

PROGRAMA DE DOCTORADO

Actividad Física y Deporte

TESIS DOCTORAL

Análisis de las respuestas físicas y fisiológicas en árbitros de
fútbol durante la competición

DOCTORANDO

EÑAUT OZAETA BEASKOETXEA

DIRECTORES

Dr. Javier Yanci Irigoyen

Dr. Daniel Castillo Alvira

DEPARTAMENTO

Educación Física y Deportiva

A los de casa, a mi familia, a mis amigos y a todas las personas que

a mi lado han dado un paso en el camino de la vida.

Gracias por ayudarme a ser quien soy y hacer esto posible.

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis doctoral no podría haberse realizado sin el apoyo de un sin fin de personas que en diferentes momentos de mi trayectoria vital han aportado lo que en ese momento necesitaba para que hoy esté aquí escribiendo estas palabras. De este modo, quisiera agradecer a todos los docentes de la que fuera la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), la actual Facultad de Educación y Deporte, y en especial a los que me impartieron clase, por volcar todo su conocimiento en sus clases. Sin ese esfuerzo titánico y constante hoy no tendría los conocimientos para haber redactado esta tesis doctoral. A Txus por enseñarme a sacarme las castañas del fuego durante el trabajo de fin de grado, a Asier Zubillaga por demostrarme que la estadística va más allá de los goles y las canastas y a Julen por ayudar en mi formación doctoral. Por supuesto, como no agradecerles a mis compañeros de Grado y Máster todo lo vivido juntos desde las clases de lunes a primera hora hasta las prácticas que se nos fueron de las manos. Pero sobre todo a Mikel, porque crecimos juntos e hicimos juntos la carrera, tú fuiste mi amigo y mi guía y a Marcos por nuestros grandes momentos en el “ciberivef” cuando necesitaba despejarme.

A mis compañeros de fútbol, en especial a los que hoy por hoy os considero mis amigos: Juanpa, Javi, Ferri, Lorente y Aritz, sin vosotros el fútbol no sería lo mismo para mí. También, agradecer a los que fueron mis entrenadores por confiar en mí y hacerme entender que el fútbol es un deporte con el que se puede disfrutar sea cual sea la categoría en la que se juega. Al “Primele” por facilitarme el acceso al equipo, Acero Club de Olabeaga, y por extensión a Irusta y todos los jugadores del Acero por permitirme tomar datos para mi TFG que a la postre fue la experiencia vital que hizo que quisiera seguir investigando.

Quiero dar las gracias al Comité Vizcaíno de Árbitros de Fútbol, desde el presidente Jon hasta Natalia y Aritz que estáis trabajando sin descanso para que los partidos salgan adelante. Pero sobre todo agradecerlos el haberme facilitado el trabajo y haber dejado en mis manos vuestro más preciado recurso: los árbitros. Agradecer a todos los árbitros y asistentes que han participado en esta investigación y a los que no han participado, pero han mostrado predisposición a ello. Vosotros sois la razón de ser de esta tesis doctoral. También quisiera hacer una mención especial a alguien que, aunque ya no pertenezca a

este Comité, hizo que entendiera lo que es ser árbitro. Imanol tu más que nadie, hiciste que amara y siga amando ser árbitro.

Gracias a mi familia por vuestro apoyo incondicional, a aita, ama y Garoa por entender que llegara tarde a cenar tantas veces y por tantas horas encerrado en mi habitación sin que supierais de mí, pero sobre todo, por cuidar de mí todos y cada uno de los días de mi vida, a vosotros os quiero más que a nada en el mundo. Gracias a Naiara, gracias por jugar conmigo cuando era un niño rodeado de adultos y a Oiane gracias por enseñarme la belleza de los detalles. Jon Joseba, te doy un gracias por cada uno de los chistes que me has contado y que me hacen reír a carcajadas e Irune por hacerme reír cada vez que nos vemos. A Josemi por inculcarme la afición al ciclismo y llevarme a ver mi primera carrera desde un coche de equipo. A los que no estáis, amama, aitite, Igone y Bego, gracias por ser mis guías desde ahí arriba, vuestro recuerdo me hace pelear cada uno de mis sueños.

A mis amigos, en especial a mi cuadrilla. Aritz, Arroyo, Ferri, “Futxin”, “Gemes” Javi, Juanpa, Lorente, Peio y Soto. Aunque ya quedan lejos las juergas, pachangas y nuestras viciadas sois las personas con las que disfruto de la vida, vosotros sois mis amigos y siempre lo seréis. A Irati, por ser un ejemplo de superación, y por enseñarme que por más que se pierda en esta vida, siempre hay un motivo para seguir adelante.

Gracias a ti, Naia, por ser mi compañera de viaje en el trayecto más importante, la vida. Gracias por apoyarme, por animarme, por quererme y por darme espacio cuando lo he necesitado.

A mis directores de tesis doctoral. A Javier Yanci Irigoyen por dejarme conocerle durante el Máster y por su organización, flexibilidad y ganas de hacer las cosas mejor, pero, sobre todo, por “engancharme” al mundo de la investigación. A Daniel Castillo Alvira porque su debut como director de tesis no podría ser mejor. Gracias por el esfuerzo incansable y por darme las indicaciones necesarias para poder realizar esta tesis doctoral.

*“Nada en este mundo vale la pena tener o hacer a menos que signifique
esfuerzo, dolor, dificultad”*

(Theodore Roosevelt)

DECLARACIÓN

Yo, Eñaut Ozaeta Beaskoetxea soy el autor de esta tesis doctoral, con la ayuda y dirección de mis directores, el Dr. Javier Yanci Irigoyen y el Dr. Daniel Castillo Alvira. He participado exhaustivamente desde el diseño de la investigación hasta la redacción del documento final. He encarado todos los pasos del plan de investigación de forma minuciosa y ordenada. Para ello, y como parte del plan de investigación, he asistido a 23 partidos de fútbol oficiales de la categoría División de Honor de Bizkaia durante la temporada 2019-2020, donde he recogido todos los datos de forma sistemática, exhaustiva y profesional. El material para realizar la toma de datos, propiedad del Departamento de Educación Física y Deportiva y de la Facultad de Educación y Deporte de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), ha sido solicitado por mi persona, encontrándose entre los materiales utilizados el novedoso dispositivo Stryd Power Meter (Stryd, Inc., Boulder, Colorado, USA), para cuyo uso tuve que instruirme de forma autónoma. Este proyecto, siendo una investigación llevada a cabo con personas, ha requerido de la aprobación del Comité de Ética para las Investigaciones relacionadas con Seres Humanos (CEISH) de la UPV/EHU, siendo partícipe en el cumplimiento de todos los documentos necesarios para la aprobación final. La acumulación de partidos e imprevistos sucedidos durante estos ha requerido de una gran capacidad de organización y respuesta ante situaciones imprevistas, pues la competición no ha cesado y los datos de cada partido han sido tratados previos al siguiente encuentro.

Previo a la toma de datos durante la competición oficial, he realizado una búsqueda sistemática de los artículos publicados en revistas indexadas en el *Journal Citation Report* (JCR), *Social Sciences Citation Index* (SSCI) y *Scopus*, en los cuales se analizaban las respuestas físicas y fisiológicas que demanda el arbitraje a los árbitros y asistentes de fútbol. Esta revisión de la literatura me ha permitido conocer las principales líneas de investigación sobre el arbitraje, así como plantearme los objetivos de la tesis doctoral. Además, esta exhaustiva revisión de la literatura ha sido esencial para ordenar y organizar los resultados obtenidos en otras investigaciones, los cuales han sido contrastados con los resultados obtenidos en esta tesis doctoral. De este modo, se ha ido redactando cada una de las publicaciones que conforman el presente documento (tesis doctoral por compendio de publicaciones).

Para el buen hacer y éxito de este proyecto he contado con la inestimable ayuda de mis directores de tesis, sin los cuales este proyecto no podría haber salido adelante. A ellos les debo mi formación durante este periodo, gracias al cual he aprendido a realizar el diseño de los estudios, tomar los datos de manera autónoma, redactar las distintas secciones que forman un artículo científico, elaborar el documento final para enviarlo al proceso de revisión de las revistas científicas y, finalmente, redactar el documento de esta tesis doctoral. Gracias a ellos he podido colaborar con diferentes investigadores de reconocido prestigio a nivel internacional y con otros investigadores de la UPV/EHU, que han aportado su experiencia y conocimiento en materias asociadas a la temática de la tesis mediante la cual se ha mejorado la calidad de los trabajos publicados. La presente tesis doctoral, así como los artículos publicados que la conforman, no presentan ningún conflicto de interés por parte de sus autores.

ABREVIATURAS

Castellano

AA = árbitros asistentes.
AA3 = árbitros asistentes de tercera división.
AApref = árbitros asistentes de preferente.
AC = árbitros de campo.
AC3 = árbitros de campo de tercera división.
BFF-FVF = Federación Vizcaína de Fútbol.
CAV = Comunidad Autónoma Vasca.
CEISH = Comité de Ética para las Investigaciones relacionadas con Seres Humanos.
CODA = capacidad de realizar cambios de dirección.
CTA = Comité Técnico de Árbitros.
CVA = Comité Vasco de Árbitros
CVAF = Comité Vizcaíno de Árbitros de Fútbol.
dRPE = esfuerzo percibido diferenciado.
dRPE CP = carga de partido percibida diferenciada.
EFF-FVF = Federación Vasca de Fútbol.
FA = Football Association.
FC = frecuencia cardíaca.
FC_{max} = frecuencia cardíaca máxima.
FC_{med} = frecuencia cardíaca media.
FC_{min} = frecuencia cardíaca mínima.
FC_{pico} = frecuencia cardíaca pico.
FIFA = Federación Internacional de Fútbol Asociado.

GCT_{med} = tiempo medio en contacto con el suelo.
GPS = sistemas de posicionamiento global.
IFAB = junta internacional de futbol asociado.
IH = índice de Hooper.
IMC = índice de masa corporal.
Osc_{med} = oscilación vertical media.
Pot_{med} = potencia media.
RFEF = Real Federación Española de Fútbol.
RPE = percepción subjetiva del esfuerzo.
RPE_{mus} = esfuerzo percibido muscular.
RPE_{mus} CP = carga de partido muscular percibida.
RPE_{res} = esfuerzo percibido respiratorio.
RPE_{res} CP = carga de partido respiratoria percibida.
Stiff_{med} = stiffness medio.
TRIMP_{EDW} = impulso de entrenamiento basado en la frecuencia cardíaca de Edwards.
TRIMP_{STA} = impulso de entrenamiento basado en la frecuencia cardíaca de Stagno.
UPV/EHU = Universidad del País Vasco.
UWB = dispositivos de banda ultra-ancha.
VAR = asistencia al árbitro por vídeo.
Vel_{med} = velocidad media.
VO₂ = consumo de oxígeno.
VO_{2max} = consumo máximo de oxígeno.

Inglés

AR = assistant referees.

Cadence_{mean} = mean cadence.

CL = confidence limits.

dRPE = differential perceived exertion.

ES = effect size.

FR = field referees.

GCT_{mean} = mean ground contact time.

GPS = global positioning system.

HR = heart rate.

HR_{max} = maximum heart rate.

HR_{mean} = mean heart rate.

ML = match load.

Power_{mean} = mean power.

RPE_{mus} = rating of perceived muscular exertion.

RPE_{res} = rating of perceived respiratory exertion.

SD = standard deviation.

Speed_{mean} = mean speed.

Stiffness_{mean} = mean stiffness.

TD = total distance.

TL = training load.

TRIMP_{EDW} = Edwards' heart rate derived training impulse.

UPV/EHU = University of the Basque Country.

Vertical Oscillation_{mean} = mean vertical oscillation.

ÍNDICE

ÍNDICE

1. SECCIÓN.....	17
1.1 INTRODUCCIÓN	19
1.2. MARCO TEÓRICO.....	23
1.2.1. <i>El fútbol</i>	23
1.2.1.1. El juego	23
1.2.1.2. La producción científica en el fútbol.....	23
1.2.1.3. El fenómeno del fútbol.....	24
1.2.1.4. Las respuestas condicionales del fútbol	25
1.2.2. <i>Contexto histórico del arbitraje en el fútbol</i>	25
1.2.2.1 Origen y evolución del arbitraje.....	25
1.2.2.2. El arbitraje hoy en día	27
1.2.3. <i>Organización institucional del arbitraje en el fútbol</i>	27
1.2.4. <i>La toma de decisiones en los árbitros</i>	30
1.2.5. <i>La condición física en el arbitraje de fútbol</i>	32
1.2.6. <i>Respuestas físicas y fisiológicas de los partidos</i>	36
1.2.7. <i>Bienestar inicial en el arbitraje de fútbol</i>	42
1.2.8. <i>Factores contextuales</i>	44
1.3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	47
1.3.1. <i>Objetivos e hipótesis del artículo 1: Esfuerzo percibido diferenciado en árbitros y asistentes de fútbol de tercera división durante partidos oficiales</i>	47
1.3.2. <i>Objetivos e hipótesis del artículo 2: Associations between well-being state and match external and internal load in amateur referees</i>	49
1.3.3. <i>Objetivos e hipótesis del artículo 3: Match physical and physiological response of amateur soccer referees: a comparison between halves and match periods</i>	51
1.4. RESUMEN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
1.4.1 <i>Primera investigación: Esfuerzo percibido diferenciado en árbitros y asistentes de fútbol de tercera división durante partidos oficiales</i>	53
1.4.1.1. Resumen de los principales resultados de la primera investigación	53
1.4.1.2. Resumen de la discusión de la primera investigación	54
1.4.2. <i>Segunda investigación: Associations between well-being state and match external and internal load in amateur referees</i>	57
1.4.2.1. Resumen de los principales resultados de la segunda investigación.....	57
1.4.2.2. Resumen de la discusión de la segunda investigación.....	58
1.4.3. <i>Tercera investigación: Match physical and physiological response of amateur soccer referees: a comparison between halves and match periods</i>	61
1.4.3.1. Resumen de los principales resultados de la tercera investigación.....	61
1.4.3.2. Resumen de la discusión de la tercera investigación.....	63

1.5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
2. SECCIÓN	83
2.1. CONCLUSIONES	85
2.2. APLICACIONES PRÁCTICAS	87
2.3. LIMITACIONES	89
2.4. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	91
3. SECCIÓN.....	93
3.1. ANEXOS	95
3.1.1. <i>Artículos incluidos en la tesis doctoral</i>	95
3.1.1.1. Primer artículo.....	95
3.1.1.2. Segundo artículo	111
3.1.1.3. Tercer artículo	121
3.1.2. <i>Estudio complementario</i>	135
3.1.3. <i>Informe del Comité de Ética</i>	165

1. SECCIÓN

"Haz que suceda"

(Denis Diderot)

1.1 INTRODUCCIÓN

Las respuestas físicas y fisiológicas que exhiben los árbitros de fútbol ha sido ampliamente investigada por diferentes autores, pero la gran mayoría de los estudios se han centrado en los árbitros de élite (Castagna & Abt, 2003; Catterall et al., 1993; D'Ottavio & Castagna, 2001a; Krustup et al., 2002; Weston, Gregson, et al., 2011). Estos autores han mostrado que arbitrar en competiciones nacionales e internacionales de alto nivel es una actividad exigente desde un enfoque condicional y psicológico. Además, durante la última década también se ha investigado acerca de las exigencias de los partidos oficiales a nivel amateur, mostrando también que arbitrar es una actividad exigente desde los puntos de vista físico y fisiológico (Castillo, Camara, & Yanci, 2016; Castillo, Weston, et al., 2017).

Por otro lado, tener conocimiento de las demandas físicas a las que están expuestos las árbitras y los árbitros es de gran relevancia para periodizar las cargas de entrenamiento y prescribir estrategias de recuperación, con el fin principal de poder optimizar el rendimiento físico de este colectivo y de disminuir el riesgo de lesión (Mujika, 2013). De esta manera, autores que han investigado la carga de partido en el arbitraje, han utilizado variables como la distancia total recorrida, la distancia recorrida a diferentes intensidades, las aceleraciones y desaceleraciones, la carga de partido, etc., las cuales fueron registradas mediante sistemas de video tracking o GPS (Barbero-Álvarez et al., 2012; Castillo, Weston, et al., 2017; Costa et al., 2013; D'Ottavio & Castagna, 2001b). Sin embargo, ningún estudio previo a esta tesis doctoral ha cuantificado las respuestas físicas de los árbitros de fútbol utilizando otro tipo de dispositivo que haya sido validado y que permita registrarlas variables de potencia, oscilación vertical, tiempo de contacto con el suelo y/o el stiffness durante el desarrollo de los partidos oficiales. Teniendo en cuenta que las árbitras y los árbitros amateur offician partidos prácticamente cada semana en las categorías sénior, amateur y niveles competitivos inferiores (Ardigò, 2010) y, que por tanto, son la mayoría de la población del universo arbitral podría ser interesante analizar las respuestas físicas de partido en el arbitraje amateur con estas variables.

Al margen de la necesidad que existe por investigar la carga de partido en el arbitraje amateur y el alcance que tendría al beneficiar a la gran mayoría de este colectivo, existe una motivación personal para la realización de la presente tesis doctoral. Me he dedicado al

arbitraje desde el año 2007, por lo que este año cumplo la decimoquinta temporada en activo. Empecé arbitrando partidos de categoría infantil cuando tan solo tenía 15 años por lo que era poco mayor que los jugadores que arbitraba y al año siguiente ya arbitraba en las categorías de cadetes y juveniles. De ahí pasé a la Territorial Vizcaína donde, con el paso del tiempo, he ascendido hasta su máxima categoría. Por otro lado, durante estos 15 años, el arbitraje me ha dado grandes momentos y grandes amigos por lo que me siento en deuda con él y por ello quiero devolver algo a este mundo que tanto me ha dado.

Esta tesis doctoral se presenta en formato de compendio de publicaciones atendiendo a la normativa de presentación de tesis doctorales en este formato de la UPV/EHU (Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea [UPV/EHU], 2022) y que consta de tres artículos. Todos los artículos versan sobre la carga de partido de los árbitros de fútbol amateur. El primero de ellos analiza la carga percibida de partido a nivel muscular y respiratorio. El segundo artículo describe el bienestar inicial y las diferencias en las respuestas físicas y fisiológicas entre los AC y los AA. El tercer artículo analiza la evolución de la carga de partido durante el desarrollo del mismo. Las revistas en las que los artículos están publicados y/o aceptados y su factor de impacto están descritas en la tabla 1.

Tabla 1. Artículos que componen la tesis doctoral.

Título	Revista	Abreviatura	ISSN	País	Categoría	Métrica FI	FI año de publicación	Cuartil año publicación	Estado del artículo
Esfuerzo percibido diferenciado en árbitros y asistentes de fútbol de tercera división durante partidos oficiales.	Revista Española de Educación Física y Deportes	REEFD	1133-6366	España	Psicología y educación: Educación física. Deportes	Dialnet Métricas	0.786	2	Publicado
Associations between well-being state and match external and internal load in amateur referees.	International Journal of Environmental Research and Public Health	IJERPH	1660-4601	Suiza	Salud pública, ambiental y ocupacional	JCR	3.390	1	Publicado
Match physical and physiological response of amateur soccer referees: a comparison between halves and match periods.	International Journal of Environmental Research and Public Health	IJERPH	1660-4601	Suiza	Salud pública, ambiental y ocupacional	JCR	3.390	1	Publicado

ISSN: international standard serial number; FI: factor de impacto; JCR: Journal Citation Report; SJR: Scimago Journal and Country Rank.

Tal como dicta la normativa de la UPV/EHU (UPV/EHU, 2022) para optar a la presentación de una tesis doctoral en la modalidad de compendio de publicaciones es necesario tener publicados o aceptados al menos tres contribuciones, estando esta tesis doctoral compuesta por **tres** artículos (tres publicados), satisfaciendo de esta forma dicho requisito. Dos de los artículos que componen esta tesis doctoral están publicados en una revista del primer cuartil del listado elaborado por el Journal Citation Reports, por lo que la condición de que al menos una de las contribuciones debe estar publicada en el primer o segundo cuartil de su categoría se cumple y se supera. Como todos los artículos que componen esta tesis doctoral tienen varios autores, la normativa establece que el doctorando debe aparecer como primer o segundo autor y que dichos artículos no pueden ser parte de otra tesis doctoral. En este caso el doctorando ha sido el primer autor en las tres publicaciones y los artículos no han sido ni serán parte de ninguna otra tesis doctoral. Por último, en todas las publicaciones se ha incluido la afiliación a la UPV/EHU del doctorando por lo que con esto se dan por cumplidos todos los requisitos impuestos por la UPV/EHU para la presentación de esta tesis doctoral.

De acuerdo con la normativa vigente (UPV/EHU, 2022), esta tesis doctoral está dividida en tres secciones. La primera sección está compuesta por la introducción, donde se realiza una presentación de la tesis y se justifica la temática; el marco teórico, en el que se describe el tema de la tesis y las herramientas metodológicas utilizadas; las hipótesis y objetivos, en el que se plantean las hipótesis y objetivos generales y específicos de cada uno de los artículos que componen esta tesis doctoral; los resultados y discusión, donde se resumen los resultados obtenidos en la investigación y la discusión de estos resultados; y las referencias bibliográficas, donde están listadas todas las referencias de la sección uno. La sección dos está compuesta por las conclusiones, aquí se redactan las conclusiones extraídas del análisis de los resultados obtenidos en esta tesis doctoral; las aplicaciones prácticas, en el que se muestran las aplicaciones reales que pueda tener esta tesis doctoral; las limitaciones, donde se listan las principales limitaciones que tiene esta tesis doctoral; y las futuras líneas de investigación, es aquí donde se plantean futuros temas que habría que investigar o herramientas que se podrían utilizar derivados de esta tesis doctoral. Finalmente, la tercera sección está compuesta por los anexos de esta tesis doctoral donde se encuentran los artículos que componen esta tesis doctoral, un trabajo complementario y el informe favorable del CEISH para la investigación en seres humanos.

1.2. MARCO TEÓRICO

1.2.1. El fútbol

1.2.1.1. El juego

El juego del fútbol es regulado por el reglamento de la IFAB que está compuesto por 17 reglas (IFAB, 2021), y es uno de los parámetros configuradores que junto a la técnica, el espacio motor de juego y su uso, el tiempo motor de juego y su empleo, la comunicación motriz y la estrategia motriz deportiva conformarían un deporte (Hernández Moreno, 2006). El fútbol es un deporte sociomotor caracterizado por ser un duelo colectivo donde dos equipos compuestos por 11 jugadores tienen intereses contrarios por los que se enfrentan entre sí (Parlebas, 2008). Se juega en un espacio codificado y constante (sin incertidumbre) en la que se mezclan la interacción que une a los compañeros con la interacción que separa a los adversarios (Parlebas, 2008).

1.2.1.2. La producción científica en el fútbol

Una búsqueda realizada en *Pubmed* a fecha de 15 de abril de 2022 reporta un total de 24.924 resultados para los términos “football” or “soccer” en las últimas dos décadas. Si realizamos esa misma búsqueda en la base de datos de *SCOPUS* encontramos un total de 56.289 resultados. Finalmente aplicando los mismos criterios de búsqueda encontramos que en la base de datos *Sportdiscus* hay 40.320 aportaciones científicas. La cantidad de resultados hallados evidencia lo que Tapia Flores & Hernández-Mendo (2010) mencionaban, que es la gran importancia que tiene el fútbol en el ámbito de la producción científica siendo uno de los temas y/o deportes más prolíficos de la literatura científica. En cambio, si realizamos una búsqueda en esas mismas bases de datos utilizando los términos “football” and “referee” or “soccer” and “referee” encontramos que en la base de datos *Pubmed* solo existen 267 entradas. Realizando esa misma búsqueda en *SCOPUS* encontramos un total de 658 textos científicos. Finalmente introduciendo esos términos en la base de datos *Sportdiscus* la cantidad de entradas existentes es de 783. Comparando esta producción científica sobre el fútbol y haciendo una búsqueda en *Pubmed* de otras modalidades como el baloncesto podemos ver que la búsqueda de la palabra “basketball” muestra 5.358 resultados mientras que los términos “basketball” and “referee” registran 42 resultados. Por otro lado, la palabra “tennis” arroja 9.622 resultados y los términos “tennis” and “referee” muestran solo 4 textos científicos.

1.2.1.3. El fenómeno del fútbol

El fútbol es el deporte más practicado del planeta ya sea por la cantidad de personas que juegan al fútbol o por la cantidad de jugadores inscritos en competiciones oficiales. De acuerdo con la FIFA hay cerca de 265 millones de personas que juegan al fútbol alrededor del mundo y más de 270 millones de personas participan activamente en tareas relacionadas con este deporte, tales como árbitros, asistentes, directivas, *sponsors*, etc., por lo que cerca del 4% de la población mundial está relacionada con el fútbol. De los 265 millones de personas que juegan al fútbol, 238,6 millones son hombres y 26 millones son mujeres, si bien son 34,2 millones de jugadores y 4,1 millones de jugadoras los registrados en alguna de las federaciones auspiciadas por la FIFA (Fédération Internationale de Football Association [FIFA], 2007). Pero no todas las personas relacionadas con el fútbol son jugadores o jugadoras. De las más de 5 millones de personas que participan activamente en el fútbol y no se dedican a jugar, 4,2 millones son personas con cargos oficiales en algún equipo y 840.000 son árbitros o árbitras de fútbol (FIFA, 2007). En total la FIFA estima que existen 1,75 millones de clubes en el mundo, siendo 301.000 de ellos clubes oficiales adscritos a la FIFA o una de sus confederaciones (FIFA, 2007). En el caso de España se estima que hay 2.834.000 de futbolistas, de los cuales 653.000 están inscritos en la RFEF divididos en 629.000 hombres y 24.000 mujeres (FIFA, 2007).

Hoy en día el fútbol está presente en todos los aspectos de la vida desde el ámbito social al político pasando por el ocio o la economía. El fútbol ha dejado de ser un juego para pasar a ser un reflejo de nuestra sociedad del que los personajes mercantiles, políticos o sociales han conseguido sacar beneficio (Castellano, 2000). A esta transformación del deporte en fenómeno social también hace mención Alcaide (2009), describiendo el fútbol como el fenómeno de los fenómenos, ya que el fútbol es un fenómeno en varios ámbitos de nuestra sociedad. El fútbol es un fenómeno político en el que las victorias de una selección pueden ser tergiversadas por los políticos como sus propias victorias políticas. El fútbol es también un fenómeno social en el que, en última instancia, es para algunos una religión en la que los estadios son los templos; los jugadores, los dioses; y la afición, los fieles. El fútbol es también un fenómeno económico siendo el decimonoveno país más rico del mundo si este deporte fuera un estado más (Alcaide, 2009). Pero el fenómeno del fútbol no solo afecta a los jugadores. La importancia del fútbol en la sociedad es tal que los periodistas critican las

actuaciones de los árbitros desde el pasado siglo (Webb, 2016) sometiéndoles a una gran presión por rendir bien, lo que hace que tengan mayores niveles de ansiedad que los árbitros de categorías inferiores (Johansen & Haugen, 2013).

