

*Significación estadística

6.3.5.3 VARIABLES DE ACCIÓN DE JUEGO

Se ha registrado que, cuanto mayor es el número de tarjetas amarillas señalizadas, se produce una disminución de los metros recorridos en el rango de baja velocidad (V1; $p \leq 0.05$) y de la frecuencia cardiaca en zonas de baja intensidad (FC2; $p \leq 0.01$). Además, a mayor número de tarjetas amarillas señalizadas al equipo local en el segundo tiempo, se constata un incremento del tiempo en la zona intermedia de frecuencia cardiaca (FC3; $p \leq 0.05$).

A mayor cantidad de tarjetas rojas son señalizadas al equipo local en el primer tiempo, se registra una disminución de la distancia recorrida en la zona 2 de velocidad ($p \leq 0.05$), mientras que, cuando aumenta el número de tarjetas rojas señalizadas al equipo local en el segundo tiempo, se produce un aumento del tiempo empleado en la zona 3 de frecuencia cardiaca ($p \leq 0.05$).

Por otra parte, cuando se incrementa el porcentaje de tiempo de posesión por el equipo local en el conjunto del partido, se produce una reducción de la distancia recorrida en la zona 3 de frecuencia cardiaca (FC3, $p \leq 0.05$), a la vez que aumenta la distancia recorrida y el tiempo empleado en la zona 5 (FC5, $p \leq 0.05$); tendencia opuesta a la registrada cuando el equipo visitante aumenta su tiempo de posesión (Tabla 6.5).

Cuanto mayor es el tiempo de posesión del balón del equipo local, se ha podido comprobar una disminución de la distancia recorrida en la zona 3 de frecuencia cardiaca mientras que, a su vez, se incrementa la distancia recorrida y el tiempo empleado en la zona 5 de frecuencia cardiaca. Así mismo, se ha registrado una asociación similar, aunque en sentido opuesto, cuando mayor es el porcentaje de posesión del balón del equipo visitante. También se ha constatado un aumento significativo ($p \leq 0.05$) en la distancia recorrida y el tiempo empleado en la zona 6 de velocidad (velocidad máxima), cuando el equipo local realiza un mayor número de saques de esquina.

Tabla 6.5

Asociaciones con el porcentaje de tiempo de posesión del balón.

	% Tiempo de Posesión Equipo Local	% Tiempo de Posesión Equipo Visitante
Distancia en metros Zona FC3	-0,458*	+0,458*
Distancia en metros Zona FC5	+0,463*	-0,463*
Tiempo empleado en Zona FC5	+0,487*	-0,487*

***Correlación significativa al nivel 0,05**

Cuando el equipo local realiza un mayor número de faltas se ha podido apreciar un aumento estadísticamente significativo ($p \leq 0.05$) en la distancia recorrida y el tiempo en la zona 1 de velocidad; también se produce una disminución del tiempo empleado ($p \leq 0.01$) y de la distancia recorrida ($p \leq 0.05$) en la zona 4 de velocidad, tendencia similar a la registrada en la zona de velocidad 6 ($p \leq 0.05$).

6.4 DISCUSIÓN

Velocidad de desplazamiento

Parado

El tiempo que el árbitro permanece parado ha sido del 14,26%, valores similares al 17,15% de Rebelo et al. (2002) y al 15% de Tessitore et al. (2007). Estos resultados son superiores al 9,9% que refieren Victória y Navarro (2009) y al 9,6% de Gómez-carmona y Pino-Ortega (2016). Sorprendentemente, Mohr, Krustup y Bangsbo (2003) observaron un mayor porcentaje de tiempo sin actividad (19,5%) al analizar a los jugadores profesionales de fútbol.

Caminar

Considerando como “caminar” la categoría V1 ($0-8 \text{ km.h}^{-1}$), se ha registrado un tiempo en esa zona (65,8%) similar al de Victória y Navarro (2009) con árbitros FIFA (68,9%), pero superior a los valores obtenidos por estudios previos (Tessitore et al., 2007; Rebelo et al., 2002; Barbero-Álvarez et al., 2012). Esta diferencia podría tener explicación en el estilo de juego de la liga latinoamericana que

estudiaron Rebelo et al. (2002), que señalan un 33,4% o por corresponder los datos de Tessitore et al. (2007) a una liga de ámbito regional, donde registraron un 44%. Estas diferencias, sin embargo, no parecen fácilmente explicables respecto al estudio de Barbero-Álvarez et al. (2012) durante la Copa América de 2007 que registró un 43,2%.

Comparando el rendimiento del árbitro con el de los jugadores profesionales en rangos de velocidad similares, Osnagch et al. (2010) reseñan valores próximos (68,3%) con nuestros datos para la categoría V1 (0 - 8 km.h⁻¹), aunque el árbitro emplea menos tiempo en ese rango a la vez que recorre una mayor distancia (Tabla 6.6); lo que indica que los jugadores transcurren más tiempo en velocidades inferiores dentro de ese rango. Bradley, Sheldon, Wooster, Olsen, Boanas y Krstrup (2009) obtienen también un resultado similar con jugadores profesionales (64,9%) para un rango de velocidad ligeramente menor (0-7,1 km.h⁻¹).

Tabla 6.6

Tiempo (T) y distancia (D) empleado en cada zona de velocidad (V).

	Osnagch et al. (2010)				Tenreiro-Gavela et al. (presente estudio)			
	(Jugadores profesionales)				(Árbitro profesional)			
	T(s)	%	D(m)	%	T(s)	%	D(m)	%
V1-Walking (0 - 8 km.h ⁻¹)	3895 ± 333	68,3	4421 ± 322	40,4	3460 ± 169	65,8	4747 ± 222	46,2
V2-Jogging (8,1 - 13 km.h ⁻¹)	1089 ± 169	19,1	3111 ± 497	28,4	1326 ± 169	25,2	3537 ± 254	34,4
V3-LSR (13,1 - 16 km.h ⁻¹)	357 ± 89	6,3	1423 ± 356	13,0	274 ± 47	5,2	1013 ± 182	9,9
V4-ISR (16,1 - 19 km.h ⁻¹)	191 ± 56	3,4	919 ± 270	8,4	115 ± 28	2,2	511 ± 129	4,9
V5-HSR (19,1 - 22 km.h ⁻¹)	97 ± 31	1,7	546 ± 178	4,9	54 ± 20	1,0	283 ± 106	2,8
V6-MSR (>22 km.h ⁻¹)	77 ± 31	1,3	531 ± 214	4,8	29 ± 17	0,6	180 ± 108	1,8

Baja y Media Velocidad

Los datos del presente estudio han registrado un 90,5% del tiempo empleado en zonas de velocidad baja y media (V1, V2 y V3). Este dato es muy superior al 76,4% que refieren Rebelo et al. (2002), si bien la comparación con dicho estudio resulta limitada, al no cuantificar los rangos de velocidad.

El árbitro emplea en la zona V2 (8 - 13 km.h⁻¹) un 25,2% del tiempo total, valor superior al 17,6% que reseñan Victoria y Navarro (2009). En las zonas de velocidad intermedia, (V3 y V4), se ha registrado un valor de 7,4% del tiempo total, claramente por debajo del 30,8% reflejado por Barbero-Álvarez et al. (2012). Aglutinando las categorías V2, V3 y V4 para obtener un rango de velocidad similar (13,1-19 km.h⁻¹) al de Barbero-Álvarez et al. (2012), es posible apreciar que nuestros resultados para ese intervalo también son más bajos (8,43% vs 18,7%). Esta diferencia quizás podría estar sustentada en la importancia de la competición analizada en este estudio, puesto que la Copa América es un torneo de especial motivación para los jugadores, por la posibilidad de tras su participación en ella de lograr mejores contratos. En el caso de los árbitros, hay que destacar que su seguimiento de la acción de juego y, su acierto en la gestión de cada encuentro, pueden suponer ser designado para arbitrar partidos de fases siguientes, incluida la final. El resultado obtenido también es inferior al señalado por Gomez-Carmona y Pino (2016) con un árbitro español de tercera división. Es probable que una mayor experiencia del árbitro de primera división le permita hacer un seguimiento eficaz de la acción de juego, adecuando y dosificando el esfuerzo necesario.

El árbitro también emplea más tiempo y recorre más metros en la categoría V2 que los jugadores de la primera división italiana (Osgnach et al., 2010). En el resto de las categorías (V3, V4), los valores de los jugadores en tiempo empleado y en distancia recorrida, son superiores a los del árbitro profesional, aunque el estudio de Bradley, Di Mascio, Peart, Olsen y Sheldon (2010), con jugadores de la primera división inglesa y que compiten en ligas internacionales, refiere datos similares (26,1%; 26,4%).