1.2.1.4. *Las respuestas condicionales del fútbol*

Desde un punto de vista condicional, el fútbol es un deporte altamente exigente que se caracteriza por la combinación de acciones de alta y baja intensidad con un carácter intermitente. Atendiendo a las variables de respuesta física los jugadores de élite recorren de media un total de 10.943 ± 935 m durante un partido, siendo el mínimo 7.264 m y el máximo 13.516 m (Lago-Peñas et al., 2009). En los jugadores de élite la mayor parte de la distancia recorrida (7.028 m) se realiza a baja intensidad ($< 11 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$) por el contrario a alta intensidad los jugadores cubren menos distancia recorriendo 307 m a velocidades entre 21 y $24 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ y 252 m a velocidades superiores a $24 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ (Andrzejewski et al., 2019). Además, el nivel de los futbolistas está relacionado con la carga de partido siendo los jugadores que juegan en la élite los que recorren más distancia (10.860 ± 180 m) respecto a los de categoría amateur (10.330 ± 260 m) (Mohr et al., 2003). Las respuestas fisiológicas de los futbolistas de élite también ha sido investigada siendo la FC_{med} de los futbolistas durante un partido el 85% de su FC_{max} (Bangsbo et al., 2007). También se ha analizado la carga de partido percibida en futbolistas mostrando que los jugadores profesionales tienen una $RPE_{\text{mus CP}}$ de 590 ± 189 UA y una $RPE_{\text{res CP}}$ de 554 ± 170 UA (Los Arcos et al., 2017).

1.2.2. Contexto histórico del arbitraje en el fútbol

1.2.2.1 *Origen y evolución del arbitraje*

El artículo 5 de las actuales reglas del juego del fútbol define literalmente: “*El árbitro es la persona encargada de dirigir el partido y que posee plena autoridad para hacer cumplir las Reglas de Juego en dicho encuentro*” (IFAB, 2021). La figura del árbitro, tal y como se conoce en la actualidad, no nace con el fútbol, pues en los inicios eran los propios capitanes quienes dirigían los partidos. Más tarde, los capitanes delegaron esa función en unos asistentes que ellos mismo elegían, por lo que en ocasiones los asistentes no llegaban a un acuerdo. Es por eso que en la primera edición de la FA Cup en 1872 se cambió la forma de arbitrar introduciendo dos árbitros neutrales que se situaban en una mitad del terreno de juego cada uno para dirigir el encuentro dentro de su mitad del campo, mientras el árbitro principal se situaba en la grada para corregir los errores que cometían los árbitros que estaban en el

terreno de juego. Este modelo se fue asentando y en 1877 la FA redactó un código que establecía que los partidos eran dirigidos por dos árbitros situados en el terreno de juego y controlados por un árbitro situado fuera del terreno de juego (Tenèze et al., 2015). Ante la creciente popularidad del fútbol la práctica del deporte se extendió y dejó de ser un deporte de aristócratas por lo que la violencia fue en aumento en el terreno de juego y así en 1889 el árbitro estaba autorizado para advertir a los jugadores e incluso expulsarlos sin previo aviso. En 1891 la FA decidió que el árbitro principal debía entrar en el terreno de juego y dirigirlo desde dentro para controlar la violencia empleada por los jugadores durante el desarrollo del juego (Tenèze et al., 2015). En cambio, los árbitros encargados de dirigir el juego desde dentro del terreno pasaron a convertirse en jueces de línea (linieres) desarrollando su función a lo largo de la línea de banda de cada medio campo. Ésta fue la primera vez que se regló la disposición del trío arbitral que se ha mantenido hasta la actualidad, si bien estos no tenían aún la autoridad que tienen los árbitros de hoy en día, por lo que todavía estaba permitido que los capitanes discutiesen las decisiones con el árbitro (Tenèze et al., 2015).

En 1897 los árbitros obtuvieron más autoridad y sus decisiones se ampliaron a las situaciones donde el balón no estaba en juego y así en 1903 el árbitro consiguió la potestad de suspender temporalmente o definitivamente el encuentro. Los asistentes venían de ser designados por los equipos por lo que en 1902 el IFAB decidió que si uno de los linieres no cumplía debidamente sus obligaciones el árbitro podía expulsarlo y sustituirlo por un suplente. En los Juegos Olímpicos de 1968 disputados en México y en la Copa del Mundo de 1970 desarrollada en México se empezaron a utilizar las tarjetas amarillas y rojas con la intención de señalar las advertencias y expulsiones (Eisenberg et al., 2004). En 1974 las señales que hacían los árbitros para amonestarlas diferentes acciones se estandarizaron y se convirtieron en universales, por lo que el árbitro se convirtió en una figura despótica que evitaba los debates que fueron la forma de dirigir los encuentros desde los inicios. En 1991 con intención de agilizar el juego ya que la Copa del Mundo de 1990 fue el torneo con menos goles de la historia, se introdujo el cuarto árbitro para que se encargase de las tareas administrativas como apuntar los jugadores amonestados y expulsados; las sustituciones y para que ejerciera el control sobre los banquillos. Para evitar los goles fantasmas, en la Europa League de la temporada 2009-2010 se introdujeron por primera vez los árbitros asistentes adicionales para ayudar al árbitro en las jugadas más determinantes que se daban en las áreas penales. Recientemente, en las reglas del juego de la temporada 2018-2019 la IFAB aprobó utilizar el

asistente de video (VAR) para revisar las decisiones tomadas sobre los tiros penales, expulsiones, fuera de juego y goles marcados (Spitz et al., 2020).

1.2.2.2. *El arbitraje hoy en día*

El arbitraje hoy en día es crucial en el desarrollo de un partido de fútbol (Casajús et al., 2016; Slack et al., 2013), dado que las personas de este colectivo tienen que tomar decisiones difíciles en una fracción de segundo que pueden determinar el resultado del partido (Groot, 2005). Por ello, en los últimos años la literatura científica ha estudiado en profundidad a este colectivo. Por un lado, se ha analizado el aspecto físico, pues las árbitras y árbitros se han visto obligados a mejorar su condición física ya que para seguir los encuentros de cerca tienen que recorrer distancias mayores que los propios futbolistas (Helsen & Bultynck, 2004). Por otro lado, se ha estudiado el aspecto psicológico, ya que desde que el fútbol ha pasado a ser un fenómeno mundial la presión psicológica que soportan los jugadores también ha pasado a ser soportada por la comunidad arbitral (Samuel et al., 2015). Según Mascarenhas et al. (2006) hay cinco elementos claves en el rendimiento arbitral durante un partido de fútbol en la actualidad: 1) juzgar el fuera de juego; 2) juzgar las faltas y la conducta incorrecta; 3) procedimientos para controlar el juego; 4) gestión del juego y el estilo de arbitraje; 5) entrenar las habilidades complejas de alto rendimiento. Es decir, el arbitraje no solo consiste en aprenderse las reglas del juego sino que implica el dominio de otros factores para tener un óptimo rendimiento (Mascarenhas et al., 2006). Debido a todo esto las y los árbitros son considerados deportistas por derecho propio (Philippe et al., 2009).

1.2.3. **Organización institucional del arbitraje en el fútbol**

Dado que la figura arbitral es esencial para que se puedan disputar los partidos de fútbol, el colectivo arbitral tiene que estar estructurado y organizado de manera horizontal y vertical, con el fin de dar cobertura a todos los partidos tanto de ámbito internacional, nacional y/o regional. De esta manera, el fútbol está organizado a nivel mundial por la FIFA y es que *la FIFA existe para gobernar el fútbol y desarrollar el juego en todo el mundo* (FIFA, 2021c). Dentro de esta organización hay diferentes comisiones permanentes entre las cuales se encuentra la Comisión de Árbitros (Estatutos de La FIFA, 2020), que es la que se encarga de supervisar la aplicación e interpretación de las Reglas de Juego. Puede proponer al Consejo

de la FIFA enmiendas en las Reglas de Juego. Nombra además a los AC y AA de partidos de competiciones organizadas por la FIFA (FIFA, 2021b; FIFA, 2020).

La FIFA está compuesta por confederaciones que se encargan de gestionar el fútbol a nivel continental siendo estas la Asian Football Confederation (AFC); la Confederation of African Football (CAF); la Confederación Sudamericana de Fútbol (CONMEBOL); la Oceania Football Confederation (OFC); la Confederation of North, Central America and Caribbean Association Football (CONCACAF); y por último la Union of European Football Associations (UEFA) (FIFA, 2021a). Al igual que la FIFA, la UEFA tiene un comité específico de árbitros (UEFA Statutes, 2020), cuyas funciones son desarrollar programas de instrucción y educación para árbitros, árbitros asistentes, árbitros de fútbol sala, instructores de árbitros y observadores arbitrales, a fin de garantizar una aplicación uniforme y coherente de las Reglas del Juego; estudiar y proponer enmiendas para cambiar las reglas del juego; designar a los árbitros y árbitros asistentes para las competiciones organizadas por la UEFA y posteriormente monitorizar sus actuaciones y evaluarlas; desarrollar el arbitraje en las federaciones miembro de la UEFA (UEFA, 2010).

Dentro de las federaciones miembro pertenecientes a la UEFA encontramos la RFEF que se encarga de la organización del fútbol a nivel nacional y dentro de esta se encuentra el CTA (Estatutos de la Real Federación Española de Fútbol, 2020). El CTA es el órgano técnico que vela por el funcionamiento del colectivo arbitral y le corresponde el gobierno, representación y administración de todas las funciones atribuidas al colectivo arbitral (RFEF, 2021). Entre las funciones que tiene este comité se encuentran las de establecer la formación arbitral; coordinar los niveles de formación entre las diferentes federaciones autonómicas; designar a los y las árbitros de las competiciones estatales no profesionales; aprobar las normas que regulan el arbitraje a nivel nacional; y clasificar técnicamente a las y los árbitros para su actuación en la categoría correspondiente (RFEF, 2021).

Si bien a nivel nacional la organización y funcionamiento correcto de los deberes arbitrales corresponde al CTA siendo este un órgano técnico de la RFEF, a nivel autonómico sucede lo mismo en las distintas comunidades, siendo el CVA el órgano técnico de la EFF-FVF encargado de llevar cabo las labores arbitrales. Según el artículo 51 de los estatutos de la EFF-FVF *el Comité Vasco de Árbitros integra en régimen de cooperación, a los comités de*

árbitros de las federaciones territoriales, atiende directamente al funcionamiento del colectivo federativo de árbitros, y le corresponde, con subordinación al Presidente de la Euskadiko Futbol Federakundea – Federación Vasca de Fútbol, el gobierno, representación y administración de las funciones atribuidas a aquéllos (Estatutos de la Federación Vasca de Fútbol, 2019). Las funciones principales del CVA son la dirección y organización de las tareas arbitrales de las competiciones organizadas por la EFF-FVF; reclutar y formar nuevas colegiadas y colegiados en colaboración con los comités territoriales; presentar propuestas relacionadas con la actividad arbitral para la aprobación del presidente de la EFF-FVF; ejercer sus facultades disciplinarias respecto a las actuaciones técnicas de los colegiados (Estatutos de la Federación Vasca de Fútbol, 2019).

Si bien a nivel estatal las federaciones autonómicas y, por ende, los comités arbitrales autonómicos representan el último órgano de gestión de la actividad arbitral, en la Comunidad Autónoma Vasca cada Territorio Histórico (Araba, Bizkaia y Gipuzkoa) dispone de su propia federación, en el caso de Bizkaia, la BFF-FVF. Dentro de la BFF-FVF se encuentran dos órganos técnicos que se encargan de la gestión de la actividad arbitral: el CVAF y la Escuela de Árbitros (Estatutos de la Federación Vizcaína de Fútbol, 2007). El CVAF es el órgano técnico que atiende, con subordinación al Presidente de la BFF-FVF, el gobierno, representación y administración de las funciones atribuidas al comité federativo de árbitros, mientras que la Escuela de Árbitros es el órgano técnico que subordinado a la junta directiva de la BFF-FVF se encarga de capacitar y actualizar a las y los árbitros de fútbol de Bizkaia (Estatutos de la Federación Vizcaína de Fútbol, 2007). Entre las funciones del CVAF se encuentran: dirigir y organizar las tareas arbitrales en las competiciones organizadas por la BFF-FVF; captar y formar nuevos colegiados y colegiadas; ejercer facultades disciplinarias respecto a las actuaciones técnicas de los colegiados; clasificar al grupo por sus actuaciones técnicas y adscribir cada persona a la categoría que les corresponda; designar árbitras y árbitros para los partidos organizados por la BFF-FVF; colaborar con los demás órganos de la BFF-FVF para mejorar las competiciones federadas. Si bien el CVAF tiene mayormente funciones de organización de las funciones arbitrales, la Escuela de Árbitros tiene las funciones limitadas a la formación del colectivo arbitral siendo algunas de estas las siguientes: programar, convocar y desarrollar cursos; otorgar y reconocer titulaciones que se establezcan en el Reglamento de Régimen Interior; programar, convocar y desarrollar cursos

de actualización y especialización, así como reuniones técnicas y conferencias; confeccionar los textos de las materias a estudiar.

1.2.4. La toma de decisiones en los árbitros

Hoy en día la toma de decisiones es uno de los aspectos que más preocupa en el arbitraje (Aragão e Pina et al., 2018; Catteeuw et al., 2009) porque aunque a este colectivo se le presupone la imparcialidad, las decisiones que toman en los partidos, tales como el tiempo que se va a añadir, los tiros penales que se señalan o las tarjetas mostradas pueden afectar directamente el resultado del partido (Sutter & Kocher, 2004). Si bien son imparciales, también es cierto que cometen errores, y es por ello que Groot (2009) diferencia dos tipos de arbitrajes según las decisiones falladas. Por un lado, están los arbitrajes discrecionales cuyos errores en las tomas de decisiones suman un gol a uno de los equipos (i. e., no señalar un fuera de juego en un gol, dar por válido un gol que se ha conseguido utilizando la mano); por otro lado, están los arbitrajes no discrecionales cuyas decisiones erróneas no suponen un gol directamente para uno de los equipos, pero aumenta la probabilidad de que este lo consiga (i. e., señalar más faltas o sacar más tarjetas a uno de los equipos).

Algunos investigadores han expuesto que es mejor jugar en casa (Lane et al., 2006; Nevill et al., 1996), pues algunas investigaciones apuntan a que el arbitraje están influenciado a la hora de tomar algunas decisiones a favor o en contra del equipo local (Dawson et al., 2007; Dohmen, 2008). No obstante, no es el único factor que puede influir en la toma de decisiones (Pietraszewski et al., 2014). La nacionalidad del equipo (Dawson & Dobson, 2010); el ruido de ambiente (Nevill et al., 2013); el ruido generado por los jugadores que hacen una falta (Lex et al., 2014); el sexo de los jugadores (Coulomb-Cabagno et al., 2005); la distancia a la que se encuentra de la jugada (Mallo et al., 2012); el presupuesto y la clasificación de los equipos que disputan el partido (Tanamati Soares & Shamir, 2016); incluso la dirección en la que la árbitra o el árbitro ve la acción (Kranjec et al., 2010) son factores que puede influenciar la toma de decisiones en el arbitraje de un partido.

Durante los partidos las y los árbitros toman de media 137 decisiones (Helsen & Bultynck, 2004) acertando de media en el 80-85% de las decisiones (Coleclough, 2013; Gomez-Carmona & Pino-Ortega, 2016), llegando ese porcentaje hasta el 95% de acierto en los torneos internacionales dirigidos por árbitros internacionales (Castillo, Raya, et al., 2019). La

mayoría de los errores cometidos en la toma de decisiones se dan en los primeros 15 minutos de cada parte (Mascarenhas et al., 2009). Mejorar el porcentaje de acierto es posible y ha sido una prioridad, pues se ha visto que entrenar la toma de decisiones mejora este aspecto del arbitraje y por ello la FIFA utiliza videos de acciones de partido para que el equipo arbitral entrene esta cualidad (Catteeuw et al., 2009). Para mejorar la toma de decisiones la IFAB ha ido introduciendo en las reglas del juego la posibilidad de utilizar personas adicionales como el cuarto árbitro a partir del año 1991 o los y las árbitras asistentes adicionales a partir de la temporada 2009-2010. En 1935 se llegó a incorporar un segundo árbitro de campo pero los resultados no fueron satisfactorios y tras probarlo de nuevo en la copa de Italia del 2000 arrojando de nuevo resultados poco beneficiosos para el juego se rechazó definitivamente el proyecto del arbitraje doble (Tenèze et al., 2015). También se ha utilizado la tecnología como apoyo para mejorar la toma de decisiones creándose entrenamientos mediante juegos interactivos para la mejora de la toma de decisiones (Gulec & Yilmaz, 2016), o investigando el uso de la tecnología 3D como herramienta para mejorar la toma de decisiones (Put et al., 2014). En la temporada 2018-2019 llegó una nueva herramienta tecnológica para evitar errores en el arbitraje pues la IFAB aprobó el uso del VAR (IFAB, 2021). Esta nueva herramienta permite revisar las decisiones tomadas referentes a los fuera de juego, expulsiones, tiros penales y goles marcados pudiendo así corregir decisiones erróneas tomadas en partidos oficiales (Spitz et al., 2020).

No obstante, los estudios previos, no solo han estudiado la toma de decisiones directamente, sino que también se han centrado en otros aspectos que pueden condicionar la toma de decisiones. Se ha expuesto que para juzgar adecuadamente una acción es imprescindible tener una buena visión de la jugada (Ghasemi et al., 2009; Kranjec et al., 2010; Pietraszewski et al., 2014). En este sentido, se ha descrito que los árbitros de élite poseen mejores capacidades visuales que los árbitros de niveles inferiores por lo que sería correcto entrenar y evaluar las capacidades visuales del colectivo (Ghasemi et al., 2009). Lo mismo sucede con las habilidades de percepción. Algunos estudios exponen que los arbitrajes realizados por personas con mayor experiencia en la carrera arbitral mejoran esas habilidades (Pietraszewski et al., 2014).

También, la toma de decisiones puede estar influenciada por el nivel de condición física, pues para tomar las decisiones correctas las árbitras y los árbitros tienen que seguir de cerca el

juego a una distancia de entre 11 y 15 m (Mallo et al., 2012). Además, se ha mostrado que estar sometido a una respuesta fisiológica alta podría afectar negativamente a la toma de decisiones. Así pues, algunos autores han mostrado que una FC que supera el 85% de la FC_{max} podría tener relación con un aumento en el número de errores a la hora de tomar decisiones durante el partido (Gomez-Carmona & Pino-Ortega, 2016). Por ello y con el fin de mejorar la toma de decisiones sería interesante también estudiar las respuestas físicas y fisiológicas de los árbitros y su relación con la efectividad en las decisiones tomadas durante el desarrollo de los encuentros.

1.2.5. La condición física en el arbitraje de fútbol

Considerando la alta exigencia que conlleva arbitrar a todos los niveles competitivos, los y las AC necesitan realizar un gran esfuerzo físico para seguir el juego de cerca (i.e., aproximadamente 10-15 m del balón) y situarse en una posición adecuada para tomar decisiones correctas (Di Salvo et al., 2011). Otros estudios ponen el foco en que el esfuerzo físico que tienen que hacer viene determinado por las diferentes situaciones que se producen durante un partido y que los árbitros y las árbitras de fútbol deben adaptarse al ritmo que marcan las circunstancias externas, como la velocidad del juego y la táctica de los equipos (Pietraszewski et al., 2014). Para hacer frente a la mayor velocidad de juego de las categorías más altas el grupo arbitral de mayor nivel tiene que estar en mejores condiciones físicas (MacMahon et al., 2007). En este sentido, Weston, Drust, et al. (2011) mostraron que la carga de partido a la que están expuestos los árbitros y los futbolistas de la *Premier League* está estrechamente relacionada y por tanto, los árbitros tienen que ser capaces de seguir de juego impuesto por los futbolistas. Son varios estudios los que analizan que el colectivo arbitral tiene que estar físicamente preparado para seguir el juego de cerca, teniendo en cuenta que la función principal del arbitraje es dirigir el encuentro y hacer cumplir las reglas del juego lo más importante es que las y los árbitros se sitúen en todo momento en el lugar adecuado para tomar la decisión correcta (Aoba et al., 2011; Mallo et al., 2012). Cuando las personas que están arbitrando se encuentran a una distancia de entre 11 y 15 m de la acción cometen menos errores (Mallo et al., 2012), por lo que es importante que los y las árbitras sean capaces de mantenerse a esa distancia de la jugada durante todo el partido. Atendiendo al nivel competitivo, se ha observado que en el arbitraje de nivel internacional el juego es seguido más de cerca reportando una distancia media 12 ± 3 m, mientras que en el arbitraje de categorías inferiores obtienen distancias superiores (i.e., 14 ± 4 m) (Aoba et al., 2011). Aun

así, tanto los internacionales como los que arbitran en categorías inferiores suelen cumplir asiduamente el criterio de situarse cerca del centro del arco de distancia ideal para seguir el juego aunque las y los árbitros de nivel inferior se sitúan cerca del extremo superior del arco (Aoba et al., 2011; Mallo et al., 2012). Por otro lado en los y las AA la distancia a la línea del fuera de juego parece no ser determinante a la hora de acertar en la decisión de un fuera de juego (Catteeuw et al., 2010; Helsen et al., 2006).

Parece importante que las árbitras y los árbitros deban seguir el juego de cerca y que para ello tienen que tener una buena condición física. Varios autores han estudiado el perfil antropométrico de los árbitros (Casajús et al., 2016; Casajús & González-Agüero, 2015; Da Silva et al., 2012) mostrando una evolución de la antropometría en los árbitros ya que para hacer frente a la carga de partido actual, los árbitros han visto mejorado el perfil antropométrico con una reducción de los pliegues y menor IMC (Casajús & González-Agüero, 2015). La relación entre el rendimiento en determinadas pruebas físicas y la actividad realizada por el colectivo arbitral durante el desarrollo de los partidos también ha sido investigada. Por ejemplo, Castagna et al. (2002) mostraron que en una prueba de campo el pico de concentración de lactato en sangre de los árbitros de élite era de $9,4 \pm 1,6$ mmol/L y, que los árbitros que eran capaces de mantener una mayor velocidad en esa prueba cuando su nivel de lactato en sangre era de 4 mmol/L, se correspondía con los árbitros que más distancia recorrían durante el partido. Por otro lado, la relación entre pruebas explosivas y la carga de partido también ha sido investigada. Castillo, Camara, Castellano, et al., (2016) relacionaron el tiempo necesario para cubrir una distancia de 30 m con las respuestas físicas de partido en el arbitraje amateur no encontrando evidencias de una relación entre el tiempo empleado en la prueba de 30 m y la distancia total recorrida durante el partido o la distancia recorrida a diferentes intensidades.

Posiblemente debido a la importancia de la condición física para el desempeño de los partidos, para arbitrar partidos de fútbol se debe acreditar un óptimo nivel de condición física mediante la superación de pruebas físicas realizadas a lo largo de la temporada. Desde hace varios años, una de las principales preocupaciones de los Comités nacionales e internacionales de árbitros de fútbol es la adecuación de unas pruebas físicas que reflejen las demandas a las que están expuestos los y las árbitras durante los partidos oficiales (Mallo et al., 2007, 2009a). De este modo, se explica que han habido varios cambios en la

determinación de las pruebas físicas en la última década (Castillo, Cámara, et al., 2019). En este contexto, Weston et al. (2009) muestran que la FC_{med} registrada en la prueba interválica utilizada como parte de la evaluación del colectivo arbitral que consiste en recorrer 150 m en 30 s y 50 m en 35 s 20 veces sin descanso, está ampliamente correlacionada con la distancia total que recorren durante los partidos y en menor medida con la distancia que recorren a gran intensidad durante los partidos. Además, la prueba propuesta por la FIFA de 6 esprints de 40 m también tiene relación con el rendimiento en los partidos, pues el mejor tiempo obtenido y la media de tiempo empleada en los en los 6 esprints está estrechamente relacionado con la distancia total recorrida durante el partido, la distancia recorrida a alta intensidad y la distancia recorrida esprintando (Weston et al., 2009). Después del test interválico mencionado, la FIFA aprobó utilizar el test Yo-Yo de recuperación intermitente (nivel 1) como una prueba opcional para controlar el estado físico durante la temporada, un test que ha mostrado ser válido para medir el rendimiento físico en deportes intermitentes colectivos como el fútbol (Bangsbo et al., 2008). Esta prueba de campo también ha sido validada como herramienta para medir el rendimiento físico en árbitros de fútbol ya que se ha expuesto que en el arbitraje de élite se recorren mayores distancias en esta prueba que en el arbitraje amateur (Castagna et al., 2005; Castillo, Yanci, Casajús, & Cámara, 2016).

Para que estas pruebas físicas sean válidas para comparar integrantes del colectivo arbitral de todo el mundo y realizar promociones a categorías superiores, la FIFA unifica los criterios de evaluación física (FIFA, 2020b) y desde el año 2020 la FIFA obliga a realizar dos pruebas a todos los integrantes del colectivo arbitral de todas las categorías que estén bajo el auspicio de la FIFA o una de sus federaciones miembro, una prueba de 6 esprints de 40 m y una prueba interválica. Entre la finalización de la primera prueba y el comienzo de la segunda permite un tiempo de descanso de máximo de 8 minutos y para que las pruebas sean válidas éstas deben realizarse en un campo de fútbol de hierba natural o artificial o en una pista de atletismo, sin que se puedan utilizar zapatillas con clavos para realizarlas. La primera prueba es una prueba de velocidad que consiste en realizar 6 esprints de 40 m en menos de 6 s cada uno de ellos para las categorías internacionales y en menos de 6,2 s para las categorías inferiores, bajo las condiciones detalladas en el documento Pruebas de condición física para los árbitros (FIFA, 2020a):

- 1- *Los tiempos de las carreras deben registrarse con puertas de cronometraje electrónicas (células fotoeléctricas) Las puertas de cronometraje han de colocarse a*

una distancia no superior a 100 cm del suelo. Si no es posible utilizar puertas de cronometraje electrónicas, un instructor físico con experiencia medirá el tiempo de cada carrera con un cronómetro manual.