Alta y Máxima velocidad

En el presente estudio, las zonas V5 (carrera a alta velocidad) y V6 (carrera a máxima velocidad) suponen, conjuntamente, un 4,51% (463,17m.) empleando para ello un 1,6% (1'23") del tiempo total. Porcentaje claramente superior al 0,8% registrado por Rebelo et al. (2002) en su categoría "sprint" con árbitros portugueses de primera división. Sin embargo, otros estudios han registrado valores superiores en alta y máxima velocidad a los obtenidos en el presente estudio; en este sentido Barbero-Álvarez et al. (2012) señalan un 3,05% del tiempo a una velocidad $>18,1$ km.h⁻¹, superior al conjunto de tramos de alta y máxima velocidad (V4, V5 y V6), mientras que Gómez-Carmona y Pino-Ortega (2016) refieren un 6,8%. Dicha tendencia es similar a la mostrada anteriormente por Catterall et al. (1993) quienes ya referían un 11,8% del tiempo dentro de la categoría "sprint", si bien solo establecen cuatro categorías de velocidad y, únicamente 4 de los 14 árbitros participantes en su estudio eran de primera división.

El tiempo empleado por el árbitro en categorías V5 y V6, resulta inferior al obtenido previamente con jugadores profesionales (Mohr et al., 2003; Osnagch et al., 2010). Sin embargo, Bradley et al. (2009) refieren, para la categoría V6, un resultado similar con jugadores profesionales (0,6%) al obtenido en nuestro estudio (0,55%).

La distancia recorrida a alta intensidad (V4, V5 y V6) ha sido de 974 m., valor claramente inferior a los 1938 m. señalados por Ishihara, Naito y Ozaki (2015) (>15 km.h⁻¹) en su estudio con árbitros japoneses o los 1996 m. registrados por Osnagch et al. (2010) con jugadores profesionales (>16 km.h⁻¹). La menor distancia recorrida a alta intensidad obtenida en nuestra investigación respecto al estudio de Ishihara et al. (2015), podría tener explicación en una menor experiencia de arbitraje por los participantes en su estudio, el nivel de las ligas analizadas, o el período durante el cual se han registrado los partidos, siendo de 2 meses (septiembre – octubre) en su caso, frente a una temporada completa en el nuestro. Considerando como alta velocidad a partir de >13 km.h⁻¹, que supone aglutinar las categorías de V3 a V6, la distancia recorrida en este intervalo es inferior en casi 1 km. a la señalada por Castillo, Yanci, y Cámara (2018) con árbitros de categoría nacional. Es probable que se deba a una mayor experiencia de gestión de partido y, por tanto, del esfuerzo necesario en cada momento, por parte del árbitro profesional de primer nivel con muchos años de experiencia.

Aunque el comportamiento motor del árbitro es comparable al de un jugador de posición mediocentro (Castagna et al., 2007), el futbolista recorre una mayor distancia (2991 m.), en alta y máxima intensidad (Di Salvo, Baron, Tschan,

Montero, Bachl, y Pigozzi, 2007), si bien sus registros partían de una velocidad inferior ($>14,1 \text{ km.h}^{-1}$).

Frecuencia cardiaca

La frecuencia cardiaca del árbitro se sitúa por encima del 90% de la FC_{\max} durante el 50% de la primera parte, frente a un 37% de la segunda; descenso similar al 15% indicado por Tessitore et al. (2007); reducción que se acentúa en el trabajo de Ardigò (2010) con árbitros italianos de ligas regionales, aún partiendo de valores claramente inferiores (38% en la primera y 18% en la segunda parte; mientras que Costa et al. (2013) registraron porcentajes similares en ambos períodos (60% en el primero y 52% en el segundo). Esta diferencia respecto al estudio de Costa pudiera deberse a que, aún siendo árbitros profesionales, los participantes en el mismo no son de primera división, por lo que sus resultados pueden ser indicativos de una peor condición física de sus árbitros.

La dinámica del esfuerzo del árbitro ha registrado un descenso del tiempo que realiza un esfuerzo a $>90\%$ de la FC_{\max} (FC5) durante el segundo período. Descenso que se compensa, por otra parte, con un incremento del 44% al 50% del tiempo entre el 80-90% de la FC_{\max} (FC4); resultados similares a los de Costa et al. (2013), aunque muy superiores a los estudios de Tessitore et al. (2007) y Ardigò (2010) como se puede apreciar en la Tabla 6.7. El tiempo empleado por encima del 80% de la FC_{\max} es parejo al reseñado tanto por Costa et al. (2013) como por Castillo et al. (2018).

Tabla 6.7

Tiempo empleado (%) en zonas de alta frecuencia cardiaca (FC). Parte 1 y 2.

	Tessitore et al. (2007) (>85% FC _{max})	Ardigó (2010) (>85% FC _{max})	Costa et al. (2013) (>80% FC _{max})	Castillo et al. (2018) (>80% FC _{max})	Presente estudio (>80% FC _{max})
Parte 1	60	38	95	90	94
Parte 2	45	18	93	84	88

Acciones señalizadas

La señalización de diversos eventos del juego (faltas, amonestaciones, etc.) suponen interrupciones en el juego. Cuando el árbitro señala con tarjeta amarilla en la segunda parte de los encuentros, se ha registrado un incremento del tiempo en la zona intermedia de frecuencia cardiaca (FC3). La frecuencia con que el equipo local es sancionado con tarjetas amarillas es 3 veces superior en la segunda parte. Las tarjetas rojas son señalizadas con menor frecuencia, y suponen la expulsión de un jugador provocando, previsiblemente, una fuerte reacción por parte del público cuando el jugador expulsado pertenece al equipo local. Estas tarjetas también están asociadas con un incremento del tiempo en la zona intermedia de frecuencia cardiaca (FC3) del árbitro. Estos resultados permiten suponer que ambas señalizaciones, aún dando lugar a interrupciones en el juego, y con ello, en el esfuerzo físico, generan estrés cardiaco en el árbitro, como han comprobado Tenreiro-Gavela et al. (2020) al vincular el momento de señalización con la velocidad de desplazamiento y la frecuencia cardiaca.

El incremento del porcentaje de posesión por el equipo local, para el global del partido, se asocia con una reducción de la distancia recorrida en la zona 3 de

frecuencia cardiaca, a la vez que aumenta la distancia recorrida y el tiempo empleado en la zona 5 de frecuencia cardiaca. En sentido contrario, cuando aumenta el porcentaje del tiempo de posesión del equipo visitante, la distancia recorrida en la zona 3 de frecuencia cardiaca aumenta, mientras disminuye el tiempo empleado en la zona 5 de frecuencia cardiaca. La distancia recorrida y el tiempo empleado en la zona 6 (máxima velocidad) aumentan con el mayor número de saques de esquina del equipo local. Ambas asociaciones de posesión de balón y saques de esquina con el rendimiento del árbitro podrían ser explicadas por la disposición al ataque por parte del equipo local, sustentada en las ventajas que supone jugar en casa (Neave y Wolfson, 2003; Pollard, 2006).

En nuestro estudio, únicamente las faltas señalizadas al equipo local se asocian con interrupciones significativas en el juego; incrementando la distancia recorrida y el tiempo empleado a baja velocidad (V1) por una parte y, de forma inversa, la distancia y el tiempo empleado en zonas de velocidad media y alta (V4 y V5). Dichas faltas podrían tener su origen en un aspecto táctico del equipo local para interrumpir el juego, pero también, por una mayor agresividad de los jugadores locales debido al incremento en sus niveles de testosterona (Neave y Wolson, 2003).

Los estudios previos que han analizado el rendimiento físico en situación real tanto de árbitros como de jugadores, han empleado diversos rangos para la clasificación de las zonas de velocidad y frecuencia cardiaca (Caterall et al., 1993; Castagna y D'Otavio, 2001; y Bangsbo, 2001; Rebelo et al., 2002; Tessitore et al., 2007; Victória y Navarro, 2009; Da Silva et al., 2010; Osnagch et al., 2010; Bradley et al., 2009, 2010; Barbero-Alvarez et al., 2012; Costa et al., 2013). Con la

posibilidad actual de emplear tecnologías GPS de mayor fiabilidad y bajo coste, que incorporan la posibilidad de configurar los parámetros de frecuencia cardíaca y velocidad, sería recomendable la unificación de criterios para facilitar la comparación entre estudios.

Futuras investigaciones deberían profundizar en el estudio de los patrones de comportamiento motor en el árbitro, vinculando su rendimiento físico con el estilo de juego de los equipos y las acciones de juego señalizadas, así como otras variables, como el resultado o la clasificación entre los equipos participantes.

6.5 CONCLUSIONES

El objetivo de este estudio ha sido conocer tanto el tiempo y la distancia recorrida por el árbitro profesional con relación a su velocidad de movimiento, su frecuencia cardíaca y las acciones del juego, como su rendimiento comparado con árbitros y jugadores profesionales. Se han podido registrar diferencias significativas en el rendimiento del árbitro entre la primera y la segunda parte. En la segunda parte tiene lugar un incremento del tiempo transcurrido a baja velocidad (V1) y, del tiempo y la distancia dentro de zonas de intensidad media y media alta de frecuencia cardíaca (FC3 y FC4). En sentido opuesto, en la segunda parte, se produce una disminución del tiempo en zonas de alta frecuencia cardíaca (FC5). La señalización de tarjetas amarillas y rojas se asocia a incrementos en la zona intermedia de frecuencia cardíaca (FC3) durante la segunda parte. El incremento del porcentaje de posesión por el equipo local se asocia a una reducción de la distancia recorrida en la zona 3 (FC3) de frecuencia cardíaca, que se compensa con un aumento de la distancia y el tiempo en la zona 5 (FC5) de frecuencia cardíaca. Cuanto mayor es

el porcentaje de posesión del equipo visitante, aumenta la distancia recorrida en la zona 3 (FC3) de frecuencia cardiaca y se reduce la distancia y el tiempo en la zona 5 (FC5) de frecuencia cardiaca. También se ha registrado una asociación directa entre un mayor número de saques de esquina del equipo local y la distancia y el tiempo en la zona 6 de velocidad (V6). La señalización de un mayor número de faltas al equipo local está asociada con un incremento de la distancia y el tiempo a baja velocidad (V1) y una disminución de la actividad en las zonas de velocidad media y alta (V4 y V5).