- 2- La puerta de «salida» debe colocarse en el punto 0 m y la puerta de «llegada», en el punto 40 m. La «línea de salida» debe marcarse 1.5 m antes de la puerta de «salida».*
- 3- Los árbitros deben alinearse para salir tocando la «línea de salida» con el pie delantero. Una vez que el responsable de la prueba haya señalado que las puertas de cronometraje electrónicas están listas, el árbitro puede empezar cuando quiera.*
- 4- Los árbitros deben tener 60 segundos como máximo para recuperarse entre cada una de las 6 carreras de 40 m. Los árbitros deben regresar caminando a la salida durante el tiempo de recuperación.*
- 5- Si un árbitro se cae o tropieza, podrá repetir la carrera (1 carrera = 1 x 40 m).*
- 6- Si un árbitro falla en una de las seis carreras, podrá efectuar una séptima carrera justo después de concluir la sexta. Si falla en dos de las siete carreras, el oficial de partido no supera la prueba.*

La segunda prueba consiste en realizar 40 intervalos de 75 m corriendo (máximo 15 s) y 25 m andando (máximo 18 s en árbitros internacionales y categoría 1; máximo 22 s en categorías inferiores) bajo las condiciones detalladas en el documento Pruebas de condición física para los árbitros (FIFA, 2020a):

- 1- Los árbitros deben completar 40 intervalos consistentes en 75 m de carrera y 25 m caminando, lo que equivale a 4000 m o a 10 vueltas en una pista de atletismo de 400 m. El ritmo lo marca el archivo de audio y los tiempos de referencia se rigen por la categoría del árbitro. Si no se dispone de un archivo de audio, el ritmo lo marcará un instructor físico con experiencia sirviéndose de un cronómetro y un silbato.*
- 2- Los árbitros deben salir desde una posición de pie. No deben salir antes de que suene el silbato. En cada línea de salida debe haber asistentes para controlar que los árbitros no empiecen antes de tiempo. Las calles pueden estar bloqueadas con banderines hasta que suene el silbato. Los banderines se deben bajar cuando suene el silbato para que los árbitros puedan empezar a correr.*
- 3- Al final de cada carrera los árbitros deben entrar en el «área de llegada» antes de que suene el silbato. El «área de llegada» está señalada con una línea 1.5 m antes y 1.5 m después de la línea de 75 m.*

- 4- *Si un árbitro no entra en el «área de llegada» tiempo, debe recibir un aviso claro del responsable de la prueba. Si un árbitro no entra en el «área de llegada» a tiempo una segunda vez, el responsable de la prueba lo parará y le comunicará que no ha superado la prueba.*
- 5- *Se recomienda que la prueba se realice en grupos de hasta seis árbitros. La prueba puede ser realizada por cuatro grupos simultáneamente (véase a continuación), es decir, pueden tomar parte un total de 24 árbitros a la vez. Cada grupo debe tener su propio responsable de prueba, que lo supervisará atentamente durante toda la prueba.*

Si bien las pruebas físicas son una herramienta adecuada para conocer el estado físico del colectivo arbitral, no hay que olvidar que cada semana los árbitros y las árbitras tienen que dirigir sus encuentros y estar en condiciones óptimas para ello, por lo que ese proceso tiene que ser continuo, analizando el rendimiento físico en cada entrenamiento (Impellizzeri et al., 2005). El arbitraje conlleva una fatiga neuromuscular que merma físicamente a sus participantes (Yanci et al., 2016); las respuestas fisiológicas disminuyen durante la segunda parte (Castillo, Camara, & Yanci, 2016); incluso pierden capacidad de esprintar después de los partidos (Castillo, Yanci, Cámara, & Weston, 2016). Por todo ello, existe una necesidad en las y los árbitros de fútbol de entrenar las capacidades físicas y tener un control continuo sobre su estado de forma para hacer frente al partido de la semana siguiente. Por lo tanto, existe una necesidad de entrenamiento controlado, periodizado y planificado durante la temporada y diferenciado para los y las AC y AA (Castillo, Weston, et al., 2017).

1.2.6. Respuestas físicas y fisiológicas de los partidos

Conocer las respuestas físicas y fisiológicas del colectivo arbitral durante los partidos es crucial para que los preparadores físicos puedan planificar los contenidos físicos a lo largo de la temporada y periodizar el entrenamiento semanal (Castillo, Yanci, Casajús, & Cámara, 2016; Krstrup et al., 2009). Además, se ha de tener en cuenta que los partidos están dirigidos por un AC y dos AA cuyos roles son diferentes y están expuestos a cargas de partido diferentes, por lo que cada rol debería tener su entrenamiento semanal individualizado (Castillo, Yanci, Cámara, & Weston, 2016; Castillo, Yanci, Casajús, & Cámara, 2016). Cuantificar la carga de partido del equipo arbitral permite, por tanto, conocer su estado y,

gracias a ello, planificar detalladamente la carga de entrenamiento semanal para adecuarla a su estado y a lo que la competición exige.

Hasta la fecha, uno de los métodos más utilizados para la medición de la respuesta física en el arbitraje ha sido mediante seguimiento por vídeo multicámara (Catterall et al., 1993; D'Ottavio & Castagna, 2001a; Weston et al., 2010). Esta tecnología fue utilizada principalmente en los años 90 y principios del siglo XX (Castagna & Abt, 2003; Catterall et al., 1993; Krustup & Bangsbo, 2001; Weston, Gregson, et al., 2011). Con este sistema se pueden obtener datos como la distancia total recorrida, distancia recorrida a diferentes intensidades o la distancia recorrida en desplazamientos no ortodoxos como carrera de espaldas o lateral (D'Ottavio & Castagna, 2001a; Krustup & Bangsbo, 2001), pero es una tecnología costosa y que requiere de un largo tiempo para la colocación de las cámaras, visualización y procesamiento de los vídeos. A partir de la década del 2010, fue apareciendo otro sistema para medir la respuesta física del colectivo arbitral, los sistemas de posicionamiento global (Castillo, Castagna, et al., 2018; Costa et al., 2013; Romero-Moraleda et al., 2021). Con este sistema se puede cuantificar la distancia recorrida, la distancia recorrida a diferentes intensidades, las aceleraciones y deceleraciones (Barbero-Álvarez et al., 2014; Castillo, Camara, Castellano, et al., 2016; Castillo, Cámara, et al., 2019) pero no es capaz de discernir los diferentes tipos de desplazamientos que se emplean en el arbitraje tales como la carrera lateral o de espaldas. Esta tecnología, si bien es muy fácil de usar, pues solo hay que colocar un chaleco que lleva insertado el dispositivo GPS en la parte posterior a la altura de las escapulas de los participantes, al igual que seguimiento por vídeo multicámara es una tecnología relativamente cara. Por último, en los últimos tiempos con la validación de los sistemas de posicionamiento local o UWB (Bastida-Castillo et al., 2018, 2019; Rico-González et al., 2020) estos dispositivos se están empezando a utilizar para cuantificar la carga de los futbolistas (Oliva-Lozano et al., 2020a) por lo que pronto podrían utilizarse también en el colectivo arbitral. El inconveniente de estos dispositivos es que tienen que colocarse unas antenas a una distancia aproximada de 1-2 m de los límites del terreno de juego. Si bien tienen una mayor precisión (pueden llegar a 18 Hz), lleva consigo una alta carga de trabajo pues las antenas han de ser colocadas y retiradas en cada medición. Por lo que esta tecnología es mayormente utilizada en deportes colectivos *indoor* como baloncesto o fútbol sala (García-Santos et al., 2019; Ribeiro et al., 2020), pues son espacios donde el GPS no tiene capacidad de registro (Ridolfi et al., 2018). Debido a estos inconvenientes es

necesario saber si otros dispositivos más baratos y adecuados son válidos medir las respuestas físicas. El dispositivo Stryd Power Meter ha mostrado ser un dispositivo válido y fiable para medir la respuesta física en otras modalidades deportivas (Cerezuela-Espejo et al., 2020; Navalta et al., 2019). Es un dispositivo más barato que los anteriores y de fácil uso pues solo hay que colocar el dispositivo en los cordones de la bota derecha sujeto por el clip que incorpora el Stryd Power Meter (Navalta et al., 2019). Es por ello que sería interesante analizar si este dispositivo puede ser utilizado para cuantificar las respuestas físicas en deportes colectivos como el fútbol y, más concretamente, en el arbitraje. Otro aspecto positivo de esta herramienta es que permite recoger datos como la potencia, la oscilación vertical, la amplitud de zancada y el stiffness, las cuales no son posibles de registrar con los sistemas electrónicos anteriormente citados (i.e., seguimiento de vídeo multicámara, GPS y UWB). Esta información adicional abriría nuevas líneas de investigación y podría ayudar a mejorar el conocimiento actual sobre las exigencias de los partidos de fútbol a las árbitras y los árbitros que offician en distintas categorías y niveles competitivos a nivel mundial.

Muchos estudios han analizado las respuestas fisiológicas que soportan los árbitros durante los partidos mediante dispositivos de monitorización de la FC (Barbero-Álvarez et al., 2012; Weston et al., 2006). Gracias a monitorizar esta variable se pueden obtener la FC_{med} (Castagna et al., 2007; Catterall et al., 1993; Krstrup & Bangsbo, 2001); la FC_{max} ; o el tiempo transcurrido en diferentes zonas de intensidad atendiendo a la FC_{max} registrada durante el desarrollo del partido o atendiendo a un test máximo cardiovascular en campo o laboratorio (Castillo, Cámara, et al., 2019; Castillo, Yanci, et al., 2018).

Este método para cuantificar la intensidad de los partidos es barato y sencillo, teniendo solamente que colocar la banda la altura del esternón y alrededor del tronco para medir la FC a los participantes. Basándose en el establecimiento de diferentes zonas de intensidad atendiendo a la FC_{max} y el tiempo que pasan en cada zona, el $TRIMP_{EDW}$ (Edwards, 1993) ha sido un método utilizado para estudiar las respuestas fisiológicas en el arbitraje (Castillo, Weston, et al., 2017; Costa et al., 2013). Este método propone las siguientes zonas: zona 1, entre el 50% y el 60% de la FC_{max} ; zona 2 entre el 61% y el 70% de la FC_{max} ; zona 3, entre el 71% y el 80% de la FC_{max} ; zona 4, entre el 81% y el 90% de la FC_{max} ; y zona 5, entre el 91% y el 100% de la FC_{max} . Multiplicando el tiempo pasado en cada zona por su coeficiente, el mismo valor que el número de la zona, y sumando el resultado de todas las zonas se obtiene

el TRIMP_{EDW}. También, el TRIMP_{STA} (Castillo, Camara, et al., 2018) propone un método para cuantificar la respuesta fisiológica que consiste en multiplicar el tiempo pasado en cada zona por su coeficiente y sumar el resultado de todas las zonas. La zona 1 tiene un coeficiente de 1,23 y está comprendida entre el 65% y el 71% de la FC_{max}; la zona 2 tiene un coeficiente de 1,71 y está comprendida entre el 72% y el 78% de la FC_{max}; la zona 3 tiene un coeficiente de 2,54 y está comprendida entre el 79% y el 85% de la FC_{max}; la zona 4 tiene un coeficiente de 3,61 y está comprendida entre el 86% y el 92% de la FC_{max}; y la zona 5 tiene un coeficiente de 5,16 y está comprendida entre el 93% y el 100% de la FC_{max}. Al igual que la actividad registrada por los AC es mayor que la de los AA (Castillo, Weston, et al., 2017), durante el partido, en los estudios que se ha comparado la respuesta fisiológica utilizando el TRIMP_{EDW} o el TRIMP_{STA}, los AC han mostrado mayor respuesta fisiológica de partido que los AA (Castillo, Camara, et al., 2018). Dado que estos métodos para cuantificar la respuesta fisiológica son, validos, baratos y fáciles de usar podría ser una opción útil para cuantificar las respuestas fisiológicas en el arbitraje amateur.

La medición de la concentración de lactato en sangre es un método extendido en muchos deportes para medir la intensidad del ejercicio (Manuel, 1994; Matthew & Delextrat, 2009; Remolina & Porras, 2015) y también se ha utilizado para cuantificar la intensidad de la actividad arbitral durante partidos oficiales (Castillo, Yanci, Cámara, & Weston, 2016; Krstrup et al., 2002; Krstrup & Bangsbo, 2001). La concentración del lactato no se ha extendido tanto como la medición de la FC debido a sus limitaciones en tanto a su momento de medición, ya que solo se puede medir durante el descanso y al finalizar el encuentro, por lo que el valor obtenido está influenciado en gran medida por la intensidad de los últimos minutos de cada parte (Krstrup & Bangsbo, 2001). Otra forma de cuantificar la intensidad de la competición ha sido la temperatura tanto a nivel muscular (Krstrup et al., 2002) como timpánica (Castillo, Yanci, Cámara, & Weston, 2016). Además, algunos estudios utilizaron métodos indirectos para calcular el VO₂ y establecer a que porcentaje de su VO_{2max} actúan los árbitros en las competiciones (Krstrup et al., 2002). Si bien sería interesante conocer el VO₂ de los árbitros en competición, los métodos indirectos tienen grandes limitaciones debido a su alto coste y a las dificultades de medición.

Finalmente existen métodos subjetivos para cuantificar la intensidad percibida durante el partido tales como la escala de esfuerzo percibido de Borg (Borg et al., 1987) que ha sido

utilizada en algunos estudios y ha mostrado ser un método válido para cuantificar la intensidad del esfuerzo en el arbitraje (Costa et al., 2013; Weston et al., 2006, 2010). En un estudio Foster et al. (2001) utilizaron una escala del 0 a 10 para cuantificar la intensidad, valor que fue multiplicado por la duración de la actividad para obtener la respuesta fisiológica de dicha actividad. Dicha escala (Foster et al., 2001) ha sido utilizada posteriormente en varios estudios con árbitros de fútbol para medir la carga de partido (Costa et al., 2013; Weston et al., 2010). Teniendo en cuenta que los árbitros y las árbitras de fútbol realizan acciones explosivas intermitentes, la fatiga neuromuscular podría ser un factor limitante del rendimiento (Castillo, Cámara, et al., 2017; Yanci et al., 2016). Por este motivo Castillo, Weston, et al. (2017), diferenciaron el esfuerzo percibido muscular del esfuerzo percibido respiratorio en árbitros de fútbol para cuantificar la carga de partido de forma más precisa. Aun así, quedan aspectos que analizar, pues no se ha investigado si el RPE_{res} y el RPE_{mus} analizan diferentes dimensiones del esfuerzo durante la primera parte y durante la segunda parte.

Para poder desempeñar su función, desde el punto de vista físico y fisiológico, las árbitras y los árbitros realizan varias acciones intermitentes a lo largo del partido, pasando tiempo de pie, caminando, corriendo a diferentes intensidades y realizando diferentes tipos de desplazamientos antes mencionados (D'Ottavio & Castagna, 2001b, 2001a). Para dirigir los encuentros el colectivo arbitral se compone de un AC y dos AA, en estudios anteriores han demostrado que los AC y los AA están expuestos a diferentes respuestas físicas y fisiológicas durante el desarrollo del juego (Castillo, Weston, et al., 2017; Castillo, Yanci, et al., 2018). Esto se debe a que los AC y los AA adoptan papeles diferenciados para controlar las acciones del juego, siendo las acciones de los AC multidireccionales y las acciones de los AA lineales (Castillo, Raya, et al., 2019). Así, si analizamos la respuesta física de partido, los AC cubren una distancia mayor (10-12 km) que los AA (~6 km) durante los partidos internacionales de la Liga de Campeones de la UEFA y en campeonatos internacionales sub-21 (Barbero-Álvarez et al., 2012; Krstrup et al., 2009); los AC cubren más distancia a alta intensidad (> 13 km·h⁻¹) (2872,8 ± 422,4 m) en comparación con los AA (771,4 ± 170,8 m) (Castillo, Yanci, et al., 2018); y los AC realizan una mayor cantidad de aceleraciones y esprints y recorren mayor distancia en aceleraciones y esprints que los AA (Barbero-Álvarez et al., 2014). Por otro lado, si analizamos la respuesta fisiológica de partido, los AC registran de media durante los partidos un porcentaje del 85,6% de su FC_{max} mientras que la AA registran

un 75,3% de su FC_{max} (Barbero-Álvarez et al., 2012); y cuando se ha cuantificado la respuesta fisiológica de partido los AC registran un mayor $TRIMP_{EDW}$ $383,50 \pm 33,65$ UA que los AA $310,84 \pm 55,95$ UA cuando se utiliza el método de Edwards, y cuando se utiliza el método Stagno ocurre lo mismo, los AC registran un mayor $TRIMP_{STA}$ $304,20 \pm 40,22$ UA que los AA $202,67 \pm 46,96$ UA (Castillo, Camara, et al., 2018).

La mayoría de los estudios que analizan la carga de partido en el arbitraje de fútbol se han centrado en cuantificar la carga tanto de los AC como de los AA del total del partido pero conocer si existen diferencias entre los dos periodos del partido sería relevante para comprender cuál es la evolución de la carga durante el partido y es por eso que unos pocos estudios han analizado las diferencias que existen entre la primera parte y la segunda parte (Barbero-Álvarez et al., 2014; Di Salvo et al., 2011). Algunos de esos estudios han mostrado que durante la segunda parte la carga de partido es menor que en la primera parte ya sea porque recorren menos distancia (Catterall et al., 1993; Mallo et al., 2009b), porque realizan menos aceleraciones y distancia cubierta acelerando (Barbero-Álvarez et al., 2014) o porque la distancia recorrida a altas velocidades es menor (Di Salvo et al., 2011). Otros estudios en cambio han analizado la diferencia en la respuesta fisiológica entre la primera parte y la segunda parte, siendo la FC_{med} y la FC_{pico} menor en la segunda parte respecto a la primera (Castillo, Camara, & Yanci, 2016; Weston & Brewer, 2002). Por último, sabiendo que existe una evolución entre las dos partes del partido en la carga, analizar la carga de partido en fracciones más cortas que por partes ayudaría a entender mejor esa evolución de la carga durante el partido. Para analizar esa evolución se han realizado estudios con árbitros de fútbol en los que se ha analizado las respuestas físicas y fisiológicas en periodos de 15 minutos (Barbero-Álvarez et al., 2012; Krstrup et al., 2002, 2009). Algunos estudios han expuesto que en el último tramo de cada parte (los últimos 15 minutos) la respuesta física y la respuesta fisiológica se reducen significativamente respecto a los dos periodos de 15 minutos previos (Barbero-Álvarez et al., 2012; Krstrup & Bangsbo, 2001; Weston, Drust, et al., 2011). Otros estudios obtuvieron resultados similares pero encontraron que en el inicio del partido tanto las respuestas físicas como las fisiológicas fueron mayores que en el resto de periodos y que desde ese periodo de 15 minutos la carga de partido fue disminuyendo (Barbero-Álvarez et al., 2012; Krstrup et al., 2002, 2009; Krstrup & Bangsbo, 2001). Por lo tanto, se ha visto que las y los árbitros de fútbol no están expuestos a una carga que se mantenga de forma lineal a lo largo de todo el encuentro. Sin embargo, la mayoría de los

estudios publicados se han realizado en partidos de alto nivel (Castagna et al., 2007; Krstrup et al., 2009; Weston, Drust, et al., 2011) y no hay estudios que analicen la evolución de la carga en diferentes momentos del partido (i.e., periodos de 15 minutos) en el arbitraje amateur. Por tanto, conocer la evolución de las respuestas de las árbitras y los árbitros puede ser especialmente relevante en el arbitraje amateur porque proporcionaría información más detallada sobre la distribución de las respuestas físicas y fisiológicas y su evolución.

1.2.7. Bienestar inicial en el arbitraje de fútbol

Las y los árbitros de fútbol tienen que officiar partidos cada semana y teniendo en cuenta que la noche previa a la competición los deportistas tienen una calidad de sueño peor de la habitual (Lastella et al., 2012), es importante conocer si la falta de sueño tiene relación con la carga de partido. En otras modalidades deportivas, se ha demostrado como el estrés y el dolor muscular afectan a la carga de partido influyendo negativamente los niveles altos de estrés y dolor muscular de forma que aumenta la carga de partido percibida (Romaratezabala et al., 2019). También, se ha investigado como la ansiedad afecta al rendimiento deportivo mostrándose en la literatura científica resultados dispares ya que se ha observado que la ansiedad precompetitiva no estaba relacionada con el rendimiento en competición en nadadores jóvenes (Polman et al., 2007). No obstante en el fútbol, sí se ha visto que la ansiedad repercute negativamente en el rendimiento exhibido durante la competición, de tal manera que aumenta la cantidad de penaltis fallados (Wilson et al., 2009). En el arbitraje de fútbol se han utilizado escalas para conocer el nivel de ansiedad, impulsividad y la autoestima de los árbitros previas a los partidos mostrando que las personas con más experiencia se enfrentan a los partidos con menos ansiedad, menos impulsividad y mayor confianza que las personas con menos experiencia (Lopez-Aguilar et al., 2021; Muñoz-Arjona et al., 2021). Por todo ello y teniendo en cuenta a la gran presión que están sometidos las y los árbitros de fútbol (Johansen & Haugen, 2013) sería interesante saber si el bienestar inicial afecta a la carga de partido de las árbitras y los árbitros de fútbol.

Los indicadores de la escala de Hooper y el valor total resultante denominado índice de Hooper (IH) (Hooper et al., 1995) pueden ser una herramienta útil para describir la percepción del dolor muscular, la fatiga, el estrés y la calidad del sueño. Moalla et al. (2016) analizaron la relación que existía entre la carga de entrenamiento percibida y la fatiga, el dolor muscular, el sueño y el estrés percibido en futbolistas profesionales, por lo que la escala

de Hooper podría ser una herramienta sencilla y útil para conocer el estado o bienestar inicial de futbolistas profesionales.

Cuando se ha analizado la relación entre la respuesta física en futbolistas y el bienestar inicial se ha visto que el estrés está correlacionado negativamente con la distancia total recorrida durante un mesociclo (Oliveira et al., 2019). También se halló una correlación entre el IH y la distancia total recorrida durante el mesociclo (Oliveira et al., 2019), aunque ni el IH ni ninguno de los demás indicadores mostró gran variabilidad a lo largo de toda la temporada. Por otro lado, en el fútbol, los equipos clasificados para las competiciones internacionales tienen que disputar partidos entre semana, por lo que en un estudio Clemente et al. (2017) analizaron si existen diferencias en el bienestar inicial de los jugadores de fútbol en las semanas que disputaban un partido en comparación con las semanas en las que se disputaban dos partidos. En este estudio se demostró que la fatiga, el dolor muscular y el IH eran mayores en las semanas con dos partidos que en las semanas con un solo partido (Clemente et al., 2017). Con el fin de conocer en qué estado afrontan los jugadores de fútbol los partidos oficiales Rabbani et al. (2019) utilizaron la escala de Hooper descubriendo que el IH era mayor al día siguiente del partido y que a medida que pasaban los días el IH seguía con la tendencia descendente siendo el día del partido el IH más bajo registrado demostrando así que los jugadores llegaban en buenas condiciones a disputar los partidos.

En la literatura científica sólo un estudio ha analizado como el bienestar inicial podría afectar a la carga de partido de los árbitros de fútbol (Castillo-Rodríguez et al., 2021). En este estudio se observó que la ansiedad cognitiva estaba correlacionada con una mayor FC_{med} , mayor tiempo transcurrido por encima del 90% de la FC_{max} y un mayor esfuerzo percibido, y que existía una correlación negativa entre la autoestima y la FC_{min} y el tiempo por encima del 90% de la FC_{max} . Además, encontraron más correlaciones entre las variables del bienestar inicial y la carga de la primera parte (Castillo-Rodríguez et al., 2021).

A pesar de la gran presión a la que está sometido el colectivo arbitral y los niveles de ansiedad que pueden tener (Johansen & Haugen, 2013), ningún estudio ha analizado si existe alguna relación entre las variables de la escala de Hooper previo a los partidos oficiales y la carga de partido de los árbitros y árbitras de fútbol. Sería interesante conocer si estas variables están asociadas con alguna de las respuestas físicas y/o fisiológicas de las y los

árbitros durante los partidos ya que se ha visto que en balonmanistas el nivel percibido de fatiga pre-partido estaba asociado con la percepción de estar preparado para competir y el nivel de estrés estaba relacionado con el rendimiento en un test CODA previo al partido (Romarateabala et al., 2018). Además, Romarateabala et al. (2019) analizan la relación entre el bienestar inicial y la competición mostrando que el bienestar inicial, medido con la escala de Hooper, está asociado con la carga de calentamiento y con la pérdida de capacidad cambios de dirección, evidenciando que un mayor estrés y una calidad de sueño mala se asocian a un peor rendimiento en una prueba de cambios de dirección en balonmanistas. Además, los niveles altos de estrés y dolor muscular se asociaron con un mayor esfuerzo percibido (Romarateabala et al., 2019). Teniendo en cuenta la influencia del bienestar inicial en el rendimiento físico de deportistas de equipo y las asociaciones vistas entre algunas variables de la escala de Hooper pre-partido y el partido, sería interesante investigar la relación entre el bienestar inicial y la carga del partido en los y las árbitras de fútbol.

1.2.8. Factores contextuales

Los factores contextuales son las variables que tienen relación con el entorno (i.e., dimensiones del terreno de juego, temperatura ambiental, tipo de césped, momento de la temporada, marcador, lugar del partido etc.) (Oliva-Lozano et al., 2020a, 2020b). Como se ha mencionado previamente, en las competiciones de élite la influencia de estas variables se ve reducida con protocolos impuestos por las reglas del juego de la IFAB (IFAB, 2021), pero en el fútbol amateur las reglas son más flexibles y por tanto los factores contextuales pueden tener mayor influencia en el rendimiento de las y los árbitros de fútbol. En la literatura científica se ha visto que hay factores contextuales como la nacionalidad de los clubes o el prestigio de la liga a la que pertenecen, la clasificación o la asistencia al estadio afectan a la toma de decisiones de los árbitros aumentando las sanciones disciplinarias a los equipos de perfil bajo y en los estadios con menos asistencia o mayor distancia entre el terreno de juego y la grada (Dawson & Dobson, 2010; Tanamati Soares & Shamir, 2016), por lo que sería interesante analizar si los factores contextuales afectan también a las respuestas físicas y fisiológicas de los AC y los AA.

En futbolistas se ha observado que los equipos de la tabla alta de la clasificación registran menores demandas físicas cuando se enfrentan a un equipo de media tabla que cuando un equipo de la tabla baja se enfrenta a un equipo de media tabla (Misjuk et al., 2015), por lo

que parece que la clasificación de los equipos podría estar relacionada con la carga de partido. Teniendo en cuenta que la carga de partido de los jugadores y árbitros está estrechamente relacionada (Weston, Drust, et al., 2011), Castillo, Castagna, et al. (2018) analizaron como afectaba la clasificación de los equipos a la carga de partido de los árbitros mostrando que cuando se enfrentan dos equipos de la tabla alta la carga de partido era mayor. La relación entre el resultado y la carga de partido en futbolistas también ha sido investigada descubriendo que cuando un equipo va perdiendo recorre más distancia a alta velocidad que cuando va ganando pero que la distancia total recorrida es la misma cuando se va ganando o perdiendo cuando se juega en casa (Oliva-Lozano et al., 2020a). Otro de los factores estudiados ha sido el tipo de superficie, no mostrando diferencias significativas entre jugar en campos de hierba artificial y natural a excepción de una pérdida de rendimiento en la capacidad de repetir esprints en los campos de hierba natural (Stone et al., 2016). No obstante, este estudio se realizó en condiciones de juego simulado por lo que sería interesante estudiar si en situaciones reales de competición el tipo de superficie es un factor que afecta a la carga de partido en árbitros y árbitros de fútbol. Asimismo, la temperatura ambiental ha sido otro de los factores contextuales que ha sido investigado en el fútbol demostrando que cuando la temperatura de ambiente es alta la distancia recorrida es menor que en temperaturas ambientales neutras (Link & Weber, 2017) y que en la segunda parte la distancia recorrida es menor cuando la temperatura de ambiente es alta que cuando el partido se disputa con temperaturas ambientales medias debido a que la distancia recorrida a intensidades bajas y a trote son menores cuando la temperatura ambiental es alta (Özgünen et al., 2010).

También se ha mostrado que futbolistas internacionales no solo recorren menos distancia a intensidades medias ($11-14 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) cuando la temperatura de ambiente es alta, sino que la distancia recorrida a alta intensidad también se ve reducida así como la cantidad de esprints realizados (Konefal et al., 2014). En la literatura científica también encontramos estudios que analizaron como el periodo de la temporada afectaba a la carga de partido a los jugadores de fútbol. Concretamente, Mohr et al. (2003) observaron que los jugadores recorrieron más distancia total y más distancia a alta intensidad en los partidos disputados al final de la temporada que en los partidos disputados al principio o a mitad de la misma. Teniendo en cuenta la fuerte asociación observada entre la actividad realizada por los jugadores de campo y los árbitros de campo (Weston, Drust, et al., 2011), cabría suponer que dichas variables

contextuales también podrían influir en las exigencias de los árbitros en los partidos. Sin embargo, pocos estudios han analizado la influencia de variables contextuales en el arbitraje y más concretamente en la carga de partido (Castillo, Castagna, et al., 2018; Di Salvo et al., 2011; Weston et al., 2010). En el estudio de Di Salvo et al. (2011) se muestra como la categoría de los partidos afecta a la carga de los árbitros siendo en los partidos de mayor categoría donde los árbitros recorren mayor distancia total, y mayor distancia corriendo y trotando. Weston et al. (2010) en cambio, analizan la edad como una variable que influye en la carga de partido en los árbitros de fútbol siendo los árbitros de menor edad los que realizan más sprints durante un partido y los que recorren mayor distancia en total y mayor distancia a alta intensidad. En este sentido, se ha identificado una laguna en la literatura sobre cómo factores contextuales como las dimensiones del campo o el tipo de campo podrían influir en las exigencias de los árbitros y árbitras en los partidos. Podría ser importante analizar este aspecto ya que los partidos oficiales a nivel amateur se juegan en campos de diferentes características en cuanto a tipo y dimensiones. Asimismo, faltan estudios que consideren la influencia de la temperatura ambiental y el periodo de la temporada en la exigencia de los partidos por parte de las y los árbitros, aunque Taylor et al. (2014) observaron que los ambientes cálidos y fríos no influyen en la capacidad de decisión.

1.3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

El objetivo principal de la presente tesis doctoral es analizar las respuestas físicas y fisiológicas de los AC y los AA. Para ello, cada uno de los artículos que conforman esta tesis doctoral tienen objetivos específicos y diferenciados entre ellos.

1.3.1. Objetivos e hipótesis del artículo 1: Esfuerzo percibido diferenciado en árbitros y asistentes de fútbol de tercera división durante partidos oficiales.

Objetivo 1

Describir la evolución del esfuerzo percibido diferenciado y la carga de partido percibida diferenciada en árbitros de campo y árbitros asistentes durante partidos oficiales.

Hipótesis

Debido a la fatiga acumulada en la primera parte, la percepción del esfuerzo y la carga de partido percibida de la segunda parte serán mayores que en la primera parte tanto en los árbitros de campo como en los árbitros asistentes.

Objetivo 2

Comparar el esfuerzo percibido diferenciado y la carga de partido percibida diferenciada declarado por los árbitros de campo y árbitros asistentes en distintos momentos del partido (primera parte, segunda parte y total partido).

Hipótesis

Debido a que los árbitros de campo se desplazan por la totalidad del terreno de juego para seguir de cerca la jugada, la percepción del esfuerzo y la carga de partido percibida serán mayores que la declarada por los árbitros asistentes.

Objetivo 3

Analizar si existen diferencias entre el esfuerzo respiratorio percibido y el esfuerzo muscular percibido o entre la carga de partido respiratoria percibida y la carga de partido muscular percibida declarado tanto en los en los árbitros de campo como en los árbitros asistentes.

Hipótesis

Debido a la alta carga neuromuscular que supone el arbitraje, el esfuerzo muscular percibido y la carga de partido muscular percibida serán mayores que el esfuerzo respiratorio percibido y la carga de partido respiratoria percibida tanto en los árbitros de campo como en los árbitros asistentes.

1.3.2. Objetivos e hipótesis del artículo 2: Associations between well-being state and match external and internal load in amateur referees.

Objetivo 1

Comparar el bienestar inicial antes de los partidos determinado por los indicadores de la escala de Hooper entre los árbitros de campo y los árbitros asistentes.

Hipótesis

Debido a que el bienestar inicial no está subordinado a la carga de partido las diferencias entre ambos grupos no serán significativamente distintas.

Objetivo 2

Analizar la asociación entre el bienestar inicial antes de disputar los partidos determinada por los indicadores de la escala de Hooper y las respuestas físicas y fisiológicas de los árbitros de campo y los árbitros asistentes.

Hipótesis

Una mala calidad del sueño, un alto estrés, altos niveles de fatiga o presencia de dolor muscular puede implicar llegar a los partidos en peores condiciones, las cuales podrían repercutir en exhibir una menor carga de partido tanto en los árbitros de campo como en los árbitros asistentes.

Objetivo 3

Analizar la asociación entre las respuestas fisiológicas y físicas de los árbitros de campo y los árbitros asistentes en partidos oficiales

Hipótesis

Parece que los indicadores de respuesta física podrían estar asociados a la respuesta fisiológica obtenida tanto en árbitros de campo como en árbitros asistentes.

1.3.3. Objetivos e hipótesis del artículo 3: Match physical and physiological response of amateur soccer referees: a comparison between halves and match periods.

Objetivo 1

Describir y comparar las respuestas fisiológicas y físicas de la primera parte y segunda parte de los árbitros de campo y los árbitros asistentes.

Hipótesis

Debido a la fatiga acumulada en la primera parte, se espera una disminución de las respuestas físicas (i.e., distancia total, potencia, velocidad, cadencia, oscilación vertical, tiempo de contacto con el suelo y stiffness) y un aumento de las respuestas fisiológicas (i.e., frecuencia cardíaca media, frecuencia cardíaca máxima, zonas de frecuencia cardíaca y TRIMP) tanto en los árbitros de campo como en los árbitros asistentes.

Objetivo 2

Describir y comparar las respuestas fisiológicas y físicas en los diferentes periodos de 15 minutos de partido (i.e., 0-15 minutos, 15-30 minutos, 30-45 minutos, 45-60 minutos, 60-75 minutos y 75-90 minutos) de los árbitros de campo y los árbitros asistentes.

Hipótesis

Se espera una disminución de las respuestas físicas (i.e., distancia total, potencia, velocidad, cadencia, oscilación vertical, tiempo de contacto con el suelo y stiffness) y un aumento de las respuestas fisiológicas (i.e., frecuencia cardíaca media, frecuencia cardíaca máxima, zonas de frecuencia cardíaca y TRIMP) durante los últimos periodos de 15 minutos del partido tanto en los árbitros de campo como en los árbitros asistentes.

1.4. RESUMEN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.4.1 Primera investigación: Esfuerzo percibido diferenciado en árbitros y asistentes de fútbol de tercera división durante partidos oficiales.

Ozaeta, E., Castillo, D., Cámara, J., & Yanci, J. (2018). Esfuerzo percibido diferenciado en árbitros y asistentes de fútbol de tercera división durante partidos oficiales. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 422(3), 35–50.

1.4.1.1. Resumen de los principales resultados de la primera investigación

Tanto los AC3 como los AA3 y los AApref declaran una mayor dRPE y dRPE CP en la segunda parte y en el total partido en comparación con los valores declarados en la primera parte ($p < 0,01$; ES = 0,46 a 4,83; moderada a alta). Aunque existen diferencias significativas en todos los grupos (AC3, AA3 y AApref) entre la segunda parte y el total partido en el dRPE CP ($p < 0,01$; ES = 2,17 a 3,01; alta), las diferencias en el dRPE no son significativas ($p > 0,05$; ES = 0,02 a 0,07; trivial).

En cuanto a la comparación entre grupos, los AC3 declaran un mayor RPEres, RPEmus, RPEres CP y RPEmus CP que los AA3 y que los AApref tanto en la segunda parte como en el total partido ($p < 0,01$; ES = -0,63 a -0,88; moderada a alta). Sin embargo, no existen diferencias significativas entre los AC3 y AA3 ni en el dRPE ni en el dRPE CP en la primera parte ($p > 0,05$; ES = -0,51 a -0,52; moderada). Sin embargo, si existen diferencias significativas entre los AC3 y los AApref en el dRPE y dRPE CP declarado en la primera parte siendo los valores de los AC3 significativamente mayores ($p < 0,01$; ES = -0,81 a -0,87; alta). Cuando se comparan los dos grupos de AA (AA3 y el AApref) no existen diferencias significativas ni en el dRPE ni en el dRPE CP en ninguna de las partes y tampoco en los valores del total del partido ($p > 0,05$; ES = 0,00 a -0,35; trivial a baja).

Finalmente, todos los grupos (AC3, AA3 y AApref) muestran diferencias significativas cuando se compara RPEres con el RPEmus y cuando se compara RPEres CP con el RPEmus CP en la segunda parte y en el total partido ($p < 0,05$; ES = 0,23 a 0,51; baja a moderada). También existen diferencias significativas en la primera parte entre el RPEres y el RPEmus y entre el RPEres CP y RPEmus CP en los grupos AA3 y AApref ($p < 0,05$; ES = 0,16 a 0,27; trivial a baja) pero no en el grupo AC3 ($p > 0,05$; ES = 0,16 a 0,17; trivial).

1.4.1.2. Resumen de la discusión de la primera investigación

Los resultados obtenidos concuerdan con otros estudios que han comparado la respuesta física de la primera parte con la segunda parte, Catterall et al. (1993) en su estudio ponen de manifiesto que los AC recorren 400 m menos ($p < 0,05$) en la segunda parte con respecto a la primera parte y Mallo et al. (2009b) evidencian que los AA recorren de media 200 m menos ($p < 0,05$) en la segunda parte respecto a la primera parte. D'Ottavio & Castagna (2001a) por su parte describen que la distancia recorrida en la segunda parte es un 4,1% menor respecto a la primera parte ($p < 0,01$). En la misma línea, otros estudios demuestran que los AC no son capaces de realizar tantas acciones a alta intensidad o que no pueden recorrer tanta distancia a alta intensidad (Costa et al., 2013; Krstrup & Bangsbo, 2001) y que los AA recorren 100 m menos a alta intensidad en la segunda parte (Di Salvo et al., 2011). En cuanto a la respuesta fisiológica de los AC, algunos estudios no han encontrado diferencias en la FC_{med} entre la primera parte y la segunda parte (Aoba et al., 2011; D'Ottavio & Castagna, 2001b), sin embargo, Weston & Brewer (2002) en su estudio con árbitros de la Premier League muestran como la FC_{med} en la segunda parte es significativamente menor que en la primera parte. Analizando la respuesta fisiológica de los AA se ha observado que la FC_{med} y la FC_{pico} de los AA es inferior en la segunda parte que en la primera parte (Castillo, Camara, & Yanci, 2016). El descenso de la carga de partido que se produce en la segunda parte observada en la literatura científica coincide con el aumento de la $drPE$ o $drPE_{CP}$ observada en el presente estudio poniendo de manifiesto que la $drPE$ o la $drPE_{CP}$ puede ser un buen instrumento para cuantificar la carga tanto en AC como en AA.

Los AC tienen mayor respuesta física de partido que los AA medida mediante métodos objetivos (i.e., GPS), estudios anteriores han descrito que los AC recorren un 56,3% más distancia total en un partido (Mallo et al., 2009a, 2009b), un 72,4% más distancia a velocidad sprint ($> 25,2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) (Di Salvo et al., 2011) y un 50,5% más de distancia a alta intensidad ($>18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) (Krstrup et al., 2009) que los AA. Estos estudios concuerdan con los resultados obtenidos en este estudio donde los AC declaran un mayor $drPE$ y $drPE_{CP}$ que los AA3 y que los AA_{pref}. Estos resultados también coinciden con los resultados obtenidos por Castillo, Weston, et al., (2017) ya que estos autores muestran las diferencias significativas que hay en el $drPE$ entre los AC y los AA. En la misma línea, la respuesta fisiológica medida mediante la monitorización de la FC también es mayor en AC que en AA

(Castillo, Camara, & Yanci, 2016; Castillo, Camara, et al., 2018) y lo mismo sucede midiendo la carga con el TRIMP_{EDW} (Castillo, Weston, et al., 2017) donde la carga registrada de los AC es mayor que la de los AA. Los resultados del presente estudio parecen indicar que el dRPE o el dRPE CP también es una herramienta válida que muestra la mayor carga de partido que tienen los AC con respecto a los AA. Esta mayor carga declarada por los AC con respecto a los AA puede deberse a que los AC y los AA cumplen con diferentes roles en el partido. Además, en el presente estudio no se observan diferencias en el dRPE ni en el dRPE CP declarados por AA3 y AApref lo que pone de manifiesto que el rol en el partido puede condicionar la carga percibida más que la categoría de los AA. El espacio donde actúan los AA está limitado a la mitad del terreno de juego y a la zona de banda, mientras que los AC se desplazan por todo el terreno de juego (Castillo, Camara, et al., 2018). Teniendo en cuenta los diferentes roles y diferentes cargas de los AC y los AA, los entrenamientos deberían ser diferentes y específicos a los requerimientos propios del partido.

En la literatura científica podemos observar que tanto los AC como los AA, realizan multitud de aceleraciones, deceleraciones y cambios de dirección durante los encuentros (Barbero-Álvarez et al., 2014; Castagna & Abt, 2003; Weston et al., 2012) y esto puede derivar en una fatiga neuromuscular como concluyen Yanci et al. (2016). En este estudio se muestra que el esfuerzo muscular declarado por los AC y los AA es mayor que el esfuerzo respiratorio, lo que confirma la importante implicación neuromuscular de arbitrar un partido. Estos resultados también concuerdan con el estudio de (Castillo, Weston, et al., 2017) donde AC y AA de la tercera división española también declararon mayores valores de RPE_{mus} que de RPE_{res}. Sin embargo, otros estudios muestran que después de arbitrar un partido no existe una pérdida en el rendimiento del salto vertical (Castillo, Yanci, Cámara, & Weston, 2016; Castillo, Yanci, et al., 2018), aunque sí que se observa una pérdida significativa del rendimiento en actividades neuromusculares con alta implicación de fuerza en el eje horizontal (Castillo, Yanci, Cámara, & Weston, 2016) observándose una pérdida de capacidad de aceleración y salto horizontal. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el presente estudio sería interesante que preparadores físicos y entrenadores implementaran entrenamientos específicos orientados a mejorar la capacidad neuromuscular de los árbitros.

1.4.2. Segunda investigación: Associations between well-being state and match external and internal load in amateur referees.

Ozaeta, E., Yanci, J., Castagna, C., Romaratezabala, E., & Castillo, D. (2021). Associations between well-being state and match external and internal load in amateur referees. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3322), 1–9. <https://doi.org/10.3390/ijerph18063322>

1.4.2.1. Resumen de los principales resultados de la segunda investigación

Aunque no existen diferencias significativas cuando se comparan los índices de Hooper entre los AC y los AA, los AC registran mayores respuestas físicas ($p < 0,01$; ES = 0,75 a 5,78) en comparación con los AA. Además, los AC pasan más tiempo en la zona 4, la zona 5 y registran mayores valores de TRIMP_{EDW} ($p < 0,01$; ES = 1,35 a 1,62) que los AA. Por el contrario, los AC pasan menos tiempo en la zona 1, la zona 2 y la zona 3 ($p < 0,01$; ES = -0,43 a -1,45) en comparación con los AA.

Cuando se analiza la relación entre la condición inicial y la respuesta física, en los AC la fatiga inicial y el sueño se correlacionan positivamente con la Pot_{med} ($p < 0,05$; $r = 0,44$ a $0,52$; CL = 0,27 a 0,29) y negativamente con el tiempo de GCT_{med} ($p < 0,05$; $r = -0,44$ a $-0,51$; CL = 0,27 a 0,29). En cambio, en los AA existe una correlación entre el estrés inicial y la OsC_{med} ($p < 0,05$; $r = 0,36$; CL = 0,22). Cuando se analiza la relación entre el bienestar inicial y las respuestas fisiológicas, en los AC el sueño está correlacionado positivamente con el tiempo de permanencia en la zona 5 y el valor de TRIMP_{EDW} ($p < 0,05$; $r = 0,43$ a $0,46$; CL = 0,29) y negativamente con el tiempo de permanencia en la zona 2 ($p < 0,05$; $r = 0,48$; CL = 0,28). Además, existe una asociación negativa entre el estrés inicial y el tiempo pasado en la zona 1 ($p < 0,05$; $r = 0,42$; CL = 0,30). En los AA, por el contrario, el indicador del sueño está negativamente correlacionado con el tiempo pasado en la zona 5 ($p < 0,05$; $r = 0,33$; CL = 0,22) y positivamente con el tiempo pasado en la zona 1 ($p < 0,05$; $r = 0,34$; CL = 0,22).

Cuando se analiza la asociación entre las respuestas fisiológicas y físicas se observa que en los AC la Pot_{med} y la Vel_{med} se correlacionan negativamente con el tiempo pasado en la zona 2 ($p < 0,05$; $r = -0,43$; CL = 0,29). También existe una asociación positiva entre GCT_{med} y el tiempo pasado en la zona 2 y la zona 3 ($p < 0,05$; $r = 0,50$ a $0,60$; CL = 0,24 a 0,27). Además,

la potencia, la velocidad, la cadencia y el tiempo de contacto con el suelo se correlacionaron con el tiempo transcurrido en la zona 5 y el TRIMP_{EDW} ($p < 0,05$ a $0,01$; $r = 0,42$ a $0,64$; $CL = 0,22$ a $0,30$). En los AA se encontró una correlación negativa entre la velocidad y el tiempo en la zona 1 ($p < 0,05$; $r = -0,30$; $CL = 0,22$).

1.4.2.2. Resumen de la discusión de la segunda investigación

Tras revisar la literatura científica, ésta es la primera investigación en la que se utiliza la escala de Hooper en árbitros de fútbol antes de los partidos oficiales con el objetivo de evaluar la condición inicial de los árbitros. Los resultados muestran que no hay diferencias en ninguno de los indicadores de bienestar (estrés, sueño, fatiga y dolor muscular) entre los AC y los AA antes de officiar los partidos, por lo que parece que tanto los AC como los AA afrontan los partidos en condiciones similares atendiendo a la condición inicial. Sin embargo, los índices de Hooper declarados por AC y AA son moderados (2-3 puntos de una escala de 7 puntos). En la literatura se observa que los jugadores de fútbol declaran valores moderados en todas las variables de Hooper (entre 2,5 y 3,1 puntos de una escala de 7 puntos) (Clemente et al., 2017) y en otro estudio de Oliveira et al. (2019) los jugadores de fútbol también declaran valores bajos-moderados aunque un poco superiores (entre 2,2 y 3,6 puntos de una escala de 7 puntos). Estos resultados coinciden con los valores declarados por los árbitros en el presente estudio pues los AC declaran entre 2,7 y 2,9 puntos en una escala de 7 puntos y los AA entre 2,4 y 2,8 puntos en una escala de 7 puntos. Dado que uno de los principales retos de los preparadores físicos de los árbitros es conseguir que los árbitros consigan exhibir su bienestar físico óptimo durante la competición, el conocimiento de la condición inicial podría ayudarles a modular la carga semanal en las sesiones de entrenamiento.

En cuanto a las respuestas físicas, se trata de la primera investigación en la que se utilizan dispositivos Stryd en árbitros de fútbol mostrando que los AC cubren una distancia mayor ($8,65 \pm 0,84$ frente a $3,92 \pm 0,80$ m) y registran una mayor Pot_{med} ($120,72 \pm 11,75$ frente a $89,70 \pm 7,96$ W), Vel_{med} ($7,11 \pm 0,63$ frente a $5,9 \pm 0,43$ km·h⁻¹), la Cad_{med} ($62,83 \pm 1,73$ frente a $55,93 \pm 3,30$ pasos por minuto), la Osc_{med} ($8,00 \pm 0,54$ frente a $7,58 \pm 0,56$ cm), GCT_{med} ($541,21 \pm 57,73$ frente a $346,02 \pm 72,56$ m·s⁻¹) y Stiff_{med} ($9,28 \pm 0,56$ frente a $8,66 \pm 0,59$ KN·m⁻¹) en comparación con los AA. Por lo tanto, teniendo en cuenta que Stryd también detecta las diferencias entre los AC y los AA recogidos en la literatura (Barbero-Álvarez et al., 2012; Castillo, Cámara, et al., 2019), parece que el Stryd es un dispositivo

válido, como el GPS y el seguimiento con multicámara, para cuantificar las respuestas físicas en los árbitros de fútbol.

Analizando la relación entre el bienestar inicial y la carga de partido en general, en nuestro estudio no se han encontrado correlaciones entre la mayoría de los indicadores de Hooper (estrés, dolor muscular e índice de Hooper) y las variables físicas para los AC ni para los AA por lo que parece que la condición inicial no afecta a la carga de partido coincidiendo con el estudio de Polman et al. (2007). Sin embargo, la Pot_{med} y el GCT_{med} están correlacionados con el sueño y la fatiga en los AC, y el indicador de estrés está correlacionado con la Osc_{med} en los AA. Asimismo, existe una asociación entre el sueño y el tiempo de permanencia en la zona 2 y 5 y el $TRIMP_{EDW}$ para los AC, y el indicador de estrés está asociado con el tiempo de permanencia en la zona 1. Así, las asociaciones encontradas tienen una influencia baja y moderada entre el bienestar inicial y las respuestas físicas y fisiológicas tanto en AC como en AA, por lo que parece que los AC y los AA realizan un entrenamiento regular, controlado por un especialista que les permite afrontar los partidos oficiales en condiciones físicas óptimas.

En cuanto a las asociaciones entre las respuestas físicas y fisiológicas, en nuestro estudio los AC muestran que la Pot_{med} y la Vel_{med} se correlacionan negativamente con el tiempo pasado en la zona 2, y el GCT_{med} se correlaciona positivamente con el tiempo pasado en las zonas 2 y 3. Además, la distancia total, Pot_{med} , la Vel_{med} y el GCT_{med} están correlacionados con la zona 5 y el $TRIMP_{EDW}$. Estos resultados coinciden con aquellos estudios que reportan asociaciones entre la distancia total y el TRIMP en árbitros amateurs (Castillo, Weston, et al., 2017). Asimismo, la magnitud de las correlaciones entre las respuestas fisiológicas y físicas son similares a las de investigaciones anteriores en las que se utilizaron equipos GPS (Catterall et al., 1993; Costa et al., 2013). Así, Catterall et al. (1993) muestran una baja correlación ($r = 0,15$) entre la distancia total recorrida y la FC_{med} en partidos de fútbol profesional inglés y por otro lado Costa et al. (2013) muestran una asociación moderada ($r = 0,22$) entre la distancia total recorrida y el TRIMP en partidos internacionales. En el presente estudio, se ha encontrado una correlación moderada ($r = 0,32$) entre la distancia total recorrida y el TRIMP durante los partidos de aficionados. Por lo tanto, el Stryd puede proporcionar asociaciones similares entre las respuestas físicas y fisiológicas que otros equipos como el GPS o el seguimiento por multicámara.

1.4.3. Tercera investigación: Match physical and physiological response of amateur soccer referees: a comparison between halves and match periods.