6.6 APLICACIONES PRÁCTICAS

Los datos presentados avalan que la prescripción del entrenamiento del árbitro debe adecuarse tanto a la variabilidad de los requerimientos físicos en el campo de juego, como para superar los controles físicos a los que son sometidos regularmente. El conocimiento de los patrones e intensidades de velocidad de desplazamiento y frecuencia cardiaca del árbitro profesional proporciona una herramienta para optimizar la planificación y control de su entrenamiento.

7. DISCUSIÓN GENERAL

7. DISCUSIÓN GENERAL

A continuación, se presenta una discusión general de los principales resultados obtenidos a lo largo del proceso de investigación acerca del desempeño de la labor de un árbitro de fútbol profesional, perteneciente a la primera división española de fútbol, durante una temporada completa y en situación real de juego.

7.1 EN RELACIÓN CON EL OBJETIVO 1. CONOCER LA CARGA FÍSICA QUE SUPONE EL ARBITRAJE PROFESIONAL MEDIANTE DIFERENTES PARÁMETROS OBJETIVOS.

La frecuencia cardiaca media obtenida en nuestro trabajo es superior a la registrada por Barbero et al. (2010) y Costa et al. (2013), empleando una metodología similar. Estas diferencias podrían deberse al estilo de juego desarrollado en la edición que analiza (Copa América, 2007), con predominio de países sudamericanos. En el presente estudio se ha podido comprobar una reducción de la frecuencia cardiaca promedio en la segunda parte, descenso superior al obtenido por Costa et al. (2013); esta disminución podría ser explicada porque en la segunda parte se producen la mayor parte de las sustituciones de los jugadores, cambios que provocan interrupciones en el ritmo de juego y determinan, en nuestro estudio, un aumento de su duración. Consecuentemente, la disminución de la frecuencia cardiaca en la segunda parte no puede ser atribuible únicamente a un descenso en el rendimiento físico, sino que deberían ser tenidas en cuenta otras variables, como la velocidad y tiempo de movimiento en cada período, el número de cambios producidos y el tiempo añadido.

Los valores de frecuencia cardiaca máxima de nuestro estudio son similares a los de estudios previos que emplearon una tecnología similar (latido a latido) para el registro de la frecuencia cardiaca (Barbero et al., 2010; Da Silva et al., 2013; Costa et al., 2013).

Por su parte, la velocidad media de desplazamiento registrada en nuestro estudio ha sido similar a la indicada por Costa et al. (2013) con, aunque superior a la registrada por Gonçalves et al. (2012) con árbitros profesionales brasileños de primera división. Una mejor preparación física del árbitro español, necesaria para el arbitraje en primera división, puede justificar la similitud de nuestros resultados con los árbitros de categoría no profesional del estudio de Costa et al. (2013); una mayor exigencia de la competición española explicaría la discrepancia con los datos de Gonçalves et al. (2012).

En la revisión bibliográfica efectuada, no se han encontrado estudios que utilicen como parámetro la velocidad media en movimiento; valores que, en nuestro caso, fueron de 7.56 y 7.6 km.h⁻¹ en cada parte del encuentro.

La velocidad máxima registrada en nuestro estudio ha sido superior a los valores señalados por Costa et al. (2013) y Gonçalves et al. (2012). Esta diferencia en la velocidad máxima alcanzada podría ser justificada por la mayor exigencia de los controles físicos del comité español de árbitros frente a los requerimientos de los comités internacionales de FIFA o UEFA, así como por el entrenamiento y las capacidades físicas del árbitro objeto de análisis.

En nuestro estudio, la distancia media recorrida es similar a otras investigaciones (Roman et al., 2004; Kustrup, y Bangsbo, 2001; Mascarenhas et al., 2009) realizadas en competiciones, supuestamente, menos exigentes que la

española. Sin embargo, nuestros resultados son inferiores a estudios realizados en otras ligas europeas de primer nivel como la Premier League (Weston, Castagna, Impellizzeri, Rampinini, y Breivik, 2007; Weston et al., 2011), o en partidos internacionales UEFA (Castagna et al., 2004). Esta diferencia a la baja es todavía mayor (2,5 km.) respecto a los datos registrados en la serie A italiana (Castagna et al., 2004). La tendencia general hacia un estilo de juego más combinativo y de mayor posesión del balón en los equipos españoles puede ser la causa de estas diferencias.

En estudios recientes, se ha aplicado la tecnología GPS al análisis de la distancia recorrida por los árbitros de fútbol, registrando resultados coherentes con nuestros datos, entre 10 y 11 km. por partido (Mascarenhas et al., 2009; Barbero et al., 2010, Gonçalves et al., 2012; Costa et al., 2013), aunque algún trabajo registró un valor inferior a 8 km. (Da Silva et al., 2013), pero con una muestra limitada de partidos (27), mientras que Ardigò (2010) refiere hasta 12 km. recorridos, si bien en categorías regionales, con árbitros muy jóvenes y, por tanto, inexpertos.

En la presente tesis doctoral, se ha registrado un incremento de la distancia recorrida por el sujeto participante en la segunda parte respecto a la primera; tendencia opuesta al descenso registrado por Mascarenhas et al. (2009) y a los valores similares en ambos períodos indicados por Costa et al. (2013). Otros estudios con diferente metodología reflejan, igualmente, diversidad de resultados, indicando un incremento de la (Catterall et al., 1993; Castagna, y D'Ottavio, 2001), o una disminución de la distancia recorrida en la segunda parte (Button, y Petersen, 2005; Weston et al., 2007). El origen de estas diferencias puede estar tanto en un mayor porcentaje de error asumido en los GPS, como por una menor fiabilidad de

sus mediciones. Esta diversidad en los resultados se plantea incluso cuando se emplean diferentes metodologías para el registro de los datos (con y sin GPS).

Diferentes variables pueden influir en el rendimiento arbitral, entre otras, su estado de forma (Castagna, Abt y D'Ottavio, 2002), nivel competitivo, estilo de juego (Rebelo et al., 2002) o el ruido del público (Castagna y Abt, 2003). Atendiendo a estas variables, y a otras analizadas previamente en los capítulos 5, 6 y 7 de la presente tesis, consideramos más adecuado juzgar el rendimiento físico del árbitro valorando, además de la distancia recorrida, la velocidad de desplazamiento, puesto que el árbitro debe mantenerse próximo a la acción de juego.

El gasto energético constituye un buen indicador para cuantificar la exigencia de cualquier actividad física. Los datos de la presente investigación son claramente superiores a los registrados en la Paraná Championship of Professional Soccer (Da Silva et al., 2008), mediante estimación del consumo de oxígeno y, atendiendo a los tipos de actividad motora del árbitro y el tiempo empleado en cada uno de ellos. El resultado que obtuvieron es claramente inferior al reflejado en nuestro estudio, tanto en el global de partido como en cada parte de este, lo que hace suponer la existencia de diferencias en la prestación del árbitro entre las competiciones analizadas.

Atendiendo a los datos descritos para las variables investigadas, y a su valoración en conjunto, podemos clasificar la carga física del árbitro profesional de fútbol en La Liga española como muy exigente.

7.2 EN RELACIÓN CON EL OBJETIVO 2. CONOCER LA RELACIÓN ENTRE LA FRECUENCIA CARDIACA Y LA VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO CON LA SEÑALIZACIÓN DE ACCIONES RELEVANTES PARA EL JUEGO.

Con anterioridad, diversos estudios han analizado el estrés cardiovascular de los árbitros, examinando simultáneamente la frecuencia cardiaca con los desplazamientos propios del arbitraje, pero sin vincularla con sus decisiones en el partido (Catteral et al., 1993; Kupstrup, y Bangsbo, 2001; Rebelo et al., 2002; Button, y Peterson 2005; Mallo et al., 2007; Tessitore et al., 2007; Barbero et al., 2010, Costa et al., 2013; Da Silva et al., 2013). Consideramos que este aspecto es especialmente importante en el desempeño arbitral, puesto que la misión principal del árbitro durante el juego consiste en juzgar las acciones con rapidez y acierto; exigencia que en la actualidad puede verse modificada por la reciente implementación de soportes visuales e informáticos (VAR) de apoyo a la toma de decisión del árbitro en competición. Además, dicho análisis permite conocer el estrés fisiológico y psicológico que debe gestionar el árbitro profesional.