Ozaeta, E., Fernandez, U., Martinez-Aldama, I., Cayero, R., & Castillo, D. (2022). Match physical and physiological response of amateur soccer referees: a comparison between halves and match periods. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1306), 1–14. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031306>

1.4.3.1. Resumen de los principales resultados de la tercera investigación

Cuando se comparan las respuestas físicas de los AC entre la primera parte y la segunda parte, estos registran una Pot_{med} ($p < 0,05$; $d = 0,54$; moderada), una Vel_{med} ($p < 0,05$; $d = 0,54$; moderada), una Cad_{med} ($p < 0,05$; $d = 0,52$; moderada) y una $Stiff_{med}$ ($p < 0,05$; $d = 0,57$; moderada) más bajas en la segunda parte que en la primera parte. Por el contrario, no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) en la distancia total, la Osc_{med} o el GCT_{med} entre ambas mitades. Cuando se comparan las respuestas físicas de los AC entre los periodos de 15 minutos se observa que los AC cubren más distancia en el último período de 15 minutos (75-90 minutos) que en cualquier otro ($p < 0,01$; $d = 0,87$ a $1,45$; alta). Además, en el periodo de 75-90 minutos se registran valores de Pot_{med} más altos que en los periodos 0-15 minutos ($p < 0,01$; $d = 4,09$; alta), 30-45 minutos ($p < 0,01$; $d = 4,14$; alta) y 60-75 minutos ($p < 0,01$; $d = 4,28$; alta). Los AC también muestran valores más altos de Pot_{med} en los periodos de 15-30 minutos y 45-60 minutos en comparación con los 0-15 minutos, 30-45 minutos y 60-75 minutos ($p < 0,01$; $d = 4,34$ a $4,56$; alta). La Vel_{med} es mayor en el periodo 0-15 minutos que en los periodos 30-45 minutos, 60-75 minutos y 75-90 minutos ($p < 0,01$; $d = 0,87$ a $0,89$; alta). Además, los AC registran una Cad_{med} más alta en el periodo 0-15 minutos que en los periodos 30-45 minutos, 60-75 minutos y 75-90 minutos ($p < 0,01$; $d = 0,77$ a $0,88$; moderada a alta).

Al analizar la respuesta física de los AA, no se observa una disminución significativa de la respuesta física en la segunda parte, excepto en la Osc_{med} ($p < 0,01$; $d = 0,42$; moderada). En cambio, cuando se analizan las diferencias entre los periodos de 15 minutos se observa que los periodos en los que se cubre más distancia son el 30-45 minutos ($p < 0,01$; $d = 0,59$ a $0,62$; moderada) y 75-90 minutos ($p < 0,01$; $d = 0,51$ a $0,97$; moderada a alta). Además, en el periodo 0-15 minutos, los AA registran una Pot_{med} más alta que en los periodos 30-45

minutos, 60-75 minutos y 75-90 minutos ($p < 0,01$; $d = 0,53$ a $0,58$; moderada); una Vel_{med} más alta que en los periodos 30-45 minutos y 60-75 minutos ($p < 0,05$; $d = 0,50$ a $0,55$; baja a moderada), mayor Cad_{med} que en los periodos 15-30 minutos, 30-45 minutos, 60-75 minutos y 75-90 minutos ($p < 0,01$; $d = 0,57$ a $0,75$; moderada) y mayor Osc_{med} que en los periodos 60-75 minutos y 75-90 minutos ($p < 0,05$; $d = 0,44$ a $0,60$; baja a moderada). Además, el periodo de 45-60 minutos también muestra valores de Cad_{med} más altos que en los periodos 30-45 minutos, 60-75 minutos y 75-90 minutos ($p < 0,05$; $d = 0,44$ a $0,50$; baja). Por último, en el periodo de 45-60 minutos se observan valores de GCT_{med} más bajos que en los periodos 30-45 minutos y 75-90 minutos ($p < 0,01$; $d = 0,52$ a $0,62$; moderada), y valores de tiempo de contacto con el suelo pico (GCT_{pico}) más bajos que en los periodos 0-15 minutos, 30-45 minutos y 75-90 minutos ($p < 0,05$; $d = 0,45$ a $0,47$; baja).

En cuanto a la respuesta fisiológica los AC pasan más tiempo en la zona 2, zona 3 y zona 4 ($p < 0,05$; $d = 0,45$ a $0,69$; moderada) en la segunda parte en comparación con la primera parte, y pasan menos tiempo en la zona 5 ($p < 0,01$; $d = 0,62$; moderada) durante la segunda parte. Además, los AC registran valores más bajos de FC_{med} ($p < 0,05$; $d = 0,56$; moderada) y FC_{pico} ($p < 0,05$; $d = 0,50$; baja) en la segunda parte en comparación con los valores obtenidos en la primera parte. Cuando se comparan las respuestas fisiológicas de los AC entre los periodos de 15 minutos se puede observar que la FC_{med} es significativamente más baja en el periodo de 45-60 minutos que en el 15-30 minutos ($p < 0,05$; $d = 0,70$; moderada). Además, se registran valores de FC_{pico} más bajos en el período 45-60 minutos que en los períodos 0-15 minutos ($p < 0,01$; $d = 0,79$; moderada) y 15-30 minutos ($p < 0,01$; $d = 0,68$; moderada). Además, el FC_{pico} es más bajo en el período 60-75 minutos que en el 0-15 minutos ($p < 0,05$; $d = 0,70$; moderada). Asimismo, los AC pasan más tiempo en la zona 3 y en la zona 4 en el periodo de 75-90 minutos que en los períodos de 15 minutos de la primera mitad ($p < 0,01$; $d = 0,64$ a $0,96$; moderada a alta). Los AC también pasan más tiempo en la zona 5 en el período 15-30 minutos que en los periodos 45-60 minutos ($p < 0,05$; $d = 0,68$; moderada) y 60-75 minutos ($p < 0,05$; $d = 0,68$; moderada). Por último, los AC registran valores de $TRIMP_{EDW}$ más altos en el periodo 75-90 minutos que en el resto de los periodos de 15 minutos del partido ($p < 0,01$; $d = 1,20$ a $1,97$; alta). Los AC también registran un $TRIMP_{EDW}$ más alto en el período 30-45 minutos que en los de 45-60 minutos y 60-75 minutos ($p < 0,05$; $d = 0,72$ a $0,78$; moderada).

Al analizar la respuesta fisiológica de los AA se observan valores de FC_{med} más bajos en la segunda parte ($p < 0,01$; $d = 0,63$; moderada) respecto a la primera parte, también pasan menos tiempo en la zona 5 ($p < 0,01$; $d = 0,41$; baja) durante la segunda parte. Por otro lado, durante la segunda parte los AA pasan más tiempo en las zonas 1 y 2 ($p < 0,01$; $d = 0,42$ a $0,48$; baja) en comparación con la primera parte. Cuando se analiza la respuesta fisiológica de los AA durante los períodos de 15 minutos en los períodos 45-60 minutos, 60-75 minutos y 75-90 minutos la FC_{med} es más baja que en el período 0-15 minutos ($p < 0,01$; $d = 0,63$ a $0,83$; moderada a alta). También se registran valores inferiores de FC_{med} en los períodos de 45-60 minutos y 60-75 minutos que en el 15-30 minutos ($p < 0,05$; $d = 0,45$ a $0,46$; baja). Además, en el período de 60-75 minutos los AA tienen un FC_{pico} más bajo que el 0-15 minutos ($p < 0,05$; $d = 0,44$; baja). Los AA pasan más tiempo en las zonas 1 y 2, a medida que avanza el partido ($p < 0,05$; $d = 0,44$ a $0,81$; baja a alta). Además, los AA están más tiempo en la zona 3 en el periodo de 75-90 minutos que en los demás períodos de 15 minutos anteriores ($p < 0,01$; $d = 0,46$ a $0,67$; baja a moderada) y también pasan más tiempo en la zona 4 durante el periodo 75-90 minutos que en el período 45-60 minutos y 60-75 minutos ($p < 0,05$; $d = 0,45$ a $0,46$; baja). A diferencia de lo que sucede con las zonas 1 y 2, los AA pasan menos tiempo en la zona 5 a medida que avanza el partido, registrando más tiempo en la zona 5 durante el periodo 0-15 minutos que en los periodos 30-45 minutos, 45-60 minutos, 60-75 minutos y 75-90 minutos ($p < 0,05$; $d = 0,47$ a $0,81$; baja a alta). También pasan menos tiempo en la zona 5 durante el período 60-75 minutos que en el 15-30 minutos ($p < 0,01$; $d = 0,52$; moderada).

1.4.3.2. Resumen de la discusión de la tercera investigación

En cuanto a la respuesta física de los AC los resultados de este estudio muestran que los AC tienen una Pot_{med} , Vel_{med} , Cad_{med} y un $Stiff_{med}$ más bajos durante la segunda parte en comparación con la primera parte, pero no se encuentran diferencias en la Osc_{med} ni en el GCT_{med} . Estos resultados están en concordancia con otros estudios que muestran una menor respuesta física durante la segunda parte en árbitros durante partidos internacionales (Barbero-Álvarez et al., 2014; Mallo et al., 2009b). Del mismo modo en cuanto a la respuesta fisiológica, aunque los AC pasan más tiempo en las zonas 2, 3 y 4 durante la segunda parte en comparación con la primera parte, registran una FC_{med} , un FC_{pico} y un tiempo de permanencia en la zona 5 significativamente menores. De nuevo, estos resultados coinciden con la literatura previa en árbitros de partidos nacionales e internacionales (Castillo, Camara,

& Yanci, 2016; Weston & Brewer, 2002). Aunque la respuesta física media se vea reducida en la segunda parte en el presente estudio no se han encontrado diferencias significativas en variables pico. Estos resultados demuestran que los AC son capaces de realizar valores máximos similares durante la segunda parte en comparación con la primera parte, pero no son capaces de mantener la respuesta física media. Estos resultados vienen a corroborar lo demostrado por Costa et al. (2013) donde informan que la Vel_{med} de los AC disminuye durante la segunda parte pero pueden mantener una velocidad máxima similar durante el todo el partido.

En cuanto a los AA los resultados del presente escrito no muestran que haya diferencias significativas en la variación de las respuestas físicas entre las partes en los AA, con la excepción de la disminución de la Osc_{med} y el aumento de la Cad_{pico} durante la segunda parte. En relación con la variación de la respuesta fisiológica entre las partes, se observa una disminución de la FC_{med} y del tiempo de permanencia en la zona 5 durante la segunda parte. Por lo demás, el tiempo de permanencia en las zonas 1 y 2 aumenta durante la segunda parte en los AA, lo que concuerda con el estudio de Castillo, Camara, & Yanci, (2016) con AA nacionales. En general, la falta de diferencias en las respuestas físicas entre mitades podría deberse a las diferentes funciones de los AA durante el juego con respecto a los AC, que registran mayores respuestas físicas porque tiene que cubrir más terreno (Castillo, Weston, et al., 2017; Krstrup et al., 2002). Por otro lado, según las diferencias reportadas en la respuesta fisiológica, podría ser que los AA pasen menos tiempo moviéndose hacia atrás y hacia los lados (Krstrup et al., 2002) lo que crea una mayor demanda metabólica (Reilly & Bowen, 1984) manteniendo la respuesta física similar a la primera parte pero aumentando la respuesta fisiológica durante la segunda parte.

En cuanto al análisis de la carga en periodos de 15 minutos en los AC, los resultados de este estudio muestran mayores respuestas físicas al inicio del encuentro (distancia total, Pot_{med} , Vel_{med} y Cad_{med}). Estos resultados están en concordancia con estudios anteriores en los que se demuestra que las respuestas físicas son mayores en los primeros 15 minutos durante los partidos internacionales (Barbero-Álvarez et al., 2012; Krstrup et al., 2009). Sin embargo, no se encuentran diferencias significativas en la Osc_{med} , GCT_{med} y $Stiff_{med}$ durante los periodos de 15 minutos del partido. En cuanto a la respuesta fisiológica de los AC, aunque las variables disminuyen a medida que avanza el partido, durante la segunda parte, el tiempo en

las zonas 3, 4 y 5 es mayor que en los períodos anteriores de 15 minutos. Estos hallazgos podrían explicarse por una mayor intensidad del partido causada por el aumento del número de pases perdidos en la segunda parte (Rampinini et al., 2008, 2009), lo que podría traducirse en un mayor número de transiciones que implican un mayor desorden en el juego del partido. En cuanto a los AA, los presentes resultados muestran que los AA registran los valores más altos de Pot_{med}, Vel_{med}, Cad_{med} y Osc_{med} en el periodo 0-15 minutos. Sin embargo, se observa que los AA cubren más distancia total durante los últimos 15 minutos de ambas mitades (i.e., 30-45 minutos y 75-90 minutos) que en los otros períodos de 15 minutos. De forma similar a la respuesta física, cuando se observa la respuesta fisiológica, los valores más altos de FC_{med} y el tiempo de permanencia en la zona 5 se registran en el periodo 0-15 minutos y son significativamente más altos que en todos los periodos de 15 minutos de la segunda mitad (45-60 minutos, 60-75 minutos y 75-90 minutos). Al igual que ocurre con los AC, parece que los últimos minutos del partido implican que los jugadores de fútbol fallan más pases (Rampinini et al., 2009) lo que puede provocar más transiciones en el juego en las que los AA tienen que cubrir mayores distancias.

1.5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaide, F. (2009). *Fútbol, fenómeno de fenómenos*. LID Editorial Empresarial.
- Andrzejewski, M., Pluta, B., Konefał, M., Konarski, J., Chmura, J., & Chmura, P. (2019). Activity profile in elite Polish soccer players. *Research in Sports Medicine*, 27(4), 473–484. <https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1545648>
- Aoba, Y., Yoshimura, M., Miyamori, T., & Suzuki, S. (2011). Assessment of soccer referee performance during games. *Football Science*, 8, 8–15.
- Aragão e Pina, J., Passos, A., Araújo, D., & Maynard, M. T. (2018). Football refereeing: An integrative review. *Psychology of Sport and Exercise*, 35, 10–26. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2017.10.006>
- 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. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b2c82a>
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2007). Metabolic response and fatigue in soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(2), 111–127. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2.2.111>
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Medicine*, 38(1), 37–51. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838010-00004>
- Barbero-Álvarez, J. C., Boullosa, D. A., Nakamura, F. Y., Andrín, G., & 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. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825183c5>
- Barbero-Álvarez, J. C., Boullosa, D. A., Nakamura, F. Y., Andrín, G., & Weston, M. (2014). Repeated acceleration ability (RAA): A new concept with reference to top-level field and assistant soccer referees. *Asian Journal of Sports Medicine*, 5(1), 63–66. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001659>
- Bastida-Castillo, A., Gómez-Carmona, C. D., De la Cruz-Sánchez, E., & Pino-Ortega, J. (2018). Accuracy, intra- and inter-unit reliability, and comparison between GPS and UWB-based position-tracking systems used for time–motion analyses in soccer. *European Journal of Sport Science*, 18(4), 450–457. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1427796>

- Bastida-Castillo, A., Gómez-Carmona, C. D., De la Cruz Sánchez, E., & Pino-Ortega, J. (2019). Comparing accuracy between global positioning systems and ultra-wideband-based position tracking systems used for tactical analyses in soccer. *European Journal of Sport Science*, 19(9), 1157–1165. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1584248>
- Borg, G., Hassmén, P., & Lagerström, M. (1987). Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 56(6), 679–685. <https://doi.org/10.1007/BF00424810>
- Butler, R. J., Southers, C., Gorman, P. P., Kiesel, K. B., & Plisky, P. J. (2012). Differences in soccer players' dynamic balance across levels of competition. *Journal of Athletic Training*, 47(6), 616–620. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.5.14>
- Casajús, J. A., & González-Agüero, A. (2015). Body composition evolution in elite football referees; An eleven-years retrospective study. *International Journal of Sports Medicine*, 36, 550–553. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1398582>
- Casajús, J. A., Matute-Llorente, Á., Herrero, H., Vicente-Rodríguez, G., & González-Agüero, A. (2016). Body fat in elite Spanish football referees and assistants: A 1-year follow-up study. *Apunts Medicina de l'Esport*, 51(189), 21–26. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2015.06.002>
- Casamichana, D., & Castellano, J. (2010). Time-motion, heart rate, perceptual and motor behaviour demands in small-sides soccer games: Effects of pitch size. *Journal of Sports Sciences*, 28(14), 1615–1623. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.521168>
- Castagna, C., & Abt, G. (2003). Intermatch variation of match activity in elite Italian soccer referees. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(2), 388–392. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2003\)017<0388:IVOMAI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017<0388:IVOMAI>2.0.CO;2)
- Castagna, C., Abt, G., & D'Ottavio, S. (2002). The relationship between selected blood lactate thresholds and match performance in elite soccer referees. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(4), 623–627. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2002\)016<0623:TRBSBL>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2002)016<0623:TRBSBL>2.0.CO;2)
- Castagna, C., Abt, G., & D'Ottavio, S. (2005). Competitive-Level differences in Yo-Yo intermittent recovery and twelve minute run test performance in soccer referees. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 805–809.
- Castagna, C., Abt, G., & D'Ottavio, S. (2007). Physiological Aspects of Soccer Refereeing Performance and Training. *Sports Medicine*, 37(7), 625–646.
- Castellano, J. (2000). *Observación y análisis de la acción de juego en fútbol*. [Tesis doctoral,

Universidad del País Vasco].

- Castillo-Rodríguez, A., Muñoz-Arjona, C., & Onetti-Onetti, W. (2021). National vs. non-national soccer referee: physiological, physical and psychological characteristics. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1–9. <https://doi.org/10.1080/02701367.2021.1923626>
- Castillo, D., Camara, J., Castellano, J., & Yanci, J. (2016). Football match officials do not attain maximal sprinting speed during matches. *Kinesiology*, 48(December), 1–6.
- Castillo, D., Cámara, J., Lozano, D., Berzosa, C., & Yanci, J. (2019). The association between physical performance and match-play activities of field and assistants soccer referees. *Research in Sports Medicine*, 27(3), 283–297. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1534117>
- Castillo, D., Cámara, J., Sedano, S., & Yanci, J. (2017). Impact of official matches on soccer referees' horizontal-jump performance. *Science and Medicine in Football*, 1(2), 145–150. <https://doi.org/10.1080/24733938.2017.1330549>
- Castillo, D., Camara, J., & Yanci, J. (2016). Análisis de las respuestas físicas y fisiológicas de árbitros y asistentes de fútbol durante partidos oficiales. *RICYDE: Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*, 45(12), 250–261. <https://doi.org/10.5232/ricyde>
- Castillo, D., Camara, J., & Yanci, J. (2018). Influencia del criterio de determinación de la frecuencia cardiaca máxima sobre la cuantificación de la carga interna en el arbitraje. *Archivos de Medicina Del Deporte*, 35(4), 228–233.
- Castillo, D., Castagna, C., Camara, J., Iturricastillo, A., & Yanci, J. (2018). Influence of team's rank on soccer referees' external and internal match loads during official matches. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(6), 1715–1722. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002040>
- Castillo, D., Raya, J., Usabiaga, O., Cámara, J., Castellano, J., & Yanci, J. (2019). Analysis of the success in soccer match officials' decisions during an international tournament according to contextual factors. *Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*, 15(57), 225–234. <https://doi.org/10.5232/ricyde>
- Castillo, D., Weston, M., McLaren, S. J., Cámara, J., & Yanci, J. (2017). Relationships between internal and external match load indicators in soccer match officials. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(7), 922–927. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0392>
- Castillo, D., Yanci, J., & Cámara, J. (2018). Impact of official matches on soccer referees'

- power performance. *Journal of Human Kinetics*, 61, 131–140.
<https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0116>
- Castillo, D., Yanci, J., Cámara, J., & Weston, M. (2016). The influence of soccer match play on physiological and physical performance measures in soccer referees and assistant referees. *Journal of Sports Sciences*, 34(6), 557–563.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1101646>
- Castillo, D., Yanci, J., Casajús, J. A., & Cámara, J. (2016). Physical fitness and physiological characteristics of soccer referees. *Science and Sports*, 31(1), 27–35.
<https://doi.org/10.1016/j.scispo.2015.11.003>
- Catteeuw, P., Gilis, B., García-Aranda, J. M., Tresaco, F., Wagemans, J., & Helsen, W. (2010). Offside decision making in the 2002 and 2006 FIFA world cups. *Journal of Sports Sciences*, 28(0), 1–6. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.491084>
- Catteeuw, P., Helsen, W., Gilis, B., & Wagemans, J. (2009). Decision-making skills, role specificity, and deliberate practice in association football refereeing. *Journal of Sports Sciences*, 27(11), 1125–1136. <https://doi.org/10.1080/02640410903079179>
- Catterall, C., Reilly, T., Atkinson, G., & Coldwells, A. (1993). Analysis of the work rates and heart rates of association football referees. *British Journal of Sports Medicine*, 27(3), 193–196. <https://doi.org/10.1136/bjism.27.3.193>
- Cerezuela-Espejo, V., Hernández-Belmonte, A., Courel-Ibáñez, J., Conesa-Ros, E., Mora-Rodríguez, R., & Pallarés, J. G. (2020). Are we ready to measure running power? Repeatability and concurrent validity of five commercial technologies. *European Journal of Sport Science*. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1748117>
- Clemente, F. M., Mendes, B., Nikolaidis, P. T., Calvete, F., Carriço, S., & Owen, A. L. (2017). Internal training load and its longitudinal relationship with seasonal player wellness in elite professional soccer. *Physiology & Behavior*, 179, 262–267.
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.06.021>
- Coleclough, J. (2013). Soccer coaches' and referees' perceptions of tackle incidents with respect to the laws of the game. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13, 553–566. <https://doi.org/10.1080/24748668.2013.11868669>
- Costa, E. C., Vieira, C. M. A., Moreira, A., Ugrinowitsch, C., Castagna, C., & Aoki, M. S. (2013). Monitoring external and internal loads of Brazilian soccer referees during official matches. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12, 559–564.
- Coulomb-Cabagno, G., Rascle, O., & Souchon, N. (2005). Players' gender and male referees'

- decisions about aggression in French soccer: A preliminary study. *Sex Roles*, 52(7–8), 547–553. <https://doi.org/10.1007/s11199-005-3720-z>
- D'Ottavio, S., & Castagna, C. (2001a). Analysis of match play activities in elite soccer referees during actual match play. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(2), 167–171. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2001\)015<0167:AOMAIE>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2001)015<0167:AOMAIE>2.0.CO;2)
- D'Ottavio, S., & Castagna, C. (2001b). Physiological load imposed on elite soccer referees during actual match play. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(1), 27–32. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2001\)015<0167:AOMAIE>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2001)015<0167:AOMAIE>2.0.CO;2)
- Da Silva, A. I., De los Santos, H., & Cabrera, C. (2012). Comparative analysis of body composition of football (Soccer) referees from Brazil and Uruguay. *International Journal of Morphology*, 30(3), 877–882. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022012000300019>
- Dawson, P., & Dobson, S. (2010). The influence of social pressure and nationality on individual decisions: Evidence from the behaviour of referees. *Journal of Economic Psychology*, 31, 181–191. <https://doi.org/10.1016/j.joep.2009.06.001>
- Dawson, P., Dobson, S., Goddard, J., & Wilson, J. (2007). Are football referees really biased and inconsistent?: Evidence on the incidence of disciplinary sanction in the english premier league. *Journal of the Royal Statistical Society*, 170(1), 231–250. <http://www.jstor.org/stable/4623144>
- Estatutos de la Federación Vizcaína de Fútbol, Pub. L. No. 53, Boletín Oficial de Bizkaia 15405 (2007). https://www.fvf-bff.org/img/Normativa/ESTATUTOS_FVF-BFF_2020.pdf
- Estatutos de la Federación Vasca de Fútbol, Boletín Oficial del País Vasco (2019). <https://euskadifutbol.eus/wp-content/uploads/2020/02/ESTATUTOS-WEB-11-2019.pdf>
- Di Salvo, V., Carmont, M. R., & Maffulli, N. (2011). Football officials activities during matches: a comparison of activity of referees and linesmen in European, Premiership and Championship matches. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 1(3), 106–111. <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3666476&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
- Dohmen, T. J. (2008). The influence of social forces: Evidence from the behavior of football referees. *Economic Inquiry*, 46(3), 411–424. <https://doi.org/10.1111/j.1465-7295.2007.00112.x>

- Edwards, S. (1993). *The heart rate monitor book*. Polar electro Oy.
- Eisenberg, C., Lanfranchi, P., Masson, T., & Wahl, A. (2004). *FIFA 1904-2004. Le siècle du football*. Paris: Le cherche midi.
- FIFA. (2007). FIFA Big Count 2006. *FIFA Communications Division, Information Services*, 31, 1–12.
- Estatutos de la FIFA, (2020).
<https://digitalhub.fifa.com/m/14c7395219f80994/original/hdkaolpj72hvi3piebfq-pdf.pdf>
- FIFA. (2020a). *Pruebas de condición física para los árbitros*.
<https://digitalhub.fifa.com/m/da0fe373be1c4523/original/gaonvyullrxlqom9pzyt-pdf.pdf>
- FIFA. (2020b). *Reglamento sobre la organización del arbitraje en las federaciones miembro de la FIFA*.
<https://digitalhub.fifa.com/m/3f2efb485b8f9e5f/original/exzfatpcvc1tzip6cq7j6-pdf.pdf>
- FIFA. (2021a). *Federaciones miembro de la FIFA*. <https://www.fifa.com/es/about-fifa/associations>
- FIFA. (2021b). *Organización comisiones*. <https://www.fifa.com/es/about-fifa/organisation/committees>
- FIFA. (2021c). *Sobre nosotros*. <https://www.fifa.com/es/about-fifa>
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001). A New Approach to Monitoring Exercise Training. *National Strength and Conditioning Association*, 15(1), 109–115.
<https://doi.org/10.1519/00124278-200102000-00019>
- García-Santos, D., Pino-Ortega, J., García-Rubio, J., Vaquera, A., & Ibáñez, S. J. (2019). Internal and external demands in basketball referees during the U-16 european women's championship. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(3421). <https://doi.org/10.3390/ijerph16183421>
- Ghasemi, A., Momeni, M., Rezaee, M., & Gholami, A. (2009). The difference in visual skills between expert versus novice soccer referees. *Journal of Human Kinetics*, 22(1), 15–20.
<https://doi.org/10.2478/v10078-009-0018-1>
- Gomez-Carmona, C. D., & Pino-Ortega, J. (2016). Kinematic and physiological analysis of the performance of the referee football and its relationship with decision making. *Journal of Human Sport and Exercise*, 11(4), 397–414.
<https://doi.org/10.14198/jhse.2016.114.01>

- Groot, L. (2005). Referees among most important players in soccer tournaments. *Journal of Sport and Social Issues*, 29(4), 437–442. <https://doi.org/10.1177/0193723505280797>
- Groot, L. (2009). Competitive Balance in Team Sports: The Scoring Context, Referees, and Overtime. *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, 165(3), 384–400. <https://doi.org/10.1628/093245609789471961>
- Gulec, U., & Yilmaz, M. (2016). A serious game for improving the decision making skills and knowledge levels of Turkish football referees according to the laws of the game. *SpringerPlus*, 5(622). <https://doi.org/10.1186/s40064-016-2227-0>
- Helsen, W., & Bultynck, J. B. (2004). Physical and perceptual-cognitive demands of top-class refereeing in association football. *Journal of Sports Sciences*, 22(2), 179–189. <https://doi.org/10.1080/02640410310001641502>
- Helsen, W., Gilis, B., & Weston, M. (2006). Errors in judging “offside” in association football: Test of the optical error versus the perceptual flash-lag hypothesis. *Journal of Sports Sciences*, 24(5), 521–528. <https://doi.org/10.1080/02640410500298065>
- Hérmendez Moreno, J. (2006). Temporalidad ludomotriz y sincronía externa y diacronía interna en fútbol masculino argentino, francés y español. *Efdeportes*, 11(95).
- Hooper, S. L., Mackinnon, L. T., Howard, A., Gordon, R. D., & Bachman, A. W. (1995). Markers for monitoring overtraining and recovery. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 27(1), 106–112.
- Hughes, M. G., Birdsey, L., Meyers, R., Newcombe, D., Oliver, J. L., Smith, P. M., Stembridge, M., Stone, K., & Kerwin, D. G. (2013). Effects of playing surface on physiological responses and performance variables in a controlled football simulation. *Journal of Sports Sciences*, 31(8), 878–886. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.757340>
- IFAB. (2021). *Laws of the game*. <https://www.theifab.com/documents/?documentType=all&language=en&years=2021>
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., & Marcora, S. M. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 583–592. <https://doi.org/10.1080/02640410400021278>
- Johansen, B. T., & Haugen, T. (2013). Anxiety level and decision-making among Norwegian top-class soccer referees. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 11(2), 215–226. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2013.773665>
- Konefal, M., Chmura, P., Andrzejewski, M., & Chmura, J. (2014). Analysis of motor

- performance of professional soccer players in different environmental conditions. *Trends in Sport Sciences*, 4(21), 221–227.
- Kranjec, A., Lehet, M., Bromberger, B., & Chatterjee, A. (2010). A sinister bias for calling fouls in soccer. *PLoS ONE*, 5(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011667>
- Krustrup, P., & 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. <https://doi.org/10.1080/026404101753113831>
- Krustrup, P., Helsen, W., Randers, M. B., Christensen, J. F., Macdonald, C., Rebelo, A. N., & Bangsbo, J. (2009). Activity profile and physical demands of football referees and assistant referees in international games. *Journal of Sports Sciences*, 27(11), 1167–1176. <https://doi.org/10.1080/02640410903220310>
- Krustrup, P., Mohr, M., & Bangsbo, J. (2002). Activity profile and physiological demands of top-class soccer assistant refereeing in relation to training status. *Journal of Sports Sciences*, 20(11), 861–871. <https://doi.org/10.1080/026404102320761778>
- Lago-Peñas, C., Rey, E., Lago-Ballesteros, J., Casais, L., & Domínguez, E. (2009). Analysis of work-rate in soccer according to playing positions. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 9(2), 218–227. <https://doi.org/10.1080/24748668.2009.11868478>
- Lane, A. M., Nevill, A. M., Ahmad, N. S., & Balmer, N. (2006). Soccer Referee Decision-Making: “shall I Blow the Whistle?” *Journal of Sports Science & Medicine*, 5, 243–253. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24259997>
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC3827566>
- Lastella, M., Lovell, G. P., & Sargent, C. (2012). Athletes’ precompetitive sleep behaviour and its relationship with subsequent precompetitive mood and performance. *European Journal of Sport Science*, 14(SUPPL.1). <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.660505>
- Lex, H., Pizzera, A., Kurtes, M., & Schack, T. (2014). Influence of players’ vocalisations on soccer referees’ decisions. *European Journal of Sport Science*. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.962620>
- Link, D., & Weber, H. (2017). Effect of ambient temperature on pacing in soccer depends on skill level. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(7), 1766–1770. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001013>
- Lopez-Aguilar, J., Alonso-Arbiol, I., Onetti-Onetti, W., & Castillo-Rodriguez, A. (2021). Efecto de la competición sobre la impulsividad del árbitro de fútbol amateur. *Cultura*,

- Ciencia y Deporte*, 16(49), 519–528. <https://doi.org/10.12800/ccd.v16i49.1619>
- Los Arcos, A., Mendez-Villanueva, A., & Martínez-Santos, R. (2017). In-season training periodization of professional soccer players. *Biology of Sport*, 34(2), 149–155. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2017.64588>
- MacMahon, C., Helsen, W. F., Starkes, J. L., & Weston, M. (2007). Decision-making skills and deliberate practice in elite association football referees. *Journal of Sports Sciences*, 25(1), 65–78. <https://doi.org/10.1080/02640410600718640>
- Mallo, J., Gonzalez Frutos, P., Juárez, D., & Navarro, E. (2012). Effect of positioning on the accuracy of decision making of association football top-class referees and assistant referees during competitive matches. *Journal of Sports Sciences*, 30(13), 1437–1445. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.711485>
- Mallo, J., Navarro, E., García-Aranda, J. M., Gilis, B., & 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. <https://doi.org/10.1080/02640410600778602>
- Mallo, J., Navarro, E., Garcia Aranda, J. M., & Helsen, W. (2009a). Activity profile of top-class association football referees in relation to fitness-test performance and match standard. *Journal of Sports Sciences*, 27(1), 9–17. <https://doi.org/10.1080/02640410802298227>
- Mallo, J., Navarro, E., Garcia Aranda, J. M., & Helsen, W. (2009b). Physical demands of top-class soccer assistant refereeing during high-standard matches. *International Journal of Sports Medicine*, 30(5), 331–336.
- Manuel, A. J. (1994). *Cinética del lactato en remo de banco fijo*. Universidad del País Vasco - Euskal Herriko Unibertsitatea.
- Mascarenhas, D., O'Hare, D. & Plessner, H. (2006). The Psychological and Performance Demans of Association Football Refereeing.pdf. *International Journal of Sport Psychology*, 37(January), 99–120.
- Mascarenhas, D., Button, C., O'Hare, D., & Dicks, M. (2009). Physical Performance and Decision Making in Association Football Referees: A Naturalistic Study. *The Open Sports Sciences Journal*, 2(1), 1–9. <https://doi.org/10.2174/1875399x00902010001>
- Matthew, D., & Delextrat, A. (2009). Heart rate, blood lactate concentration, and time-motion analysis of female basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 27(8), 813–821. <https://doi.org/10.1080/02640410902926420>

- Estatutos de la Real Federación Española de Fútbol, Boletín Oficial del Estado 42726 (2020).
[https://www.boe.es/eli/es/res/2020/06/04/\(15\)/dof/spa/pdf](https://www.boe.es/eli/es/res/2020/06/04/(15)/dof/spa/pdf)
- Misjuk, M., Hurt, N., & Rannam, I. (2015). Soccer players training load during Estonian Premium League matches: comparison of high and low ranking teams. *Journal of Human Sport and Exercise*, *10*(Proc1), 521–525.
<https://doi.org/10.14198/jhse.2015.10.proc1.47>
- Moalla, W., Fessi, M. S., Farhat, F., Nouria, S., Wong, D. P., & Dupont, G. (2016). Relationship between daily training load and psychometric status of professional soccer players. *Research in Sports Medicine*, 1–8.
<https://doi.org/10.1080/15438627.2016.1239579>
- Mohr, M., Krstrup, P., & 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. <https://doi.org/10.1080/0264041031000071182>
- Mujika, I. (2013). The alphabet of sport science research starts with Q. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *8*(5), 465–466.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.8.5.465>
- Muñoz-Arjona, C., Fernandes, B. R., Dos Santos, T. D., Onetti-Onetti, W., & Castillo-Rodríguez, A. (2021). Efecto de la experiencia del árbitro de fútbol en la competición deportiva. *Cultura, Ciencia y Deporte*, *17*(51), 39–49.
- Navalta, J. W., Montes, J., Bodell, N. G., Aguilar, C. D., Radzak, K., Manning, J. W., & DeBeliso, M. (2019). Reliability of trail walking and running tasks using the stryd power meter. *International Journal of Sports Medicine*, *40*(08), 498–502.
- Nevill, A. M., Newell, S. M., & Gale, S. (1996). Factors associated with home advantage in english and scottish soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, *14*(2), 181–186.
<https://doi.org/10.1080/02640419608727700>
- Nevill, A. M., Webb, T., & Watts, A. (2013). Improved training of football referees and the decline in home advantage post-WW2. *Psychology of Sport and Exercise*, *14*(2), 220–227. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2012.11.001>
- Oliva-Lozano, J. M., Rojas-Valverde, D., Gómez-Carmona, C. D., Fortes, V., & Pino-Ortega, J. (2020a). Impact of contextual variables on the representative external load profile of Spanish professional soccer match-play: A full season study. *European Journal of Sport Science*, *21*(4), 497–506. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1751305>
- Oliva-Lozano, J. M., Rojas-Valverde, D., Gómez-Carmona, C. D., Fortes, V., & Pino-Ortega,

- J. (2020b). Worst case scenario match analysis and contextual variables in professional soccer players: A longitudinal study. *Biology of Sport*, 37(4), 429–436. <https://doi.org/10.5114/BIOLSPORT.2020.97067>
- Oliveira, R., Brito, J. P., Martins, A., Mendes, B., Marinho, D. A., Ferraz, R., & Marques, M. C. (2019). In-season internal and external training load quantification of an elite European soccer team. *PLoS ONE*, 14(4), 1–18.
- Özgünen, K. T., Kurdak, S. S., Maughan, R. J., Zeren, Ç., Korkmaz, S., Yazc, Z., Ersöz, G., Shirreffs, S. M., Binnet, M. S., & Dvorak, J. (2010). Effect of hot environmental conditions on physical activity patterns and temperature response of football players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(SUPPL. 3), 140–147. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01219.x>
- Parlebas, P. (2008). *Juegos, deportes y sociedades. Léxico de praxiología motriz* (36th ed.). Paidotribo.
- Philippe, F. L., Vallerand, R. J., Andrianarisoa, J., & Brunel, P. (2009). Passion in referees: Examining their affective and cognitive experiences in sport situations. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 31, 77–96. <https://doi.org/10.1123/jsep.31.1.77>
- Pietraszewski, P., Maszczyk, A., Rocznik, R., Gołaś, A., & Stanula, A. (2014). Differentiation of perceptual processes in elite and assistant soccer referees. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 117, 469–474. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.02.247>
- Pietraszewski, P., Rocznik, R., Maszczyk, A., Grycmann, P., Roleder, T., Stanula, A., Fidos-Czuba, O., & Ponczek, M. (2014). The Elements of Executive Attention in Top Soccer Referees and Assistant Referees. *Journal of Human Kinetics*, 40(1), 235–243. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0025>
- Polman, R., Rowcliffe, N., Borkoles, E., & Levy, A. (2007). Precompetitive state anxiety, objective and subjective performance, and causal attributions in competitive swimmers. *Pediatric Exercise Science*, 19(1), 39–50. <https://doi.org/10.1123/pes.19.1.39>
- Put, K., Wagemans, J., Spitz, J., Armenteros Gallardo, M., Williams, A. M., & Helsen, W. (2014). The use of 2D and 3D information in a perceptual-cognitive judgement task. *Journal of Sports Sciences*, 32(18), 1688–1697. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.912760>
- Rabbani, A., Clemente, F. M., Kargarfard, M., & Chamari, K. (2019). Match fatigue time-course assessment over four days: usefulness of the Hooper Index and heart rate

- variability in professional soccer players. *Frontiers in Physiology*, 10(109), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00109>
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Azzalin, A., Bravo, D. F., & Wisløff, U. (2008). Effect of Match-Related Fatigue on Short-Passing Ability in Young Soccer Players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(5), 934–942. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181666eb8>
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Coutts, A. J., & Wisløff, U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12, 227–233. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.10.002>
- Reilly, T., & Bowen, T. (1984). Exertional costs of changes in directional modes of running. *Perceptual and Motor Skills*, 58, 149–150.
- Remolina, H., & Porrás, J. (2015). Concentración de lactato durante una competencia de fútbol sala. *El Hombre y La Máquina*, 47, 6–10.
- RFEF. (2021). *Comité técnico de árbitros*. <https://www.rfef.es/comites/comite-tecnico-de-arbitros>
- Ribeiro, J. N., Gonçalves, B., Coutinho, D., Brito, J., Sampaio, J., & Travassos, B. (2020). Activity profile and physical performance of match play in elite futsal players. *Frontiers in Psychology*, 11(1709). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01709>
- Rico-González, M., Los Arcos, A., Nakamura, F. Y., Gantois, P., & Pino-Ortega, J. (2020). A comparison between UWB and GPS devices in the measurement of external load and collective tactical behaviour variables during a professional official match. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 20(10). <https://doi.org/10.1080/24748668.2020.1823153>
- Ridolfi, M., Vandermeeren, S., Defraye, J., Steendam, H., Gerlo, J., Clercq, D. De, Hoebeke, J., & Poorter, E. De. (2018). Experimental evaluation of uwb indoor positioning for sport postures. *Sensors*, 18(168), 1–20. <https://doi.org/10.3390/s18010168>
- Romaratezabala, E., Castillo, D., Rodríguez, J., & Yanci, J. (2019). Efectos de la percepción psicológica de estrés, fatiga, daño muscular y descanso en el calentamiento pre partido en jugadores de balonmano amateur. *Revista de Ciencias Del Deporte*, 15(1), 49–60.
- Romaratezabala, E., Nakamura, F. Y., Castillo, D., Gorostegi-Anduaga, I., & Yanci, J. (2018). Influence of warm-up duration on physical performance and psychological perceptions in handball players. *Research in Sports Medicine*, 26(2), 230–243.

- <https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1431536>
- Romero-Moraleda, B., Nedergaard, N. J., Morencos, E., Casamichana, D., Ramirez-Campillo, R., & Vanrenterghem, J. (2021). External and internal loads during the competitive season in professional female soccer players according to their playing position: differences between training and competition. *Research in Sports Medicine*, 29(5), 449–461. <https://doi.org/10.1080/15438627.2021.1895781>
- Samuel, R. D., Galily, Y., & Tenenbaum, G. (2015). Who are you, ref? Defining the soccer referee's career using a change-based perspective. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2015.1079792>
- Slack, L. A., Maynard, I. W., Butt, J., & Olusoga, P. (2013). Factors Underpinning Football Officiating Excellence: Perceptions of English Premier League Referees. *Journal of Applied Sport Psychology*, 25(3), 298–315. <https://doi.org/10.1080/10413200.2012.726935>
- Spitz, J., Wagemans, J., Memmert, D., Williams, A. M., & Helsen, W. F. (2020). Video assistant referees (VAR): The impact of technology on decision making in association football referees. *Journal of Sports Sciences*, 1–7. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1809163>
- Stone, K. J., Hughes, M. G., Stenbridge, M. R., Meyers, R. W., Newcombe, D. J., & Oliver, J. L. (2016). The influence of playing surface on physiological and performance responses during and after soccer simulation. *European Journal of Sport Science*, 16(1), 42–49. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.984768>
- Sutter, M., & Kocher, M. G. (2004). Favoritism of agents - The case of referees' home bias. *Journal of Economic Psychology*, 25(4), 461–469. [https://doi.org/10.1016/S0167-4870\(03\)00013-8](https://doi.org/10.1016/S0167-4870(03)00013-8)
- Tanamati Soares, J., & Shamir, L. (2016). Quantitative Analysis of Penalty Kicks and Yellow Card Referee Decisions in Soccer. *American Journal of Sports Science*, 4(5), 84. <https://doi.org/10.11648/j.ajss.20160405.12>
- Tapia Flores, A., & Hernández-Mendo, A. (2010). Fútbol: concepto e investigación. *Efdeportes*, 15(148). <https://www.efdeportes.com/efd148/futbol-concepto-e-investigacion.htm>
- Taylor, L., Fitch, N., Castle, P., Watkins, S., Aldous, J., Sculthorpe, N., Midgely, A., Brewer, J., & Mauger, A. (2014). Exposure to hot and cold environmental conditions does not affect the decision making ability of soccer referees following an intermittent sprint

- protocol. *Frontiers in Physiology*, 5(185), 1–9.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00185>
- Tenèze, L., Joncheray, H., & Arnal, T. (2015). Rôle et pouvoir de l'arbitre en football: Approche historique. *Movement and Sports Sciences - Science et Motricite*, 87, 11–22.
<https://doi.org/10.1051/sm/2014019>
- UEFA. (2010). *Comité de árbitros*. <https://es.uefa.com/insideuefa/news/01e1-0f85dc9b96c7-585317fe86cc-1000--comite-de-arbitros/>
- UEFA Statutes, (2020). https://documents.uefa.com/v/u/_CJ2HRiZAu~Wo6ytlRy1~g
- UPV/EHU. (2022). *Capítulo XI. Tesis por compendio de publicaciones*.
<https://www.ehu.eus/es/web/doktoregoa/tesis-doctoral/tesis-por-compendio-de-publicaciones>
- Webb, T. (2016). 'Knight of the Whistle': W.P. Harper and the Impact of the Media on an Association Football Referee. *International Journal of the History of Sport*, 33(3), 306–324. <https://doi.org/10.1080/09523367.2016.1151004>
- Weston, M., Bird, S., Helsen, W., Nevill, A. M., & Castagna, C. (2006). The effect of match standard and referee experience upon the objective and subjective match workload of English Premier League referees. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9, 256–262.
- Weston, M., & Brewer, J. (2002). A study of the physiological demands of soccer refereeing. *Journal of Sports Sciences*, 20, 59–60.
- Weston, M., Castagna, C., Helsen, W., & 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. <https://doi.org/10.1080/02640410903110982>
- Weston, M., Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Bizzini, M., Williams, A. M., & Gregson, W. (2012). Science and Medicine Applied to Soccer Refereeing An Update. *Sports Medicine*, 42(7), 615–631. <https://doi.org/012-1642/12/0007-0615>
- Weston, M., Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., & Breivik, S. (2010). Ageing and physical match performance in English Premier League soccer referees. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 96–100.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.07.009>
- Weston, M., Drust, B., & Gregson, W. (2011). Intensities of exercise during match-play in FA Premier League referees and players. *Journal of Sports Sciences*, 29(5), 527–532.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2010.543914>
- Weston, M., Gregson, W., Castagna, C., Breivik, S., Impellizzeri, F. M., & 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 Sport Psychology and Performance*, 6(2), 281–286.
- Wilson, M. R., Wood, G., & Vine, S. J. (2009). Anxiety, attentional control, and performance impairment in penalty kicks. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 31(6), 761–775. <https://doi.org/10.1123/jsep.31.6.761>
- Yanci, J., Cámara, J., & Castillo, D. (2016). Análisis de la fatiga neuromuscular en árbitros y asistentes de fútbol durante partidos oficiales. *Revista Internacional de Deportes Colectivos*, 27, 38–45.

2. SECCIÓN

"Mantén tus ojos en las estrellas, y tus pies en el suelo"

(Theodore Roosevelt)

2.1. CONCLUSIONES

Las conclusiones de la presente tesis doctoral son las siguientes:

- Se ha observado que en la 2ª parte de los partidos los AC3, los AA3 y los AApref perciben un mayor dRPE y dRPE CP en comparación con la primera parte. No en vano, el hecho de no haber hallado diferencias significativas en el dRPE declarado por los AC como por los AA en la segunda parte y el total del partido, ponen de manifiesto que el dRPE del total del partido puede estar condicionado por el esfuerzo percibido en la 2ª parte, pudiendo ser más recomendable su uso diferenciado por partes.
- Las diferencias significativas en el dRPE y dRPE CP declarado por los AC3, los AA3 y AApref siendo los valores de los AC3 mayores que los de los otros dos grupos indican que el esfuerzo percibido y la carga de partido son mayores en los AC que en los AA. Es por ello que podría ser recomendable diferenciar la carga de partido de los AC y los AA para conocer el estado físico de cada grupo y prescribir la carga de entrenamiento semanal de cada grupo de forma más precisa. Los resultados hallados muestran que en los distintos momentos del partido (primera parte, segunda parte y total partido), el RPEmus y el RPEmus CP han sido mayores que el RPEres y el RPEres CP tanto para AC3, AA3 y AApref, poniendo de manifiesto la mayor implicación neuromuscular respecto a la respiratoria en el arbitraje amateur.
- No existen diferencias entre el bienestar inicial de los AC y de los AA a tenor de los resultados de la presente tesis doctoral por lo que tanto los AC como los AA afrontan los partidos en condiciones similares. Teniendo en cuenta que los valores obtenidos para ambos grupos no son del todo bajos, sería adecuado estandarizar algunas estrategias pre-competición para los AC y los AA.
- El bienestar inicial parece que no está relacionado con el rendimiento en partido en término de respuestas físicas y fisiológicas, ya que las correlaciones encontradas fueron escasas y de magnitudes pequeñas o moderadas tanto en AC como en AA.

- Tanto en los AC como en los AA las respuestas físicas y fisiológicas están relacionadas mostrando mayores respuestas físicas cuando los árbitros pasan más tiempo en la zona 5 y cuando muestran mayores valores de TRIMP.
- Las respuestas fisiológicas son menores en la segunda parte respecto a la primera parte en los AC y en los AA según los resultados obtenidos en la presente tesis doctoral por lo que pone de manifiesto la alta exigencia fisiológica del arbitraje. Además, los AC muestran un descenso en las respuestas físicas que durante la segunda parte que no muestran los AA.
- También se ha observado que tanto la carga de partido de los AC como de los AA disminuyen durante el partido, excepto en los últimos 15 minutos en los que los AC y los AA cubren más distancia y los AC también registran una mayor potencia media. Los resultados sugieren que las respuestas físicas y fisiológicas disminuyen a medida que avanza el partido, probablemente debido a la fatiga neuromuscular. Sin embargo, en los últimos 15 minutos algunas variables de la carga de partido aumentaron en los AC y los AA, posiblemente debido a un mayor número de ataques y transiciones. Esta disparidad del último periodo de 15 minutos del partido en las respuestas físicas y fisiológicas sugiere la necesidad de profundizar en este tema.

2.2. APLICACIONES PRÁCTICAS

- El uso del dRPE y dRPE CP en AC y AA puede ser un adecuado, sencillo y fácil método para cuantificar la carga de partido. Sin embargo, debido a que ni los árbitros ni los asistentes dan un valor distinto de dRPE en la segunda parte con respecto al valor total del partido, el uso del valor del partido puede estar limitado, ya que parece estar condicionado por el valor de dRPE de la segunda parte. El hecho de que el RPEmus y RPEmus CP sean más altos que el RPEres y el RPEres CP tanto en árbitros como asistentes, indica que la demanda neuromuscular es importante, por lo que los preparadores físicos deberían de considerar implementar programas de entrenamiento encaminados a la mejorar de la capacidad neuromuscular.
- En este estudio se demuestra que las variables de Stryd están relacionadas con las respuestas fisiológicas del partido, en consecuencia, este estudio demuestra la utilidad del medidor de potencia Stryd para medir las respuestas físicas del partido en árbitros de fútbol. Este hallazgo proporciona a los preparadores físicos e investigadores un nuevo dispositivo para analizar las respuestas físicas en los deportes de equipo.
- Teniendo en cuenta la información relevante que aporta esta tesis doctoral acerca de la evolución de la carga de partido tanto en AC como en AA, los preparadores físicos de árbitros pueden periodizarla carga semanal atendiendo a esta evolución y proponer contenidos de entrenamiento con el objetivo de llegar en mejores condiciones a los últimos minutos del partido.

2.3. LIMITACIONES

Esta tesis doctoral no está exenta de limitaciones. Una de las más importantes limitaciones es el número de árbitros y asistentes que han participado en el estudio, dado que la temporada competitiva fue detenida debido a las restricciones del COVID-19 el número de partidos analizados fue de 23 cuando el objetivo era tomar datos de todas las jornadas de la temporada 2019-2020. También se ha llevado una rigurosa, organizada y sistemática toma de datos a lo largo de la temporada 2019-2020. Sin embargo, la hora de disputa de los partidos estaba determinado por los clubes por lo que el rango de horario en el cual se han tomado los datos es amplio (11:00-17:00), aspecto que pudo afectar a los resultados de la presente tesis doctoral.

También cabe destacar, el hecho de que esta tesis doctoral se haya llevado a cabo con árbitros de la División de Honor de Bizkaia por lo que todos ellos pertenecen a la misma categoría y están adscritos al mismo comité de árbitros. Este hecho podría condicionar los resultados debido a que, aunque las instrucciones técnicas y los entrenamientos físicos que reciben por parte del comité son iguales para todos ellos, creando así una muestra homogénea para el estudio, estas directrices y los entrenamientos realizados entre semana podrían diferir de las de otros comités siendo la preparación física de los árbitros de otros comités diferente a la de los que participan en esta tesis doctoral.

Otra de las limitaciones de este estudio es que al ser el primero en el que se utiliza el dispositivo Stryd Power Meter en un deporte colectivo, no hay posibilidad de comparar los resultados, por lo que nuestros hallazgos deben ser tomados con cautela. En este sentido, sería interesante replicar esta investigación con árbitros de un nivel superior para saber si el medidor de potencia Stryd Power Meter, e incluso desarrollar estudios de validación del dispositivo, de cara a conocer si es pertinente su uso para cuantificar variables de respuestas físicas.

Otra limitación de esta tesis doctoral ha sido el hecho de que la escala de bienestar de Hooper solo haya podido ser utilizada previa a los partidos. Hubiera sido interesante no solo haberla utilizado en ese momento sino también durante las sesiones de entrenamiento para evaluar el estado y preparación diaria de los árbitros de fútbol. Así, futuras investigaciones podrían ir

encauzadas a analizar la asociación entre la carga de entrenamiento soportada por los árbitros durante el microciclo de entrenamiento y el bienestar inicial previo a arbitrar en competición oficial.

2.4. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Al ser esta la primera investigación que utiliza la tecnología del Stryd Power Meter para cuantificar las respuestas físicas de los árbitros en partidos oficiales sería interesante que otros científicos replicaran el procedimiento realizado en esta investigación. Tras los resultados positivos obtenidos en este estudio con el Stryd Power Meter se abre una nueva línea de investigación en la cual se puede utilizar esta herramienta para medir las respuestas físicas de los árbitros de fútbol. Si bien en este estudio se ha cuantificado la carga de partido de los árbitros, cuantificar también la carga de entrenamiento es necesario para conocer la respuesta de los árbitros ante los estímulos propuesto por los preparadores físicos y, de esta manera, ajustar el plan de entrenamiento semanal con la intención de tener un óptimo rendimiento en competición. Además, debido a la facilidad de uso de esta herramienta y que no tiene la necesidad de estar conectado a una red de satélites el Stryd Power Meter puede abrir líneas de investigación en el arbitraje de diferentes deportes tanto *outdoor* como *indoor*.