En nuestro estudio, la velocidad media en movimiento al señalar las infracciones se corresponde con la categoría de jogging ($8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) o carrera a baja velocidad (Kustrup y Bangsbo, 2001; D'Ottavio y Castagna, 2001). Esta velocidad de carrera del árbitro, apunta a un esfuerzo baja intensidad (Helsen y Bultynck, 2004) respecto a la frecuencia cardiaca máxima. Sin embargo, la frecuencia cardiaca al señalar se sitúa en un porcentaje correspondiente a un nivel de esfuerzo

de alta intensidad. La frecuencia cardíaca al señalar equivaldría a una velocidad de desplazamiento media (13.1-18.0 km.h⁻¹) o alta (18.1-24.0 km.h⁻¹).

Por tanto, en el presente estudio, se ha podido registrar cómo la toma de decisión y el contexto en el que tiene lugar suponen para el árbitro un importante estrés. Este hecho debe ser tenido en cuenta en el entrenamiento del árbitro, tanto en relación con su salud cardiovascular como para la mejora de la toma de decisión en el campo. Otros factores también deberían ser incluidos en nuevas investigaciones, como la presión ambiental o el formato y la importancia de las competiciones arbitradas (partidos de liga versus eliminatorias, competiciones nacionales o internacionales, entre otros).

En otro orden de cosas, al analizar la actividad motriz del árbitro, se observa que el tiempo que permanece “parado” en nuestro estudio es similar al reseñado previamente por Rebelo et al. (2002) y Tessitore et al. (2007), aunque más elevado que el referido por Victória y Navarro (2009) y Gómez-Carmona y Pino-Ortega (2016), si bien este último estudio analiza a un árbitro de tercera división española.

La categoría “caminar” ha registrado un tiempo de actividad en esa zona similar al de Victória y Navarro (2009) con árbitros FIFA, pero superior a los valores obtenidos por estudios anteriores (Tessitore et al., 2007; Rebelo et al., 2010; Barbero-Álvarez et al., 2012). Esta diferencia podría tener explicación en el estilo de juego de la liga latinoamericana (Rebelo et al., 2010), o por corresponder los datos de Tessitore et al. (2007) a una liga de nivel competitivo de ámbito regional; diferencias que, sin embargo, no parecen fácilmente explicables respecto al estudio de Barbero-Álvarez et al. (2012) durante la Copa América de 2007, exceptuando que fuese por una mayor motivación de los participantes, al ser un torneo que puede

suponer para los jugadores lograr mejores contratos económicos en equipos de Europa y China.

El árbitro se mantiene en la zona de baja velocidad un tiempo mayor al que reseñan Victória y Navarro (2009) con árbitros de la Federação Gaúcha de Futebol (Copa FGF). Los datos de la presente investigación han registrado también un tiempo empleado en zonas de velocidad baja y media muy superior al que refieren Rebelo et al. (2002) para árbitros de la primera categoría nacional portuguesa, si bien la comparación con este último estudio resulta limitada, al no cuantificar los rangos de velocidad.

En las zonas de velocidad intermedia, en nuestro estudio se ha registrado un valor claramente inferior al reflejado por Barbero-Álvarez et al. (2012). Aglutinando las categorías “baja” e “intermedia” para obtener un rango de velocidad similar al de Barbero-Álvarez et al. (2012), es posible apreciar que nuestros resultados para ese intervalo también son inferiores. Esta diferencia quizás podría ser debida al estilo de juego de los equipos en la competición analizada en ese estudio y/o a una especial motivación de los árbitros para destacar en el seguimiento de la acción de juego.

La carrera a alta y máxima velocidad suponen en el presente estudio, conjuntamente, un porcentaje claramente superior al registrado por Rebelo et al. (2002) en su categoría “sprint” con árbitros portugueses de primera división. Sin embargo, otros estudios (Barbero-Álvarez et al., 2102; Catteral et al. 1993) han registrado un porcentaje más alto que el obtenido en el presente estudio. La diferencia con la investigación de Barbero-Álvarez et al. (2012) puede estar sustentada en que su análisis contempla un rango de máxima velocidad a partir de

>18,1 km.h⁻¹, inferior al que empleamos en nuestros registros de alta y máxima velocidad (>19 km.h⁻¹) ; mientras que en el caso de Catterall et al. (1993), puede ser debida a que sólo establecen cuatro categorías de velocidad y, además, únicamente 4 de los 14 árbitros participantes en su estudio eran de primera división.

La distancia registrada en alta intensidad por nuestro sujeto de estudio ha sido claramente inferior a la señalada por Ishihara et al. (2015) con árbitros japoneses. Esta diferencia podría tener explicación en una menor experiencia de arbitraje por los participantes en su estudio, el nivel de las ligas analizadas, o un período más corto de observación del rendimiento del árbitro (2 meses), frente a una temporada completa en el nuestro.

Cuando se ha procedido al análisis de la frecuencia cardiaca del árbitro, ha sido posible determinar que mantiene $\geq 90\%$ de la FC_{max} durante el 50% de la primera parte, valor que desciende al 37% en la segunda; dicho descenso es similar al indicado por Tessitore et al. (2007) aunque inferior al registrado por Ardigò (2010), ambos estudios con árbitros italianos de ligas regionales. Estas diferencias entre períodos del partido, sin embargo, no se manifiestan en los trabajos de Costa et al. (2013) y Castillo et al. (2018). La diferencia respecto al estudio de Costa et al. (2013) pudiera deberse a que, aún siendo árbitros profesionales no son de primera división, por lo que sus resultados pueden ser indicativos de una peor condición física. Con respecto la investigación de Castillo et al. (2018), no podemos establecer una comparativa más profunda con sus resultados datos, pues no especifica a que categoría nacional pertenecen sus sujetos de estudio. Este descenso de la $FC \geq 90\%$ en la segunda parte se compensa, por otra parte, con un incremento (44 a 50%) del tiempo entre el 80-90% de la FC_{max} ; resultados similares a los de Costa et al. (2013),

aunque muy superiores a los estudios de Tessitore et al. (2007) y Ardigò (2010) en sus investigaciones con ligas de divisiones inferiores y, por tanto, de menor exigencia física.

Por otra parte, la señalización de diversos eventos (faltas, amonestaciones, etc.) suponen interrupciones en el juego. Los equipos que jugaban como local fueron sancionados con tarjeta amarilla en una proporción 3 veces superior en la segunda parte. La señalización de tarjetas rojas supone la expulsión de un jugador lo que, cuando es el equipo local el afectado, suele provocar una fuerte reacción por parte del público. La señalización de tarjetas amarillas y rojas está asociada positivamente con un incremento del tiempo en la zona intermedia de frecuencia cardíaca (FC3). Por ello podemos suponer que estas señalizaciones, aún dando lugar a interrupciones en el juego y, con ello, en el esfuerzo físico, generan estrés cardíaco en el árbitro, tal y como se destaca en el estudio 1 de la presente tesis al analizar la frecuencia cardíaca y la velocidad del árbitro en el momento de señalar. Con la incorporación del VAR, se añade un nuevo aspecto situacional que puede suponer una inédita fuente de estrés para el árbitro que futuros estudios deberán analizar, pues en caso de ser necesaria su intervención y, de producirse con ella la rectificación de la decisión inicial del árbitro, su valoración de gestión del partido empeora, afectando a su puntuación general para mantener la categoría profesional al final de la temporada.

Por otro lado, cuando se incrementa el porcentaje de tiempo de posesión por el equipo local en el conjunto del partido, se produce una reducción de la distancia recorrida en la zona 3 de frecuencia cardíaca (FC3), a la vez que aumenta la distancia recorrida y el tiempo empleado en la zona 5 (FC5); tendencia opuesta a la

registrada cuando el equipo visitante aumenta su tiempo de posesión. El esfuerzo del árbitro en cuanto al tiempo y distancia recorrida a la máxima velocidad (V6) se incrementan cuando aumenta el número de saques de esquina del equipo local. Esta relación entre la posesión de balón y saques de esquina con el rendimiento del árbitro podría ser explicada por la disposición al ataque del equipo local, sustentada en la ventaja que supone jugar en casa (Neave y Wolfson, 2003; Pollard, 2006).

En nuestro estudio, únicamente las faltas señalizadas al equipo local provocan interrupciones significativas en el juego; incrementando la distancia recorrida y el tiempo empleado a baja velocidad (V1) por una parte y, de forma inversa, reduciendo la distancia y el tiempo empleado en zonas de velocidad media y alta (V4 y V5). Dichas faltas podrían tener un origen táctico cuando el equipo local busca interrumpir el juego, aún cuando podrían basarse en una mayor agresividad de los jugadores locales debido al incremento en sus niveles de testosterona (Neave y Wolson, 2003).

Aunque no es un objetivo prioritario de la presente tesis doctoral, consideramos de interés proceder a la comparación del rendimiento físico del árbitro participante con el de los futbolistas. Osgnach et al. (2010) y Bradley et al. (2009, 2010) reseñan valores próximos con nuestros datos V1 ($0-8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), aunque el árbitro emplea, en el conjunto de partidos, menos tiempo en dicho rango y, lógicamente, recorre una mayor distancia. Por tanto, se constata que el rendimiento del árbitro es similar al de jugadores profesionales.

Confrontando el rendimiento del árbitro con los jugadores profesionales para la categoría de velocidad V2, el árbitro participante en la presente tesis doctoral emplea más tiempo y recorre más metros que jugadores de la primera división

italiana (Osgnach et al., 2010). En el resto de las categorías (V3, V4), los valores de los jugadores en tiempo y en distancia son superiores, aunque el estudio de Bradley et al. (2009, 2010), con jugadores de la primera división inglesa y/o que compiten en ligas internacionales, apuntan datos similares.

En las categorías de alta y máxima velocidad, el tiempo empleado por el árbitro resulta inferior al obtenido con jugadores profesionales en estudios previos (Mohr et al., 2003; Osnagch et al., 2010); mientras que Bradley et al. (2009, 2010) refieren en este rango de velocidad un tiempo similar.

Aunque el comportamiento motor del árbitro es comparable al de un futbolista de posición mediocentro (Castagna et al., 2007), el jugador de fútbol profesional recorre una mayor distancia en alta y máxima intensidad, como indican Osgnach et al. (2010) y Di Salvo et al., (2007), si bien los registros de este último incluyen un rango de velocidad más amplio.

La carga física que debe soportar el árbitro, a la luz de los datos registrados en el presente trabajo, está determinada por lo que sucede en el juego y lo que el árbitro señala. Determinación basada en la sucesión cambiante y de baja predictibilidad de las acciones (Pietraszewski, Rocznik, Maszczyk, Grycmann, Roleder, Stanula, y Ponczek, 2014) y en una alta variabilidad del rendimiento físico del árbitro en los desplazamientos a alta intensidad, el número y tipo de sprint o el número de faltas señaladas (Weston et al., 2011), pues el árbitro debe, necesariamente, mantenerse cerca de la acción de juego (Krustrup et al., 2009; Ishihara et al., 2015) y su actividad varía con las acciones de los jugadores (Catterall, 1993).

7.3 EN RELACIÓN CON EL OBJETIVO 3. DESCRIBIR LA PERCEPCIÓN DE ESFUERZO Y RECUPERACIÓN DEL ÁRBITRO PROFESIONAL EN FUNCIÓN DE LA DIFICULTAD DE LOS ENCUENTROS BASADA EN LA CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS.

Los valores medios obtenidos al aplicar las escalas de percepción de esfuerzo en la presente tesis muestran que el arbitraje profesional supone una elevada exigencia física, con independencia de la clasificación de los equipos arbitrados y del momento de la temporada en La Liga española durante la temporada 2013-2014.

Los valores de la aplicación de la escala CR10 al árbitro participante se sitúan en las categorías de “duro” (rango de 5 a 6) y “muy duro” (rango de 7 a 9), valor promedio similar al obtenido por Catteew et al. (2009) con árbitros profesionales de la liga belga, aunque Weston et al. (2011), en un estudio longitudinal con un árbitro de la Premier League inglesa, obtuvieron valores inferiores y decrecientes en el tiempo. Nuestros valores también son inferiores a los señalados por Weston et al. (2006) con árbitros de la Premier League y de divisiones inferiores (Football League inglesa). Estas diferencias podrían tener su origen en el estilo de juego más directo que caracteriza la Premier y la Football League inglesas. Sin embargo, debemos comentar una situación excepcional durante la temporada analizada; en ella, el sujeto de la presente tesis doctoral señaló valores superiores cuando confluían diferentes variables ambientales (equipo local campeón de Champions League, críticas del entrenador a los árbitros, polémicas internas del equipo local con gran presencia en los medios durante la semana previa, sílbidos del público al

entrenador). El valor máximo registrado en nuestro estudio es similar al valor promedio señalado por Macmahon et al. (2007). Esta diferencia al alza en el valor promedio entre nuestros resultados y los del estudio de Macmahon et al. (2007) pudiera deberse a la fecha de sus registros (anteriores a 2004), lo que podría reflejar una menor exigencia física para el árbitro de fútbol en esa época. El rango de los valores registrados en la presente investigación es similar al señalado por Costa et al. (2013), en su estudio con árbitros de la liga profesional brasileña de Río Grande do Norte, empleando la escala CR10 modificada por Foster et al. (2001), si bien esta liga podría considerarse de un nivel inferior a las ya mencionadas.

No se han encontrado, sin embargo, estudios con árbitros profesionales que hayan empleado la escala RPE, y las investigaciones que han analizado la percepción de esfuerzo en árbitros profesionales se han decantado por la escala CR10, debido a que ofrece mejores propiedades estadísticas (Borg y Kaiser, 2006).

Los resultados obtenidos, tanto al aplicar la escala CR10 como la RPE, muestran que, con independencia de la dificultad estimada de los encuentros (basada en la diferencia en la clasificación de los equipos), la percepción del árbitro es de un alto nivel de esfuerzo.

La aplicación de la escala RPE como herramienta de valoración, permite contrastar sus datos con los obtenidos con la escala de recuperación TQR. Así, en nuestro estudio, los valores medios registrados para las escalas RPE y TQR presentan casi un punto de diferencia entre ambas; situándose el valor RPE en el nivel de “duro”, mientras que la recuperación, empleando la escala TQR, alcanza el nivel de “razonable” y supera el valor mínimo recomendado tras realizar esfuerzos de alta intensidad (Kenttä y Hassmén, 2002). Así pues, el valor medio

obtenido con la escala TQR refleja que, transcurridas 24 horas desde la finalización del encuentro, todavía no se ha alcanzado una recuperación completa, siendo valorada como “razonable” por el árbitro.

A través del proceso de investigación detallado con anterioridad, y en base al procedimiento y objetivos planteados, se ha podido llegar a las conclusiones que se presentan en el siguiente apartado (capítulo 8).

8. CONCLUSIONES

8. CONCLUSIONES

1. La toma de decisión del árbitro profesional se realiza con una frecuencia cardiaca superior a la que correspondería con su velocidad de desplazamiento.
2. La frecuencia cardiaca se reduce de forma significativa en la segunda parte.
3. La duración de la segunda parte de los partidos es mayor que la primera.
4. La autopercepción del esfuerzo durante el desempeño arbitral después de cada partida es “dura” o “muy dura”.
5. La autopercepción de la recuperación, transcurridas 24 horas después del partido, es incompleta.
6. En la segunda parte aumenta la distancia y el tiempo en la zona media y media alta de frecuencia cardiaca (FC3 y FC4), al tiempo que se reduce en la zona alta de frecuencia cardiaca (FC5).
7. La señalización de tarjetas amarillas y rojas se asocia a incrementos significativos en la zona intermedia de frecuencia cardiaca (FC3) durante la segunda parte.
8. El incremento del porcentaje de posesión por el equipo local se asocia a una reducción significativa de la distancia recorrida en la zona 3 (FC3) de frecuencia cardiaca, y a un aumento significativo de la distancia y el tiempo en la zona 5 (FC5) de frecuencia cardiaca.
9. El incremento del porcentaje de posesión del equipo visitante se asocia con un incremento significativo de la distancia recorrida en la zona 3 (FC3) de

frecuencia cardiaca, así como con una reducción significativa de la distancia y el tiempo en la zona 5 (FC5) de frecuencia cardiaca.

10. Un mayor número de saques de esquina del equipo local se asocia con un incremento significativo de la distancia y el tiempo en la zona 6 (V6).

11. La señalización de un mayor número de faltas al equipo local está asociada con un incremento significativo de la distancia y el tiempo a baja velocidad (V1) y una disminución significativa de la actividad en las zonas de velocidad media y alta (V4 y V5).

9. APLICACIONES PRÁCTICAS

9. APLICACIONES PRÁCTICAS

9.1 PARA LOS ÁRBITROS Y SUS ENTRENADORES

Al tratarse de un estudio de caso, entre los objetivos de la presente tesis no está su aplicación indiscriminada al colectivo de árbitros; si bien, al haber analizado una temporada completa de un árbitro de élite en uno de los campeonatos más importantes del mundo, los resultados obtenidos consideramos que pueden ser una referencia de interés para la formación y preparación que necesita un árbitro profesional; en concreto, un mejor conocimiento de las demandas cinemáticas, fisiológicas y de toma de decisión permitirá detallar las necesidades específicas del árbitro profesional y, por tanto, del tipo de preparación que debe llevar a cabo en diversas vertientes (física, psicológica y técnico-táctica) para desempeñar con acierto su función en el terreno de juego. De forma específica, el entrenamiento físico del árbitro debería incorporar en sus rutinas de preparación, situaciones de alto estrés físico en cuanto a la frecuencia cardíaca y la velocidad de desplazamiento, asociando a éstas la toma de decisión, con el objetivo de lograr que el entrenamiento se aproxime lo máximo posible a lo que sucede en la competición. De igual modo, el conocimiento de las pautas de velocidad de desplazamiento y frecuencia cardíaca, proporcionan una herramienta para realizar ajustes más apropiados en la planificación y control del entrenamiento del árbitro profesional. Por otro lado, el árbitro, a tenor de la percepción en cada encuentro del esfuerzo percibido y la recuperación posterior, debería asimilar en sus rutinas pre y postpartido, protocolos (calentamiento, recuperación, nutrición) que reduzcan la posibilidad de lesionarse y que aceleren la posibilidad de asumir, de ser necesario,

tanto nuevas cargas de competición como test físicos de control en el tiempo más breve posible.