Los resultados de esta tesis doctoral dejan una incógnita por esclarecer acerca de los últimos 15 minutos de partido en la que las respuestas físicas y fisiológicas parecen aumentar respecto a los demás periodos, por lo que la comunidad científica debería investigar las razones por las que en los minutos finales los árbitros soportan una mayor carga de partido. Quizás, la dinámica del propio juego en estos últimos minutos pueda ser diferente respecto a periodos anteriores del partido y, este aspecto, pueda influir en la actividad y sollicitación fisiológica de los árbitros de fútbol.

Por último, los factores contextuales como las dimensiones terreno de juego, el tipo de césped, el periodo de la temporada, la temperatura ambiental, el estilo de juego de los equipos, el marcador, etc. puede que tengan influencia en las respuestas físicas y fisiológicas de los árbitros y árbitras de fútbol por lo que queda abierta esa línea de investigación. En este aspecto se ha realizado un estudio complementario en el que se analiza la influencia de las dimensiones terreno de juego, el tipo de césped, el periodo de la temporada y la temperatura ambiental en las respuestas físicas y fisiológicas sobre árbitros de fútbol. El estudio al completo puede encontrarse en los anexos de esta tesis doctoral. A pesar de ello, existen más factores contextuales por analizar (i.e., tiempo efectivo de juego, estilo de juego de los

equipos, distancia a la que se sitúa de la jugada, resultado final, marcador durante el partido, tarjetas mostradas, etc.) quedando abierta esta línea de investigación.

3. SECCIÓN

"Siempre está más oscuro antes del amanecer"

(Thomas Fuller)

3.1. ANEXOS

3.1.1. Artículos incluidos en la tesis doctoral

3.1.1.1. Primer artículo

Posibilidad de descarga en: <https://www.reefd.es/index.php/reefd/article/view/678/591>

REVISTA ESPAÑOLA DE EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTES -REEFD-
ISSN: 1133-6366 y ISSN: 2387-161X. Número 422, año LXX, 3^{er} trimestre, 2018



ESFUERZO PERCIBIDO DIFERENCIADO EN ÁRBITROS Y ASISTENTES DE FÚTBOL DE TERCERA DIVISIÓN DURANTE PARTIDOS OFICIALES

Eñaut Ozaeta Beaskoetxea¹, Daniel Castillo Alvira², Jesús Cámara
Tobalina¹ y Javier Yanci Irigoyen¹

Universidad del País Vasco, UPV/EHU, Vitoria-Gasteiz, España¹

Universidad Isabel I, Burgos, España²

RESUMEN

Objetivo: El objetivo de este estudio fue describir el esfuerzo percibido diferenciado (dRPE) y la carga percibida diferenciada (dRPE CP) en árbitros de fútbol durante partidos oficiales. Método: Noventa árbitros clasificados en tres grupos atendiendo a su rol/categoría: árbitros de campo de tercera división (AC3, n = 31), árbitros asistentes de tercera división (AA3, n = 26) y árbitros de división preferente que ejercen de forma puntual de asistentes en partidos de tercera división (AApref, n = 33). Los participantes declararon el dRPE (RPEres = esfuerzo percibido respiratorio y RPEmus = esfuerzo percibido muscular) mediante la escala 0-10 de Foster al final de la primera parte, segunda parte y el total al final del encuentro. El dRPE CP (RPEres CP y RPEmus CP) fue calculado multiplicando el valor de dRPE por la duración (min) del partido. Resultados: Todos los grupos declararon un mayor dRPE y dRPE CP en la segunda parte respecto a la primera ($p < 0,01$). Sin embargo, los valores de RPEres y de RPEmus de la segunda parte no fueron significativamente diferentes ($p > 0,05$) a los valores declarados del total del partido. Por otro lado, todos los grupos declararon un mayor RPEmus que RPEres ($p < 0,01$ o $p < 0,05$). Conclusión: Parece ser que el arbitraje en el fútbol tiene una alta implicación muscular por lo que los entrenadores y preparadores físicos de árbitros deberían diseñar entrenamientos específicos para mejorar su capacidad neuromuscular.

PALABRAS CLAVE: Arbitraje; RPE; Carga de partido; Rendimiento; Fatiga.



FIELD AND ASSISTANT SOCCER REFEREES DIFFERENTIATED
PERCEIVED EXERTION IN OFFICIAL MATCHES

ABSTRACT

The aim of this study was to describe differentiated perceived exertion (dRPE) and differentiated perceived match load (dRPE ML) of referees during a soccer match. Ninety match officials were classified into three groups according to their specific role/category: third division field referees (AC3, n = 31), third division assistant referees (AA3, n = 26) and preference division referees who performed as assistant referees in third division matches (AAPref, n = 33). Participants declared the dRPE (RPE_{res} = respiratory perceived exertion and RPE_{mus} = muscular perceived exertion) according to the 0-10 Foster scale at the end of the first half, the second half and at the end of the match. The dRPE ML were calculated multiplying the dRPE value by the duration (min) of the half/match. All groups showed higher dRPE and dRPE CP values in the second half than in the first half ($p < 0.01$). However, no significant differences were found in dRPE_{res} and dRPE_{mus} between the values obtained after the second half and at the end of match. Besides, all groups declared higher RPE_{mus} than RPE_{res} ($p < 0.01$ or $p < 0.05$). Soccer refereeing seems to generate high muscular demands, thus referee coaches and physical trainers should design specific training programs to increase their neuromuscular capacity.

KEY WORDS: Refereeing; RPE; Match load; Performance; Exertion.

Correspondencia: Javier Yanci Irigoyen Email: javier.yanci@ehu.eus
Historia: Recibido el 10 de abril de 2018. Aceptado el 13 de julio de 2018

INTRODUCCIÓN

Durante los partidos de fútbol tanto los árbitros de campo (AC) así como los árbitros asistentes (AA) deben realizar un considerable esfuerzo físico para poder situarse en una posición adecuada que facilite una mejor toma de decisiones (Di Salvo, Carmont y Maffulli, 2011). Estudios anteriores han constatado que los AC durante los partidos recorren distancias de entre 9 y 12 km (Castillo, Yanci, Cámara y Weston, 2016; D'Ottavio y Castagna, 2001a; Yanci, Cámara y Castillo, 2016), alcanzan velocidades máximas de aproximadamente 25 km.h-1 (Castillo, Camara, Castellano y Yanci, 2016), recorren en torno a 4200 m a velocidades de entre 18 y 24 km.h-1 y 600 m a velocidades superiores a 24 km.h-1 (D'Ottavio y Castagna, 2001a). Con respecto a la carga fisiológica, los AC durante el partido tienen una frecuencia cardíaca media (FCmedia) de entre el 85 y el 95% de su frecuencia cardíaca máxima (FCmax) (Castagna, Abt y D'Ottavio, 2007; Krstrup y Bangsbo, 2001). Por otro lado, los AA, aunque su exigencia física es distinta a la de los AC, también deben ser capaces de soportar altas cargas ya que en un partido cubren una distancia total de aproximadamente 6 km, de los cuales en torno a 500 m son a alta intensidad y 100 m se realizan a máxima velocidad (Barbero-Álvarez, Boullosa, Nakamura, Andrin y Castagna, 2012). Los AA no alcanzan valores de FCmedia tan altos como los AC, siendo su FCmedia en un partido del 77% de su FCmax (Helsen y Bultynck, 2004). Aunque los AC y AA realizan acciones distintas debido al rol que deben desempeñar en el terreno de juego, la actividad de arbitrar un partido de fútbol, para ambos colectivos, tiene una gran carga aeróbica y anaeróbica.

Debido a que arbitrar es una actividad exigente desde un punto de vista físico y fisiológico, la cuantificación de la carga de partido ha tenido especial importancia en el ámbito científico en los últimos años (Castillo et al., 2016b; D'Ottavio y Castagna, 2001a; Weston, Castagna, Impellizzeri, Rampinini y Breivik, 2010). Para cuantificar la carga externa de los partidos en árbitros de fútbol se han utilizado métodos objetivos como el *Global Positioning System* (GPS) (Ardigò, Padulo, Zuliani y Capelli, 2015; Castillo, Cámara y Yanci, 2018b; Castillo, Weston, McLaren, Cámara y Yanci, 2017; Ishihara, Naito, Ozaki y Yoshimura, 2015), que permite obtener datos sobre la distancia total recorrida, la distancia recorrida a distintas velocidades, el número y magnitud de las aceleraciones, deceleraciones y cambios de dirección realizados por los árbitros (Castillo et al., 2016b; Weston et al., 2011). Por otro lado, con el fin de cuantificar la carga interna se han utilizado métodos objetivos como los pulsómetros que permiten la monitorización de la FC (Catterall, Reilly, Atkinson y Coldwells, 1993), obteniendo datos sobre la FCmax, la FCmedia, el tiempo transcurrido en distintas zonas de intensidad en función de la FCmax individual e indirectamente la carga del partido mediante el método Edwards (Castillo et al., 2017b; Costa et al., 2013; Edwards, 1993) o Stagno (Castillo, Camara y Yanci, 2018a). La mayor parte de estos estudios concluyen que los AC tienen una mayor carga tanto externa como interna que los AA (Castillo et al., 2016b; Krstrup et al., 2009), posiblemente influenciada por el rol específico de los AA que tienen en el terreno de juego así como por las limitaciones del espacio (Castillo et al., 2017b).

Además de los métodos objetivos, que requieren dispositivos más sofisticados y costosos a los que no todos los árbitros pueden tener acceso, también se han

Ozaeta Beakoetxea, E., Castillo Alvira, D., Cámara Tobalina, J. y Yanci Irigoyen, J. (2018). Esfuerzo percibido diferenciado en árbitros y asistentes de fútbol de tercera división durante partidos oficiales. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 422, 35-50

utilizado otros métodos para determinar la carga interna, como la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) (Weston, Bird, Helsen, Nevill y Castagna, 2006; Weston et al., 2010). Concretamente en árbitros de fútbol, se ha utilizado la percepción del esfuerzo diferenciado (dRPE), tanto respiratorio como muscular (RPEres y RPEmus) (Castillo et al., 2017b). La cuantificación de la carga subjetiva diferenciada de partido (dRPE CP), se calcula mediante el producto del valor de dRPE declarado por los deportistas y la duración (min) del esfuerzo, obteniendo así la carga percibida respiratoria (RPEres CP) o muscular (RPEmus CP) (Los Arcos, Martínez-Santos, Yanci y Mendez-Villanueva, 2017). A pesar de que algunos estudios han implementado este método en árbitros (Castillo, Yanci, Casajús y Cámara, 2016), son pocos los estudios que lo han utilizado en partidos (Castillo et al., 2017b). Por lo tanto, podría ser interesante conocer si, al igual que ocurre con la carga externa e interna medida mediante métodos objetivos (Reilly y Gregson, 2006), existen diferencias en la dRPE CP entre los AC y los AA, así como determinar si la dRPE CP discrimina entre la carga percibida por los AC o los AA en distintos momentos del partido y si los AC y los AA son capaces de diferenciar entre el RPEres y el RPEmus, con el fin de poder determinar si el dRPE es una herramienta útil para cuantificar la carga en este colectivo. Debido a la escasez de trabajos científicos en esta línea, resulta necesario investigar más acerca del uso del dRPE y de la dRPE CP declarada por los árbitros en partidos de fútbol.

Por lo tanto, los objetivos de este estudio fueron: 1) describir el dRPE y la dRPE CP en AC y AA durante partidos oficiales, 2) comparar las diferencias en el dRPE y dRPE CP declarado por los AC y AA en distintos momentos del partido (1ª parte; 2ª parte; y total partido), y 3) analizar si existen diferencias entre el RPEres y el RPEmus o entre el RPEres CP y el RPEmus CP declarado por los árbitros.

MÉTODO

Participantes

En este estudio participaron un total de 90 árbitros y asistentes de fútbol ($29,7 \pm 8,7$ años; $74,7 \pm 7,9$ kg; $176,6 \pm 6,0$ cm; $24,0 \pm 2,4$ kg•m⁻²), pertenecientes al Comité Navarro de Árbitros de Fútbol (CNAF). Los criterios de inclusión en el estudio fueron, ser árbitro o asistente en activo del CNAF, no estar lesionado en el momento de la investigación ni haberlo estado en los tres meses anteriores y arbitrar partidos oficiales en la categoría de tercera división. A todos los árbitros del CNAF que cumplían los criterios de inclusión se les invitó a participar en el estudio y únicamente se incluyó a aquellos árbitros que dieron su consentimiento. Los participantes fueron divididos en tres grupos atendiendo a su rol/categoría: árbitros de tercera división nacional (AC3, n = 31, $27,6 \pm 6,1$ años; $73,9 \pm 8,1$ kg; $177,9 \pm 6,8$ cm; $23,4 \pm 2,2$ kg•m⁻²), árbitros asistentes de tercera división nacional (AA3, n = 26, $33,0 \pm 10,9$ años; $72,8 \pm 7,3$ kg; $175,6 \pm 5,7$ cm; $23,6 \pm 2,6$ kg•m⁻²) y árbitros de regional preferente que ocasionalmente oficiaban partidos en tercera división como árbitros asistentes (AAPref, n = 33, $29,0 \pm 8,3$ años; $77,0 \pm 7,8$ kg; $176,3 \pm 5,5$ cm; $24,8 \pm 2,3$ kg•m⁻²). Todos los colegiados entrenaban 2-3 días a la semana,

Ozaeta Beaskoetxea, E., Castillo Alvira, D., Cámara Tobalina, J. y Yanci Irigoyen, J. (2018). Esfuerzo percibido diferenciado en árbitros y asistentes de fútbol de tercera división durante partidos oficiales. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 422, 35-50

siendo los entrenamientos realizados en conjunto y dirigidos por el preparador físico del CNAF durante todo el periodo competitivo. Los participantes en el estudio tenían $11,2 \pm 7,8$ años de experiencia arbitrando y no estaban lesionados durante el transcurso de la investigación. Todos los árbitros participaron de forma voluntaria en este estudio y pudieron retirarse de la investigación en cualquier momento. Fueron informados del procedimiento, la metodología, los beneficios y posibles riesgos del estudio y firmaron un consentimiento informado. Este estudio cumplió con los requerimientos establecidos en la Declaración de Helsinki (2013), en la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal (LOPD) y fue aprobado por el Comité de Ética para la Investigación con Seres Humanos (CEISH/261/2014/CASTILLO ALVIRA) de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU).

Procedimiento

A todos los árbitros se les solicitó que declarasen el dRPE en 30 partidos oficiales de tercera división disputados durante la temporada 2015-16, tanto al final de la 1ª parte, al final de la 2ª parte como la dRPE del total partido. Teniendo en cuenta que con el fin de que las dimensiones del terreno de juego no influyeran en los resultados, todos los registros se realizaron en cuatro terrenos de juego de similares dimensiones (100 x 64 m) y de hierba artificial de tercera generación. Por tanto, los partidos seleccionados fueron aquellos en los que los árbitros que habían dado su consentimiento disputaron el partido en los campos de iguales características seleccionados para el estudio. Antes del partido todos los árbitros realizaron un calentamiento similar dirigido por los investigadores que consistió en realizar 5-7 min de carrera continua, ejercicios de movilidad articular, 3-4 aceleraciones progresivas y 3-4 aceleraciones con cambios de dirección. Todos los árbitros estaban familiarizados con el protocolo de medida del dRPE ya que había sido utilizado tanto en los entrenamientos como en los partidos de los dos últimos meses de la temporada anterior.

Mediciones

Percepción subjetiva del esfuerzo (RPE): Para cuantificar el esfuerzo realizado por los participantes en cada parte y en el total del partido se utilizó la escala de dRPE. Al finalizar la 1ª y 2ª parte, a cada árbitro se le mostraba la escala de RPE de 0-10 (Foster et al., 2001) diferenciando entre la percepción del esfuerzo respiratorio (RPEres) y muscular (RPEmus) anteriormente utilizada en árbitros de fútbol (Castillo et al., 2017b). También se solicitó a los árbitros que aportaran el valor de la dRPE total partido. La declaración del valor, tanto del RPEres como del RPEmus, se realizaba de manera individual con cada árbitro, enseñándole la escala y sin que pudiera conocer los resultados de los demás compañeros (Castagna, Bizzini, Povoas y D'Ottavio, 2017). Para obtener el valor de la carga de partido (CP) en cada una de las partes y del total del partido, el valor declarado por cada uno de los participantes se multiplicaba por el tiempo (min) de cada una de las partes o del total del partido. De esta forma se obtuvieron el RPEres CP y el RPEmus CP correspondientes a la 1ª parte, a la 2ª parte y al total del partido.

Análisis estadístico

Los resultados se presentan como media \pm desviación típica (DT). Las diferencias entre la 1ª parte, 2ª parte y total partido de los valores de Δ RPE y Δ RPE CP declarados por todos los árbitros y, por los AC3, AA3 y AAPref de forma independiente, se analizaron mediante un ANOVA de medidas repetidas y el análisis post hoc de Bonferroni. Las diferencias entre los valores de RPEres y RPEmus o de RPEres CP y RPEmus CP en cada una de las partes o en el total del partido se analizaron mediante una prueba t de muestras independientes. Las diferencias en el Δ RPE y Δ RPE CP entre los tres grupos (AC3, AA3 y AAPref) se analizaron mediante un ANOVA de un factor con el post hoc de Bonferroni. Además, en cada caso, se calculó la diferencia de medias en porcentaje ($\Delta\%$) = (media 2 - media 1) \times 100 / media 1. Con el fin de conocer la magnitud de las diferencias a efectos prácticos se calculó el tamaño del efecto (ES) (Cohen, 1988). ES menores a 0,2 fueron considerados triviales, entre 0,2 y 0,5 bajos, entre 0,5 y 0,8 moderados y mayores de 0,8 altos. El análisis estadístico se realizó con el programa *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS Inc., versión 24, Chicago, IL, E.E.UU.). El nivel de significación estadística fue establecido en $p < 0,05$.

RESULTADOS

En las figuras 1 y 2 se presentan los resultados de RPEres y RPEmus, así como los resultados de RPEres CP y RPEmus CP declarados por todos los árbitros y asistentes participantes en el estudio ($n = 90$) tanto al final de la 1ª parte, al final de la 2ª parte como del total partido. Con respecto a los valores obtenidos por todos los árbitros en el RPEres y en el RPEmus (Figura 1), se observó que tanto los valores de la 2ª parte como los del total del encuentro fueron significativamente mayores que los valores percibidos en la 1ª parte ($p < 0,01$, ES = 0,58 a 0,80, moderado a alto). Sin embargo, los valores de RPEres y de RPEmus de la 2ª parte no fueron significativamente diferentes ($p > 0,05$) a los valores del total partido.

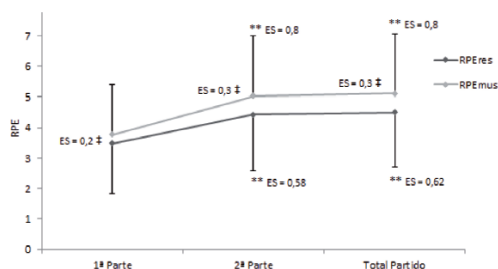


Figura 1. Resultados de RPEres y RPEmus declarados por todos los árbitros y asistentes participantes en el estudio ($n = 90$) en la primera parte (1ª parte), en la segunda parte (2ª parte) y en el total del partido (total partido). RPEres = percepción subjetiva del esfuerzo respiratorio; RPEmus = percepción subjetiva del esfuerzo muscular; ** $p < 0,01$ diferencias significativas con respecto a la 1ª parte, ## $p < 0,01$ diferencias significativas con respecto a la 2ª parte. ‡ $p < 0,01$ diferencias significativas entre respiratorio y muscular.

Ozaeta Beaskoetxea, E., Castillo Alvira, D., Cámara Tobalina, J. y Yanci Irigoyen, J. (2018). Esfuerzo percibido diferenciado en árbitros y asistentes de fútbol de tercera división durante partidos oficiales. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 422, 35-50

Con respecto a la CP (Figura 2), también se observó que el RPEres CP y el RPEmus CP, tanto de la 2ª parte como del total partido, fueron significativamente mayores que la carga de la 1ª parte ($p < 0,01$, ES = 0,21 a 4,22, bajo a alto). El RPEres CP y el RPEmus CP del total partido fue mayor que la carga de la 2ª parte ($p < 0,01$, ES = 2,32 a 2,44, alto). Por otro lado, tanto el RPEmus como el RPEmus CP fueron significativamente mayores que el RPEres o el RPEres CP en la 1ª parte, en la 2ª parte y en los valores totales del partido ($p < 0,01$, ES = 0,2 a 0,3, bajo).

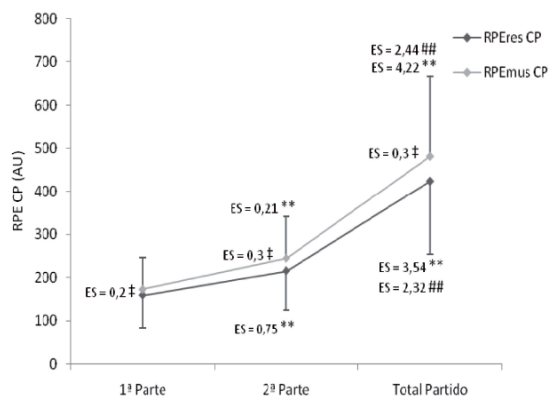


Figura 2. Resultados de RPEres CP y RPEmus CP declarados por todos los árbitros y asistentes participantes en el estudio ($n = 90$) en la primera parte (1ª parte), en la segunda parte (2ª parte) y en el total del partido (total partido).

RPEres CP = carga percibida respiratoria; RPEmus CP = carga percibida muscular. ** $p < 0,01$ diferencias significativas con respecto a la 1ª parte, ### $p < 0,01$ diferencias significativas con respecto a la 2ª parte. ‡ $p < 0,01$ diferencias significativas entre respiratorio y muscular.

Los resultados de RPEres y RPEmus, así como de RPEres CP y RPEmus CP para AC3, AA3 y AApref por separado se exponen en las Figuras 3, 4 y 5. Tanto los AC3 (Figura 3) como los AA3 (Figura 4) y los AApref (Figura 5) declararon una mayor dRPE y dRPE CP en la 2ª parte y en el total partido en comparación con los valores declarados en la 1ª parte ($p < 0,01$, ES = 0,46 a 4,83, moderado a alto). En todos los grupos (AC3, AA3 y AApref), a pesar de que sí se obtuvieron diferencias entre la 2ª parte y el total partido en el dRPE CP ($p < 0,01$, ES = 2,17 a 3,01, alto), no se obtuvieron diferencias significativas en los valores de dRPE ($p > 0,05$, ES = 0,02 a 0,07, trivial).

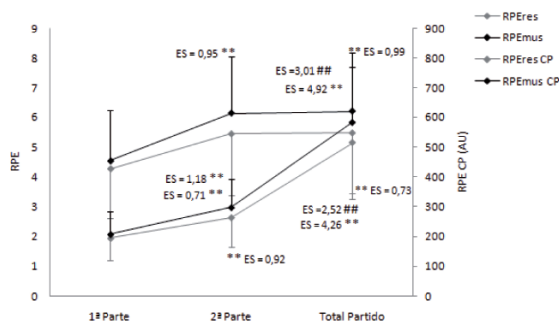


Figura 3. Resultados de RPEres, RPEmus, RPEres CP y RPEmus CP declarados en la 1ª parte, en la 2ª parte y en el total partido por los árbitros de campo (AC3). RPEres = percepción subjetiva del esfuerzo respiratorio; RPEmus = percepción subjetiva del esfuerzo muscular; RPEres CP = carga percibida respiratoria; RPEmus CP = carga percibida muscular. **p < 0,01 diferencias significativas con respecto a la 1ª parte; ##p < 0,01 diferencias significativas con respecto a la 2ª parte.

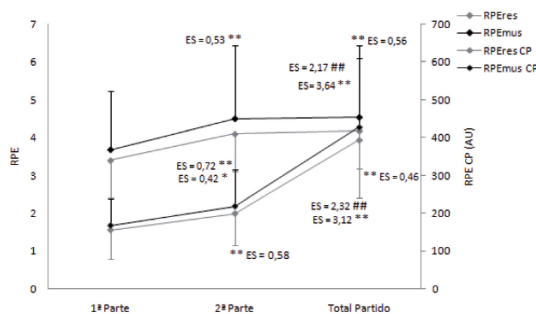


Figura 4. Resultados de RPEres, RPEmus, RPEres CP y RPEmus CP declarados en la 1ª parte, en la 2ª parte y en el total partido por los asistentes de tercera división (AA3). RPEres = percepción subjetiva del esfuerzo respiratorio; RPEmus = percepción subjetiva del esfuerzo muscular; RPEres CP = carga percibida respiratoria; RPEmus CP = carga percibida muscular. *p < 0,05 o **p < 0,01 diferencias significativas con respecto a la 1ª parte; ##p < 0,01 diferencias significativas con respecto a la 2ª parte.

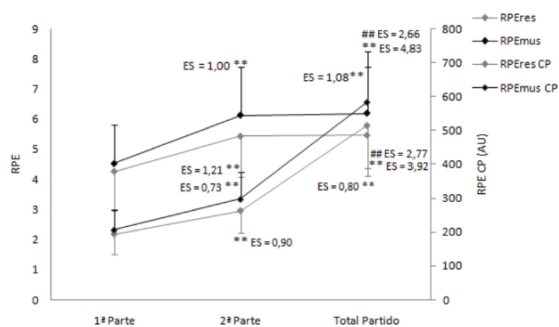


Figura 5. Resultados de RPEres, RPEmus, RPEres CP y RPEmus CP declarados en la 1ª parte, en la 2ª parte y en el total partido por los asistentes de preferente (AApref). RPEres = percepción subjetiva del esfuerzo respiratorio; RPEmus = percepción subjetiva del esfuerzo muscular; RPEres CP = carga percibida respiratoria; RPEmus CP = carga percibida muscular. **p < 0,01 diferencias significativas con respecto a la 1ª parte; ##p < 0,01 diferencias significativas con respecto a la 2ª parte.