9.2 PARA EL COLEGIO TÉCNICO DE ÁRBITROS DE FÚTBOL

El colegio técnico de árbitros podría incluir métodos de control y análisis de la recuperación en el arbitraje profesional de fácil aplicabilidad, como son las escalas de percepción de esfuerzo y recuperación. La aplicación de estos instrumentos junto con la tecnología de control del esfuerzo mediante pulsómetros-GPS que ya impone en la actualidad en la primera división, permitiría una mejor gestión del colectivo de árbitros de élite tanto para la asignación de partidos de competición como para el diseño y aplicación de pruebas de control físico de mayor especificidad. Es necesario que, en el futuro, conforme surgan nuevas herramientas tecnológicas, se integre el entrenamiento de la toma de decisión de los árbitros en condiciones de ejercicio similares a las que se producen en los partidos, tanto durante las concentraciones de árbitros como en sus entrenamientos individuales.

**10. LIMITACIONES Y FUTURAS
INVESTIGACIONES**

10. LIMITACIONES Y FUTURAS INVESTIGACIONES

10.1 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación, al ser un estudio de caso, no permite extrapolar genéricamente al resto del colectivo arbitral profesional de la primera división española las conclusiones resultantes de la misma. El número de partidos analizados como muestra, si bien pertenecientes a una temporada completa, resulta una muestra reducida. Este aspecto conlleva realizar una ajustada valoración de las conclusiones, teniendo en consideración la dificultad para llevar a cabo este tipo de estudios debido al reducido número de árbitros de máximo nivel de la liga española de fútbol profesional.

10.2 FUTURAS INVESTIGACIONES

Los estudios previos que han analizado el rendimiento físico en situación real tanto de árbitros como de jugadores, han empleado diversos rangos para categorizar las zonas de velocidad y frecuencia cardiaca (Castagna y D'Otavio, 2001; Castillo et al., 2018; Caterall et al., 1993; Krustup y Bangsbo, 2001; Rebelo et al., 2002; Tessitore et al., 2007; Victória y Navarro, 2009; Da Silva et al., 2010; Osnagch et al., 2010; Bradley et al., 2009; Bradley et al., 2009, 2010; Barbero-Alvarez et al., 2012; Costa et al., 2013). Con la posibilidad actual de emplear tecnologías GPS de mayor fiabilidad y bajo coste, que incorporan la posibilidad de configurar los parámetros de frecuencia cardiaca y velocidad, sería recomendable la unificación de criterios para facilitar la comparación entre estudios.

El análisis del estilo de juego y su rendimiento asociado en un equipo de fútbol puede ser empleado por los equipos oponentes para preparar sus próximos encuentros (Fernandez-Navarro, Fradua, Zubillaga, Ford y McRobert; 2016). Nuevas investigaciones deberían profundizar en el estudio de los patrones de comportamiento motor en el árbitro, vinculando su rendimiento físico con el estilo de juego de los equipos y las acciones señalizadas, al igual que otras variables, como el resultado o la clasificación entre los equipos participantes.

La falta de consenso entre la comunidad científica a la hora de establecer qué escalas de percepción son las más adecuadas ha sido señalado con anterioridad por Borg y Kaiser (2006). Por ello, futuros estudios en el ámbito del desempeño arbitral en el fútbol profesional deberían tender a una estandarización metodológica. En consecuencia, las escalas de percepción de esfuerzo y recuperación seleccionadas debieran basarse en un número de categorías y rangos similares, al objeto de facilitar la comparación de resultados entre ambas.

Un reducido número de investigaciones previas acerca del desempeño arbitral han tenido en cuenta los efectos de la fatiga y la recuperación posterior al ejercicio. Tessitore et al. (2007) han analizado, entre otros parámetros, la fatiga muscular tras el calentamiento y al finalizar la primera y segunda parte de los encuentros sin encontrar daño muscular. Boullosa et al. (2012) indican un elevado stress cardiovascular durante el partido, pero también una disminución del control autónomo cardíaco 5 horas previas y hasta 10 horas posteriores al partido. Atendiendo tanto a la tipología e intensidad del esfuerzo durante los partidos, como a los viajes que deben realizar, los árbitros profesionales no podrían repetir el esfuerzo arbitrando en días sucesivos con el mismo nivel de prestación, como

consecuencia de la fatiga acumulada (Bishop et al., 2008). Nuevas investigaciones deberían considerar también la fatiga asociada a los viajes como factor de influencia en la recuperación del árbitro profesional

Sería interesante comprobar la existencia de daño muscular en los árbitros al finalizar los partidos, en caso de confirmarse este aspecto y, verificada la existencia de un alto stress cardiovascular, el comité internacional de árbitros de la FIFA debería promocionar la elaboración de un protocolo para facilitar el rendimiento y acelerar la recuperación para los árbitros, en la misma línea que ha desarrollado el programa FIFA11+ para el calentamiento y la prevención de lesiones previo a los partidos. Dicho protocolo debería contener indicaciones para acelerar la recuperación (García-Concepción et al., 2015), ser específico para la actividad deportiva (Enoka, 1995; Bishop 2008), abarcar estrategias nutricionales y de fisioterapia (Reilly y Gregson, 2005) e incluir, en su caso, diferentes métodos de descarga como el tapering (Bishop et al., 2008).

La reciente instauración del videoarbitraje (VAR) ha supuesto una modificación en el número y tipo de señalizaciones en los partidos de la liga profesional española. Es necesario, por tanto, que nuevas investigaciones lleven a cabo estudios similares a los desarrollados en la presente tesis considerando los efectos del VAR.

11. REFERENCIAS

11. REFERENCIAS.

- Akubat, I., Patel, E., Barrett, S. y Abt, G. (2012). Methods of monitoring the training and match load and their relationship to changes in fitness in professional youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 30(14), 1473-1480.
- Al Hazmi, A. (2016). The movement and positioning of soccer officials in relation to their decision making (Tesis doctoral, Queensland University of Technology).
- Alexiou, H. y Coutts, A. (2008). A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3, 320-330.
- Aragão e Pina, J., Passos, A., Araújo, D., y Maynard, M. T. (2018). Football refereeing: An integrative review. *Psychology of Sport and Exercise*, 37(6), 10-26.
- Ardigò, L. P. (2010). Low-cost match analysis of Italian sixth and seventh division soccer refereeing. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2532-2538.
- Aughey, R.J. (2011). Applications of GPS technologies to field sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(3), 295-310.
- Banister, E. W. (1991). Modeling elite athletic performance. In: Green, H., McDougal, J. y Wenger, H. (Eds.), *Physiological Testing of Elite Athletes* (pp. 403–424). Champaign: Human Kinetics.
- Barbero-Álvarez, J. C., Coutts, A., Granda, J., Barbero-Álvarez, V. y Castagna, C. (2010). The validity and reliability of a global positioning satellite system device to assess speed and repeated sprint ability (RSA) in athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(2), 232-235.

- Barbero-Álvarez, J., Boullosa, D. A., Nakamura, F. Y., Andrín, G. y Castagna, C. (2012). Physical and physiological demands of field and assistant soccer referees during America's cup. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(5), 1383-1388.
- Bellafiore, M., Bianco, A., Palma, A., y Farina, F. (2005). Adaptations in heart rate and arterial pressure induced by a specific training exercise program for elite soccer referees: A case report. *Italian Journal of Sport Sciences*, 12, 145-149.
- Bishop, P. A., Jones, E., y Woods, A. K. (2008). Recovery from training: a brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 1015-1024.
- Borg, E. y Kaijser, L. (2006). A comparison between three rating scales for perceived exertion and two different work tests. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 16(1), 57-69.
- Borg, G. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 2(2), 92-98.
- Borresen, J. y Lambert, M. I. (2008). Quantifying training load: a comparison of subjective and objective methods. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3, 16-30.
- Boschilia, B., Vlastuin, J., y Marchi Jr, W. (2008). Implicações da espetacularização do esporte na atuação dos árbitros de futebol. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, 30(1), 57-73
- Boullosa, D. A., Abreu, L., Tuimil, J. L. y Leicht, A. S. (2012). Impact of a soccer match on the cardiac autonomic control of referees. *European Journal of Applied Physiology*, 112(6), 2233-2242.
- Bradley, P. S., Di Mascio, M., Peart, D., Olsen, P. y Sheldon, B. (2010). High-intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength y Conditioning Association*, 24(9), 2343-2351.

- Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P. y Krustup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 159-168.
- Brink, M. S., Nederhof, E., Visscher, C., Schmikli, S. L. y Lemmink, K. A. (2010). Monitoring load, recovery, and performance in young elite soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(3), 597-603.
- Button C., O'Hare D. y Mascarenhas D. (2006). *Developing a method to examine decision-making and physical demands of football refereeing*. (Report to SPARC y NZ Soccer). Dunedin: School of Physical Education of University of Otago. Sport and Recreation New Zealand.
- Button, C., & Petersen, C. (2005). Quantifying the physiological demands of football refereeing with GPS tracking technology. *Dunedin, New Zealand: University of Otago*.
- Calahorra, F., Torres-Luque, G. y Lara-Sánchez, A. J. (2014). La percepción subjetiva de competición de jóvenes futbolistas. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 14(1), 75-82.
- Casamichana, D. y Castellano, J. (2011). Validity and reliability of 5 Hz GPS devices on short career with change of. *Retos*, 19, 30-33.
- Castagna C., Abt G. y D'Ottavio, S. (2002) Relation between fitness test and match performance in elite Italian soccer referees. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2(16), 231-235.
- Castagna, C., Abt, G. y D'ottavio, S. (2007). Physiological aspects of soccer refereeing performance and training. *Sports Medicine*, 37(7), 625-646.
- Castagna, C., Abt, G. y D'Ottavio, S. (2004). Activity profile of international soccer referees during actual match play. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 486-90.

- Castillo, D., Yanci, J., & Cámara, J. (2018). Impact of Official Matches on Soccer Referees' Power Performance. *Journal of Human Kinetics*, 61(1), 131–140. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0116>
- Catteeuw, P., Helsen, W., Gilis, B. y Wagemans, J. (2009). Decision-making skills, role specificity, and deliberate practice in association football refereeing. *Journal of Sports Sciences*, 27(11), 1125-1136.
- Catterall, C., Reilly, T., Atkinson, G. y Coldwells, A. (1993). Analysis of the work rates and heart rates of association football referees. *British Journal of Sports Medicine*, 27(3), 193-196
- Cerqueira, M. S., Da Silva, A. I., y Marins, J. C. B. (2011). Analysis of the FIFA's Model of Physical Evaluation Applied to the Soccer Referees. *Revista Brasileira De Medicina Do Esporte*, 17(18), 425–430.
- Costa, E. C., Vieira, C. M., Moreira, A., Ugrinowitsch, C., Castagna, C. y 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.
- Coutts, A. J. y Duffield, R. (2010). Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 133-135.
- Coutts, A. J., Reaburn, P. R. J., Murphy, A. J., Pine, M. J. y Impellizzeri, F. M. (2003). Validity of the session-RPE method for determining training load in team sport athletes. *Journal of Sciences and Medicine in Sport*, 6, 525.
- D'ottavio, S. y Castagna, C. (2001). Analysis of match activities in elite soccer referees during actual match play. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(2), 167-171.
- Da Silva, A. I., Fernandes, L. C. y Fernandez, R. (2008). Energy expenditure and intensity of physical activity in soccer referees during match-play. *Journal of Sports Science and Medicine*, 7(3), 327-334.

- Da Silva, A.I., Fernandez, R., Oliveira, C. y Leite De Barros, T. (2010). Level of dehydration and physical performance of soccer referee from Paraná and São Paulo. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*, 3(9), 148-155.
- Da Silva, P.R., Salud, E., Martignoni, W., Benitez, R. y Tolentino, J.C. (2013). Comparação do comportamento da frequência cardíaca e das demandas físicas em diferentes funções da arbitragem de futebol. *Revista Mineira de Educação Física*, 9, 690-694.
- De Oliveira, M. C., Orbetelli, R., & De Barros Neto, T. L. (2011). Call accuracy and distance from the play: A study with Brazilian soccer referees. *International Journal of Exercise Science*, 4(1), 287–296.
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschann, H., Montero, F. C., Bachl, N. y Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International journal of sports medicine*, 28(3), 222-227.
- Duffield, R., Reid, M., Baker, J. y Spratford, W. (2010). Accuracy and reliability of GPS devices for measurement of movement patterns in confined spaces for court-based sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(5), 523-525.
- Edwards, S. (1993). High performance training and racing. In: Edwards, S. (Ed.), *The Heart Rate Monitor Book* (pp. 113-123). Sacramento, CA: Feet Fleet Press.
- Enoka, R. M. (1995). Mechanisms of muscle fatigue: central factors and task dependency. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 5(3), 141-149.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P. y. Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109-115.
- Gaoua, N., de Oliveira, R. F., & Hunter, S. (2017). Perception, action, and cognition of football referees in extreme temperatures: impact on decision performance. *Frontiers in psychology*, 8, 1479.

- García-Concepción, M. A., Peinado, A. B., Hernández, V. P., & Alvero-Cruz, J. R. (2015). Eficacia de diferentes estrategias de recuperación en jugadores de fútbol de élite. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte/International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, 15(58), 355-369.
- Gómez-Carmona, C. D. y Pino-Ortega, J. (2016). Kinematic and physiological analysis of the performance of the football referee and its relationship with decision making. *Journal of Human Sport and Exercise*, 11(4), 397-414.
- Gómez-díaz, A.J. Pallarés, J.G., Díaz, A. y Bradley, P.S. (2013). Cuantificación de la carga física y psicológica en fútbol profesional: diferencias según el nivel competitivo y efectos sobre el resultado en competición oficial. *Revista de Psicología del Deporte*, 22, 463–469.
- Gómez-díaz, A.J., Bradley, P.S. y Díaz, A. (2013). Percepción subjetiva del esfuerzo en fútbol profesional: relevancia de los indicadores físicos y psicológicos en el entrenamiento y la competición Introducción. *Anales de Psicología*, 29, 656–661.
- Gonçalves, V., Navarro, F., y Guimarães, A. (2012). The analysis of the physical effort made by the referees in official games bahian league of professional football/Esforço físico realizado pelos árbitros em jogos oficiais do campeonato baiano de futebol profissional. *Revista Brasileira de Futsal e Futebol*, 4(12), 124-130.
- Gonzalez-Boto, R., Salguero, A., Tuero, C., Márquez, S. y Kellmann, M. (2008). Spanish adaptation and analysis by structural equation modeling of an instrument for monitoring overtraining: the recovery-stress questionnaire (RESTQ-Sport). *Social Behavior and Personality*, 36(5), 635-650.
- Gray, A. J., Jenkins, D., Andrews, M. H., Taaffe, D. R. y Glover, M. L. (2010). Validity and reliability of GPS for measuring distance travelled in field-based team sports. *Journal of Sports Sciences*, 28(12), 1319-1325.

- Guillén, F. y Feltz, D. L. (2011). A conceptual model of referee efficacy. *Frontiers in Psychology*, 2(25), 1185-1194.
- Helsen, W. y Bultynck, J. B. (2004). Physical and perceptual-cognitive demands of top-class refereeing in association football. *Journal of Sports Sciences*, 22(2), 179-189.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A. y Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(6), 1042-1047.
- Ishihara, Y., Naito, H. y Ozaki, H. (2015). Aerobic Fitness Relation to Match Performance of Japanese Soccer Referees. *Football Science*, 12, 91–97.
- Kellmann, M. y Kallus, K.W. (2000). *The recovery-stress-questionnaire for athletes*. Frankfurt: Swets Test Services.
- Kenttä, G. y Hassmén, P. (1998). Overtraining and recovery. A conceptual model. *Sports Medicine*, 26(1), 1-16.
- Kenttä, G. y Hassmén, P. (2002). Underrecovery and overtraining: A conceptual model. In Michael Kellmann (Ed.), *Enhancing Recovery: Preventing Underperformance in Athletes* (pp 57-79). Champaign: Human Kinetics.
- Kinugasa, T. y Kilding, A. E. (2009). A comparison of post-match recovery strategies in youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(5), 1402-1407.
- Kokaly, M., Peñailillo, L., Villagrán, C., Mackay, K., Jannas, S., Deldicque, L., & Zbinden-Foncea, H. (2018). Changes in cortisol and immunoglobulin concentrations in referees during a professional football match. *Journal of Sports Science and Medicine*, 17(4), 689–690.
- Kruskal, W.H. (1952). A nonparametric test for the several sample problem. *Annals of Mathematical Statistics*, 23, 525-540.

- Kruskal, W.H. y Wallis, W.A. (1952). Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47 (260), 583-621.
- Krustrup, P. y Bangsbo, J. (2001). Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training. *Journal of Sports Sciences*, 19(11), 881-891.
- Krustrup, P., Helsen, W., Randers, M. B., Christensen, J. F., MacDonald, C., Rebelo, A. N., y Bangsbo, J. (2009). Activity profile and physical demands of football referees and assistant referees in international games. *Journal of Sports Sciences*, 27(11), 1167–1176.
- Lago-Peñas, C., Ezequiel, R., y Anton, K. (2019). How does Video Assistant Referee (VAR) modify the game in elite soccer? *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 19(4), 646–653.
- Lago-Peñas, C., y Gómez-López, M. (2016). The Influence of Referee Bias on Extra Time in Elite Soccer Matches. *Perceptual and Motor Skills*, 122(2), 666-677.
- Lane, A. M., Nevill, A. M., Ahmad, N. S., y Balmer, N. (2006). Soccer Referee Decision-Making: “shall I Blow the Whistle?”. *Journal of Sports Science & Medicine*, 5(2), 243–253.
- Laurent, C. M., Green, J. M., Bishop, P. A., Sjøkvist, J., Richardson, M. T., Schumacker, R. E. y Curtner-Smith, M. (2010). Stability of RPE increase during repeated intermittent sprints. *Journal of Exercise Sciences and Fitness*, 8(1), 1-10.
- Leser, R., Baca, A. y Ogris, G. (2011). Local positioning systems in (game) sports. *Sensors*, 11(10), 9778-9797.
- Levene, H. (1960). Robust tests for equality of variances. *Contributions to probability and statistics*, 1, 278-292.

- Lucia, A., Hoyos, J., Perez, M., y Chicharro, J.L. (2000). Heart rate and performance parameters in elite cyclists: a longitudinal study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, 1777-1782.
- MacLeod, H., Morris, J., Nevill, A. y Sunderland, C. (2009). The validity of a non-differential global positioning system for assessing player movement patterns in field hockey. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 121-128.
- MacMahon, C., Helsen, W. F., Starkses, J. L. y Weston, M. (2007). Decision-making skills and deliberate practice in elite association football referees. *Journal of Sports Sciences*, 25(1), 65-78.
- 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., García-Aranda, J. M., Gilis, B. y Helsen, W. (2007). Activity profile of top-class association football referees in relation to performance in selected physical tests. *Journal of Sports Sciences*, 25(7), 805-813.
- Mangan, J.A. y Hickey, C. (2008). Keeping control: refereeing the game. *Soccer & Society*, 9(5), 727-749.
- Mann, H. B. y Whitney, D. R. (1947). On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *Annals of Mathematical Statistics*, 18(1), 50-60.
- Manzi, V., Iellamo, F., Impellizzeri, F., D'Ottavio, S. y Castagna, C. (2009). Relation between individualized training impulses and performance in distance runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 41, 2090-2096.
- Mascarenhas, D., Button, C., O'Hare, D. y Dicks, M (2009). Physical performance and decision making in association football referees: A naturalistic study. *Open Sports Sciences*, 2(9),1-9.

- Mohr, M., Krustup, P. y Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of sports sciences*, 21(7), 519–528.
- Montoya, D., De Paz, J. A., Gonzalo, R. F., Cervera, J. M. y Yagüe M.J. (2010). Variabilidad de la carga fisiológica en los pequeños juegos de fútbol en función del espacio. *Apunts. Educación física y Deportes*, 102, 70-77.
- Muñoz P. y Muñoz I (2001). Intervención en la familia: estudio de casos. En P. Pérez Serrano, (Ed.). *Modelos de Investigación Cualitativa en Educación Social y Animación Sociocultural* (pp. 224). Madrid: Narcea.
- Neave, N. y Wolfson, S. (2003). Testosterone, territoriality, and the “home advantage.” *Physiology and Behavior*, 78(2), 269-275.
- Osgnach, C., Poser, S., Bernardini, R., Rinaldo, R. y Di Prampero, P. E. (2010). Energy cost and metabolic power in elite soccer: a new match analysis approach. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(1), 170-178.
- Pietraszewski, P., Rocznik, R., Maszczyk, A., Grycmann, P., Roleder, T., Stanula, A. y Ponczek, M. (2014). The Elements of Executive Attention in Top Soccer Referees and Assistant Referees. *Journal of human kinetics*, 40(1), 235-243.
- Pollard, R. (2006). Worldwide regional variations in home advantage in association football. *Journal of Sports Sciences*, 24(3), 231-240.
- Rebelo, A., Silva, S., Pereira, N. y Soares, J. (2002). Physical activity of soccer referees during the match. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 2(5), 24-30.
- Reilly, T., and Gregson, W. (2006). Special populations: the referee and assistant referee. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 795-801.
- Reilly, T., Waterhouse, J. y Edwards, B. (2008). A review on some of the problems associated with long-distance journeys. *Clinica Terapéutica*, 159(2), 117-127.

- Roman, E. R., Arruda, M., Gasperin, C. E B., Fernandez, R. P. y Da Silva, A. I. (2004). Estudo da desidratação, intensidade da actividade física e distancia percorrida pelo árbitro de futebol durante a partida. *Revista Brasileira de Fisiología do Ejercicio*, 2, 160-71.
- Ruiz Caballero, J. A., Brito Ojeda, E., García-Aranda, J. M., Mallo, J., Helsen, W., Sarmiento, S. y García-Manso, J. M. (2011). Physiological Profile of National-Level Spanish Soccer Referees. *International SportMed Journal*, 51(4), 633-8.
- Ruiz, J., Navarro, M., Brito, E., García-Aranda, J., Betancor, J. A., Y Hernández, E. (2010). Árbitro de fútbol. Arbitraje y juicio deportivo. *Madrid España. Editorial: Dykinson*.
- Sánchez-García, M., Sánchez-Sánchez, J., Rodríguez-Fernández, A., Solano, D., & Castillo, D. (2018). Relationships between sprint ability and endurance capacity in soccer referees. *Sports*, 6(2), 28.
- Santos Cerqueira M., Da Silva, A.I. y Bouzas Marins J.C. (2011). Analysis of the FIFA's Model of Physical Evaluation Applied to the Soccer Referees. *Revista Brasileira de Medicina do Esporto*, 6(17), 421-426.
- Schenk, K., Bizzini, M., & Gatterer, H. (2018). Exercise physiology and nutritional perspectives of elite soccer refereeing. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 28(3), 782-793.
- Schnyder, U., y Hossner, E.-J. (2016). Psychological issues in football officiating: An interview study with top-level referees. *Current Issues in Sport Science*, 1, 1-14.
- Shapiro, S.S. y Wilk M.B., (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52, 591-611.
- Shapiro, S.S. y Wilk, M.B. (1968). Approximations for the null distribution of the W statistic. *Technometrics*, 10, 861-866.

- Slack, L. A., Maynard, I. W., Butt, J., y Olusoga, P. (2013). Factors Underpinning Football Officiating Excellence: Perceptions of English Premier League Referees. *Journal of Applied Sport Psychology*, 25(3), 298–315.
- Soriano, G., Laloux, Y. R., Torregrosa, M., & Feliu, J. C. (2018). Fuentes de estrés dentro y fuera del partido en árbitros de fútbol. *Apunts: Educación física y deportes*, (132), 22-31.
- Stake, R.E. (1998). *Investigar con estudios de caso*. Madrid: Morata.
- Suzuki, S., Sato, T., Maeda, A. y Takahashi, Y. (2006). Program design based on a mathematical model using rating of perceived exertion for an elite Japanese sprinter: a case study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1), 36-42.
- Taylor, K., Chapman, D.W., Cronin, J.B., Newton, M.J. y Gill, N. (2012). Fatigue monitoring in high performance sport: A survey of current trends. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 20, 12-23.
- Tenreiro-Gavela, F., Montero, A. y Saavedra, M. (2020). Análisis cinemático, fisiológico y de toma de decisión en el arbitraje profesional español: un estudio de caso. Artículo entregado para publicación.
- Tessitore, A., Cortis, C., Meeusen, R. y Capranica, L. (2007). Power performance of soccer referees before, during, and after official matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1183-1187.
- Thomas, J. R. y Nelson, J. K. (2001). *Research methods in physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Victoria, R. B., y Navarro, F. (2009). Analysis of arbitrary speed in Brazilian football/Análise da velocidade em árbitros Brasileiros de futebol. *Revista Brasileira de Futsal e Futebol*, 1(2), 111-119.
- Weston, M. (2015). Match performances of soccer referees: the role of sports science. *Movement and Sport Sciences*, 117(87), 113-117.

- Weston, M., Bird, S., Helsen, W., Nevill, A. y Castagna, C. (2006). The effect of match standard and referee experience on the objective and subjective match workload of English Premier League referees. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9, 256-262.
- Weston, M., Castagna, C., Helsen, W., y Impellizzeri, F. (2009). Relationships among field-test measures and physical match performance in elite-standard soccer referees. *Journal of Sports Sciences*, 27(11), 1177-1184.
- Weston, M., Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Bizzini, M., Williams, A. M. y Gregson, W. (2012). Science and medicine applied to soccer refereeing: An update. *Sports Medicine*, 42(7), 615-631.
- Weston, M., Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E. y Abt, G. (2007). Analysis of physical match performance in English Premier League soccer referees with particular reference to first half and player work rates. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(6), 390-397.
- Weston, M., Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E. y 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.
- Weston, M., Drust, B. y Gregson, W. (2011). Intensities of exercise during match-play in FA Premier League referees and players. *Journal of Sports Sciences*, 29(5), 527-532.
- Weston, M., Drust, B., Atkinson, G. y Gregson, W. (2011). Variability of Soccer Referees' Match Performances. *International Journal of Sports Medicine*, 32(3), 190-194.
- Weston, M., Gregson, W., Castagna, C., Breivik, S., Impellizzeri, F. M. y Lovell, R. J. (2011). Changes in a top-level soccer referee's training, match activities, and physiology over an 8-year period: a case study. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(2), 281-286.

Wilcoxon, F. (1945). Individual Comparisons by Ranking Methods. *Biometrics*, *1*, 80-83.

Yin, R. (1993). *Applications of case study research*. Newbury Park: Sage.