En la tabla 1 se exponen las diferencias entre los AC3, AA3 y APref en los valores declarados de RPEmus, RPEres, RPEmus CP y RPEres CP en cada una de las partes del partido, así como en el total. Los AC3 declararon un mayor RPEres, RPEmus, RPEres CP y RPEmus CP que los AA3 y que los APref tanto en la 2ª parte como en el total partido ($p < 0,01$, $ES = -0,63$ a $-0,88$, moderado a alto). Sin embargo, no se obtuvieron diferencias significativas entre los AC3 y AA3 ni en el dRPE ni en el dRPE CP en los valores declarados en la 1ª parte ($p > 0,05$, $ES = -0,51$ a $-0,52$, moderado). Contrariamente, el grupo AC3 declaró valores significativamente mayores de dRPE y dRPE CP en la 1ª parte en comparación con el grupo APref ($p < 0,01$, $ES = -0,81$ a $-0,87$, alto). No se obtuvieron diferencias significativas entre el grupo AA3 y el APref ni en el dRPE ni en el dRPE CP en ninguna de las partes y tampoco en los valores del total del partido ($p > 0,05$, $ES = 0,00$ a $-0,35$, trivial a bajo). Por otro lado, en todos los grupos (AC3, AA3 y APref) se observaron diferencias significativas (Tabla 1) entre el RPEres y el RPEmus y entre el RPEres CP y el RPEmus CP en la 2ª parte y en el total partido ($p < 0,05$, $ES = 0,23$ a $0,51$, bajo a moderado). También se encontraron diferencias significativas en la 1ª parte entre respiratorio y muscular en los grupos AA3 y APref ($p < 0,05$, $ES = 0,16$ a $0,27$, trivial a bajo) pero no en el grupo AC3 ($p > 0,05$, $ES = 0,16$ a $0,17$, trivial).

Tabla 1. Resultados obtenidos por cada uno de los grupos (AC3, AA3 y AApref) en el RPEres, RPEmus, RPEres CP y RPEmus CP en cada una de las partes del partido (1ª Parte y 2ª Parte) así como en total del partido.

	AC3	AA3	AApref	AC3-AA3 ES (Δ%)	AC3- AApref ES (Δ%)	AA3- AApref ES (Δ%)
1ª parte						
RPEres	4,26±1,66	3,40±1,66	2,82±1,30	-0,51 (-20,06)	-0,87 (-33,82)**	-0,35 (-17,21)
RPEmus	4,53±1,69	3,67±1,56	3,17±1,27	-0,51 (-18,96)	-0,81 (-30,13)**	-0,33 (-13,79)
ES (Δ%)	0,16 (6,56)	0,16 (7,91)+	0,27 (12,37)‡	-	-	-
RPEres CP	194,24±74,96	155,35±76,19	128,82±59,82	-0,52 (-20,02)	-0,87 (-33,68)**	-0,35 (-17,08)
RPEmus CP	206,98±76,49	167,65±71,42	145,02±58,54	-0,51 (-19,00)	-0,81 (-29,94)**	-0,32 (-13,50)
ES (Δ%)	0,17 (6,56)	0,16 (7,92)+	0,27 (12,57)‡	-	-	-
2ª parte						
RPEres	5,44±2,05	4,10±1,67	3,77±1,35	-0,65 (-24,64)**	-0,81 (-30,59)**	-0,19 (-7,90)
RPEmus	6,13±1,92	4,50±1,94	4,44±1,60	-0,85 (-26,58)**	-0,88 (-27,57)**	-0,03 (-1,35)
ES (Δ%)	0,34 (12,76)+	0,24 (9,86)‡	0,49 (17,67)‡	-	-	-
RPEres CP	263,09±99,35	199,29±83,77	182,63±65,20	-0,64 (-24,25)**	-0,81 (-30,58)**	-0,20 (-8,36)
RPEmus CP	297,41±94,97	218,82±96,34	215,67±79,77	-0,83 (-26,42)**	-0,86 (-27,48)**	-0,03 (-1,44)
ES (Δ%)	0,35 (13,05)+	0,23 (9,80)‡	0,51 (18,10)‡	-	-	-
Total partido						
RPEres	5,47±2,04	4,17±1,59	3,86±1,35	-0,64 (-23,68)**	-0,79 (-29,34)**	-0,19 (-7,42)
RPEmus	6,19±1,99	4,54±1,90	4,53±1,55	-0,83 (-26,72)**	-0,84 (-26,85)**	0,00 (-0,18)
ES (Δ%)	0,36 (13,27)+	0,23 (8,76)+	0,49 (17,25)‡	-	-	-
RPEres CP	513,89±190,16	393,28±152,82	363,43±126,35	-0,63 (-23,47)**	-0,79(- 29,28)**	-0,20 (-7,59)
RPEmus CP	583,31±187,77	427,69±181,26	427,58±149,04	-0,83 (-26,68)**	-0,83 (-26,70)**	0,00 (-0,02)
ES (Δ%)	0,37 (13,51)+	0,23 (0,09)+	0,51 (17,65)‡	-	-	-

RPEres = percepción subjetiva del esfuerzo respiratorio; RPEmus = percepción subjetiva del esfuerzo muscular; RPEres CP = carga percibida respiratoria; RPEmus CP = carga percibida muscular; AC3 = árbitros de campo 3ª división; AA3 = árbitros asistentes 3ª división; AApref = árbitros asistentes preferente; ES = tamaño del efecto; Δ% = diferencia de medias en porcentaje. **p < 0,01 diferencias significativas entre grupos. +p < 0,05 o ‡p < 0,01 diferencias significativas entre respiratorio y muscular.

DISCUSIÓN

Los objetivos de este estudio fueron, por un lado, describir la evolución del dRPE y del dRPE CP durante los partidos tanto en árbitros de campo como en árbitros asistentes, por otro lado, comparar el dRPE y dRPE CP declarado por AC3, AA3 y AAPref en diferentes fases del encuentro y por último analizar las diferencias entre el RPEmus y RPEres y entre el RPEmus CP y RPEres CP declarado por los árbitros de cada uno de los grupos (AC3, AA3 y AAPref). A pesar de que Castillo et al. (2017b) analizaron el dRPE CP declarado por árbitros y asistentes al finalizar los partidos de competición oficial, este es el primer estudio publicado en la literatura científica que ha cuantificado el dRPE y el dRPE CP en árbitros de fútbol durante distintos momentos del partido (1ª parte, 2ª parte y total partido). Los resultados del estudio muestran que tanto AC3, AA3 y AAPref declaran un mayor dRPE y dRPE CP en la 2ª parte que en la 1ª parte. Por otro lado, tanto en la 2ª parte como en el total partido para los AC3, AA3 y AAPref, y también en la 1ª parte para los AA3 y para los AAPref, el RPEmus y RPEmus CP fue mayor que el RPEres y RPEres CP. Por último, los resultados obtenidos ponen de manifiesto que los AC3 declararon un mayor dRPE y dRPE CP que los AA3 y AAPref en la 2ª parte y en total partido y que no se observaron diferencias entre AA3 y los AAPref.

En el presente estudio se han encontrado diferencias significativas entre las dos partes del partido, siendo el RPEres, RPEmus, RPEres CP y RPEmus CP mayor en la 2ª parte que en la 1ª parte tanto en AC3, AA3 y AAPref. Estos resultados concuerdan con estudios anteriores donde se monitoriza la carga externa o interna mediante métodos objetivos. Se ha expuesto que los AC recorren 400 m menos ($p < 0,05$) en la 2ª parte con respecto a la 1ª parte (Catterall et al., 1993) o que la distancia recorrida en la 2ª parte es un 4.1% menor respecto a la 1ª parte ($p < 0.001$) (D'Ottavio y Castagna, 2001a). En la misma línea, otros estudios apuntan a que los AC realizan menos acciones a alta intensidad (Costa et al., 2013) o recorren menor distancia a alta intensidad (Krustrup y Bangsbo, 2001) en la 2ª parte en comparación con la primera. Atendiendo a la carga interna a pesar de que algunos estudios no han encontrado diferencias en la FCmedia entre la 1ª parte y la 2ª parte (Aoba, Yoshimura, Miyamori y Suzuki, 2011; D'Ottavio y Castagna, 2001b), otros estudios realizados con árbitros de la Premier League inglesa si observaron un descenso de la FCmedia en la 2ª parte (Weston y Brewer, 2002). Por otro lado, se ha observado que los AA recorren de media 200 m menos ($p < 0,05$) en la 2ª parte respecto a la 1ª parte (Mallo, Navarro, Garcia Aranda y Helsen, 2009b) y que la distancia recorrida a alta intensidad ($> 19,8$ km/h) es 100 m menor en la 2ª parte (Di Salvo et al., 2011). Respecto a la carga interna, los estudios anteriores van en la misma línea. Se ha observado que los AA presentan un importante nivel de fatiga ya que en los últimos 15 min de la 2ª parte el effindex (velocidad en m·min⁻¹ multiplicado por el %FCmax de los 15 min) es peor que en la 1ª parte del partido (Barbero-Álvarez et al., 2012). También se ha observado que la FCmedia y la FCpico de los AA es inferior en la 2ª parte que en la 1ª parte (Castillo, Camara y Yanci, 2016a). El descenso en la 2ª parte de la carga física observado en anteriores estudios tanto para AC como para AA (Reilly y Gregson, 2006) coincide con el aumento de la dRPE o dRPE CP observada en el presente estudio en la 2ª parte,

Ozaeta Beaskoetxea, E., Castillo Alvira, D., Cámara Tobalina, J. y Yanci Irigoyen, J. (2018). Esfuerzo percibido diferenciado en árbitros y asistentes de fútbol de tercera división durante partidos oficiales. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 422, 35-50

poniendo de manifiesto que la dRPE o la dRPE CP puede ser un buen instrumento para cuantificar la carga tanto en AC como en AA. Sin embargo, a pesar de que los resultados de este estudio muestran diferencias tanto en dRPE y dRPE CP entre el total partido con la 2ª parte (efecto del tiempo de juego, min), no se han observado diferencias entre el valor total y el de la 2ª parte en el dRPE. Posiblemente el valor declarado por los árbitros sobre el total de partido pueda estar condicionado por lo que ocurre en la 2ª parte, o posiblemente los árbitros no sean capaces de diferenciar el valor declarado en la 2ª parte con el declarado en el total del partido. Por esta razón, el uso del dRPE únicamente como valor de todo el partido puede tener sus limitaciones ya que puede estar altamente influenciado por la percepción del esfuerzo de la 2ª parte.

Anteriores estudios han expuesto que tanto AC como AA, en los partidos de fútbol realizan multitud de aceleraciones, deceleraciones y cambios de dirección (Barbero-Álvarez, Boullosa, Nakamura, Andrín y Weston, 2014; Castagna y Abt, 2003; Weston et al., 2012), lo que puede provocar una importante fatiga neuromuscular (Yanci et al., 2016). Curiosamente, los resultados obtenidos en este estudio muestran que, tanto en la 2ª parte como en el total del partido para los AC3, AA3 y AApref, y también en la primera parte para los AA3 y AApref, los valores declarados de RPEmus y RPEmus CP fueron mayores que los de RPEres y RPEres CP. El esfuerzo muscular declarado por los AC y los AA fue mayor que el esfuerzo respiratorio, lo que confirma la importante implicación neuromuscular al arbitrar un partido. Estos resultados concuerdan con el estudio de Castillo et al. (2017b) donde AC y AA de la tercera división española también declararon mayores valores de RPEmus que de RPEres. Posiblemente, estos valores superiores de RPEmus que de RPEres pueden deberse a que tanto AC como AA deben de realizar esprints, cambios de dirección, aceleraciones, o deceleraciones continuamente durante el partido (Barbero-Álvarez et al., 2014; Castagna et al., 2007) para cubrir las demandas del juego, implicando en gran medida el sistema neuromuscular y generando fatiga, tal y como se ha descrito anteriormente (Castillo, Cámara, Sedano y Yanci, 2017). Concretamente, varios estudios han apuntado a que, a pesar de que después de arbitrar un partido no parece haber una pérdida en el rendimiento del salto vertical (Castillo et al., 2018b; Castillo et al., 2017b), sí se manifiesta en actividades neuromusculares con alta implicación de fuerza en el eje horizontal (Castillo et al., 2017b) observándose una pérdida de capacidad de aceleración y salto horizontal. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en este estudio podría ser interesante, por un lado, cuantificar el dRPE en ambas dimensiones (respiratorio y muscular) ya que cada una aporta información diferente y por otro lado, que preparadores físicos y entrenadores implementaran específicamente programas de entrenamiento encaminados a mejorar la capacidad neuromuscular de los árbitros.

Con respecto a la comparación entre la percepción del esfuerzo declarado por los distintos grupos, se observó que los AC declararon un mayor dRPE y dRPE CP que los AA3 y que los AApref en la 2ª parte y en el total del partido. Estos resultados concuerdan por un lado con los resultados obtenidos por Castillo et al. (2017b) ya que estos autores observaron diferencias en el dRPE entre árbitros y árbitros asistentes y por otro lado, con varios estudios publicados anteriormente donde se ha observado que los AC tienen mayor carga externa de partido medida mediante métodos objetivos (GPS). Concretamente se ha descrito que los AC recorren un

56,3% más distancia total en un partido (Mallo, Navarro, García Aranda y Helsen, 2009a; Mallo et al., 2009b), un 72,41% más distancia a velocidad sprint (> 25,2 km.h-1) (Di Salvo et al., 2011) y un 50,5% más de distancia a alta intensidad (> 18 km.h-1) (Krustrup et al., 2009) que los AA. En la misma línea, la carga interna medida mediante la monitorización de la FC también es mayor en AC que en AA (Castillo et al., 2016a; Castillo et al., 2018a) y resultados similares se hallaron midiendo la carga con el método Edwards (Castillo et al., 2017b) donde la carga registrada de los AC fue mayor que la de los AA. Los resultados obtenidos en este estudio parecen indicar que el dRPE o el dRPE CP también es capaz de registrar la mayor carga para AC con respecto a AA. La mayor carga observada en AC con respecto a los AA puede deberse principalmente a los distintos roles que deben desempeñar en el partido. Curiosamente, en este estudio no se encontraron diferencias en el dRPE ni en el dRPE CP declarados por AA3 y AApref. Parece ser que los AApref, a pesar de arbitrar en un nivel superior de forma esporádica no declaran mayor dRPE ni dRPE CP que los AA3, lo que pone de manifiesto que el rol en el partido puede condicionar la carga percibida. El campo de acción de los AA está limitado a la mitad del terreno de juego y a una zona muy concreta, mientras que los AC actúan en todo el terreno de juego (Castillo et al., 2018a). Teniendo en cuenta los diferentes roles y diferentes cargas de los AC y los AA, los entrenamientos deberían ser diferentes y específicos a los requerimientos propios del partido.

El presente estudio no está exento de limitaciones. Por un lado, los participantes en este estudio eran todos del mismo comité de árbitros y arbitraban en la misma categoría. Este aspecto ha podido influir en los resultados y no es posible hacer generalizaciones a otros árbitros y asistentes de otras categorías. Por otro lado, el hecho de no haber monitorizado la carga externa durante los partidos, limita el conocimiento del trabajo físico realizado por cada uno de los participantes. En futuras investigaciones resultaría interesante analizar el dRPE y el dRPE CP de árbitros y asistente de distintas categorías competitivas, así como registrar la respuesta física mediante métodos objetivos.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio muestran que en la 2ª parte los AC3, los AA3 y los AApref perciben un mayor dRPE y dRPE CP en comparación con la 1ª parte y que los AC3 declaran mayor dRPE y dRPE CP que AA3 y AApref. Estos resultados coinciden con los resultados obtenidos por estudios anteriores realizados con métodos objetivos. Sin embargo, el hecho de no haberse encontrado diferencias en el dRPE entre los valores declarados en la 2ª parte y en el total del partido, ponen de manifiesto que tanto en AC como en AA el valor del total del partido puede estar condicionado por el esfuerzo percibido en la segunda parte, pudiendo ser más recomendable su uso diferenciado por partes.

Por otro lado, de forma general, en distintos momentos del partido (1ª parte, 2ª parte y total partido), el RPEmus o el RPEmus CP ha sido mayor que el RPEres o el RPEres CP tanto para AC3, AA3 y AApref, lo que pone de manifiesto que la implicación neuromuscular en el arbitraje es muy relevante.

Ozaeta Beaskoetxea, E., Castillo Alvira, D., Cámara Tobalina, J. y Yanci Irigoyen, J. (2018). Esfuerzo percibido diferenciado en árbitros y asistentes de fútbol de tercera división durante partidos oficiales. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 422, 35-50

APLICACIONES PRÁCTICAS

El uso del dRPE y dRPE CP en árbitros y asistentes de fútbol puede ser un adecuado, sencillo y fácil método para cuantificar la carga de partidos. Sin embargo, debido a que ni los árbitros ni los asistentes dan un valor distinto de dRPE en la segunda parte con respecto al valor total del partido, su uso únicamente como valor del partido puede estar limitado, ya que parece estar condicionado por el valor de dRPE de la segunda parte. El hecho de que el RPEmus y RPEmus CP sean más altos que el RPEres y el RPEres CP tanto en árbitros como asistentes, indica que la demanda neuromuscular es importante, por lo que los entrenadores y preparadores físicos deberían de considerar implementar programas de entrenamiento encaminados a la mejorar de la capacidad neuromuscular.

REFERENCIAS

- Aoba, Y., Yoshimura, M., Miyamori, T., & Suzuki, S. (2011). Assessment of soccer referee performance during games. *Football Science*, 8, 8–15.
- Ardigò, L. P., Padulo, J., Zuliani, A., & Capelli, C. (2015). A low-cost method for estimating energy expenditure during soccer refereeing. *Journal of Sports Sciences*, 33(17), 1853–1858. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1015150>
- Barbero-Álvarez, J. C., Boulosa, D., Nakamura, F. Y., Andrin, G., & 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. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825183e5>
- Barbero-Álvarez, J. C., Boulosa, D., Nakamura, F. Y., Andrin, G., & Weston, M. (2014). Repeated acceleration ability (RAA): A new concept with reference to top-level field and assistant soccer referees. *Asian Journal of Sports Medicine*, 5(1), 63–66. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001659>
- Castagna, C., & Abt, G. (2003). Intermatch variation of match activity in elite Italian soccer referees. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(2), 388–392. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2003\)017<0388:IVOMAI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017<0388:IVOMAI>2.0.CO;2)
- Castagna, C., Abt, G., & D'Ottavio, S. (2007). Physiological aspects of soccer refereeing performance and training. *Sports Medicine*, 37(7), 625–646.
- Castagna, C., Bizzini, M., Povoas, S. C., & D'Ottavio, S. (2017). Timing effect on training session rating of perceived exertion in top-class soccer referees. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(9), 1157–1162. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0626>
- Castillo, D., Camara, J., Castellano, J., & Yanci, J. (2016). Match officials do not attain maximal sprinting speed during matches. *Kinesiology*, 48, 1–6.
- Castillo, D., Cámara, J., Sedano, S., & Yanci, J. (2017a). Impact of official matches on soccer referees' horizontal-jump performance. *Science and Medicine in Football*, 1(2), 145–150. <https://doi.org/10.1080/24733938.2017.1330549>
- Castillo, D., Camara, J., & Yanci, J. (2016a). Análisis de las respuestas físicas y fisiológicas de árbitros y asistentes de fútbol durante partidos oficiales. *RICYDE: Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 45(12), 250–261. <https://doi.org/10.5232/ricyde>
- Castillo, D., Camara, J., & Yanci, J. (2018a). Influencia del criterio de determinación de la frecuencia cardíaca máxima sobre la cuantificación de la carga interna en el arbitraje. *Archivos de Medicina del Deporte*, In press.
- Castillo, D., Cámara, J., & Yanci, J. (2018b). Impact of official matches on soccer referees' power performance. *Journal of Human Kinetics*, 61, 131–140. <https://doi.org/10.1080/24733938.2017.1330549>
- Ozaeta Beaskoetxea, E., Castillo Alvira, D., Cámara Tobalina, J. & Yanci Irigoien, J. (2018). Esfuerzo percibido diferenciado en árbitros y asistentes de fútbol de tercera división durante partidos oficiales. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 422, 35-50

- Castillo, D., Weston, M., McLaren, S. J., Cámara, J., & Yanci, J. (2017b). Relationships between internal and external match load indicators in soccer match officials. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(7), 922–927. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0392>
- Castillo, D., Yanci, J., Cámara, J., & Weston, M. (2016b). The influence of soccer match play on physiological and physical performance measures in soccer referees and assistant referees. *Journal of Sports Sciences*, 34(6), 557–563. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1101646>
- Castillo, D., Yanci, J., Casajús, J. A., & Cámara, J. (2016). Physical fitness and physiological characteristics of soccer referees. *Science and Sports*, 31(1), 27–35. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2015.11.003>
- Catterall, C., Reilly, T., Atkinson, G., & Coldwells, A. (1993). Analysis of the work rates and heart rates of association football referees. *British Journal of Sports Medicine*, 27(3), 193–196. <https://doi.org/10.1136/bjism.27.3.193>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (N. L. E. Associates Ed.). Hillsdale. <https://doi.org/10.1234/12345678>
- Costa, E. C., Vieira, C. M. A., Moreira, A., Ugrinowitsch, C., Castagna, C., & Aoki, M. S. (2013). Monitoring external and internal loads of Brazilian soccer referees during official matches. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12(3), 559–564.
- D'Ottavio, S., & Castagna, C. (2001a). Analysis of match activities in elite soccer referees during actual match play. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(2), 167–171. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2001\)015<0167:AOMAIE>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2001)015<0167:AOMAIE>2.0.CO;2)
- D'Ottavio, S., & Castagna, C. (2001b). Physiological load imposed on elite soccer referees during actual match play. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(1), 27–32. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2001\)015<0167:AOMAIE>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2001)015<0167:AOMAIE>2.0.CO;2)
- Di Salvo, V., Carmont, M. R., & Maffulli, N. (2011). Football officials activities during matches: a comparison of activity of referees and linesmen in European, Premiership and Championship matches. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 1(3), 106–111.
- Edwards S. (1993). *The Heart Rate Monitor Book*. New York: Polar Electro Oy.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., ... Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109–115 <https://doi.org/10.1519/00124278-200102000-00019>
- Helsen, W., & Bultynck, J. B. (2004). Physical and perceptual-cognitive demands of top-class refereeing in association football. *Journal of Sports Sciences*, 22(2), 179–189. <https://doi.org/10.1080/02640410310001641502>
- Ishihara, Y., Naito, H., Ozaki, H., & Yoshimura, M. (2015). Aerobic fitness relation to match performance of Japanese soccer referees. *Football Science*, 12, 91–97.
- Krustrup, P., & 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, 881–891.
- Krustrup, P., Helsen, W., Randers, M. B., Christensen, J. F., Macdonald, C., Rebelo, A. N., & Bangsbo, J. (2009). Activity profile and physical demands of football referees and assistant referees in international games. *Journal of Sports Sciences*, 27(11), 1167–1176. <https://doi.org/10.1080/02640410903220310>
- Los Arcos, A., Martínez-Santos, R., Yanci, J., & Mendez-Villaunueva, A. (2017). Monitoring perceived respiratory and muscular exertions and physical fitness in young professional soccer players during a 32-week period. *Kinesiology*, 49(2), 1–8.
- Mallo, J., Navarro, E., García Aranda, J. M., & Helsen, W. (2009a). Activity profile of top-class association football referees in relation to fitness-test performance and match standard. *Journal of Sports Sciences*, 27(1), 9–17. <https://doi.org/10.1080/02640410802298227>
- Mallo, J., Navarro, E., García Aranda, J. M., & Helsen, W. (2009b). Physical demands of top-class soccer assistant refereeing during high-standard matches. *International Journal of Sports Medicine*, 30(5), 331–336.
- Reilly, T., & Gregson, W. (2006). Special populations: The referee and assistant referee. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 795–801. <https://doi.org/10.1080/02640410500483089>
- Weston, M., Bird, S., Helsen, W., Nevill, A., & Castagna, C. (2006). The effect of match standard and referee experience upon the objective and subjective match workload of English Premier League referees. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9, 256–262.

Ozaeta Beaskoetxea, E., Castillo Alvira, D., Cámara Tobalina, J. y Yanci Irigoyen, J. (2018). Esfuerzo percibido diferenciado en árbitros y asistentes de fútbol de tercera división durante partidos oficiales. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 422, 35-50

- Weston, M., & Brewer, J. (2002). A study of the physiological demands of soccer refereeing. *Journal of Sports Sciences*, 20, 59–60.
- Weston, M., Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Bizzini, M., Williams, A. M., & Gregson, W. (2012). Science and medicine applied to soccer refereeing an update. *Sports Medicine*, 42(7), 615–631. <https://doi.org/012-1642/12/0007-0615>
- Weston, M., Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., & Breivik, S. (2010). Ageing and physical match performance in English Premier League soccer referees. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 96–100. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.07.009>
- Weston, M., Gregson, W., Castagna, C., Breivik, S., Impellizzeri, F. M., & 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 Sport Psychology and Performance*, 6(2), 281–286.
- Yanci, J., Cámara, J., & Castillo, D. (2016). Análisis de la fatiga neuromuscular en árbitros y asistentes de fútbol durante partidos oficiales. *Revista Internacional de Deportes Colectivos*, (27), 38–45.

3.1.1.2. Segundo artículo

Posibilidad de descarga en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/6/3322/htm>



Article

Associations between Well-Being State and Match External and Internal Load in Amateur Referees

Eñaut Ozaeta ¹, Javier Yanci ^{2,*}, Carlo Castagna ³, Estibaliz Romaritezabala ² and Daniel Castillo ⁴

- ¹ Faculty of Education and Sport, University of the Basque Country UPV/EHU, 01007 Vitoria-Gasteiz, Spain; ezoaeta001@gmail.com
² Society, Sports and Physical Exercise Research Group (GIKAFIT), Physical Education and Sport Department, Faculty of Physical Activity and Sports Science, University of the Basque Country UPV/EHU, 01007 Vitoria-Gasteiz, Spain; estibaliz.romaritezabala@ehu.es
³ Football Training and Biomechanics Laboratory, Technical Department, Italian Football Federation (FIGC), 50135 Florence, Italy; castagnac@libero.it
⁴ Faculty of Health Sciences, University Isabel I, 09003 Burgos, Spain; daniel.castillo@uile.es
* Correspondence: javier.yanci@ehu.es; Tel.: +34-945013529



Citation: Ozaeta, E.; Yanci, J.; Castagna, C.; Romaritezabala, E.; Castillo, D. Associations between Well-Being State and Match External and Internal Load in Amateur Referees. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 3322. <https://doi.org/10.3390/ijerph18063322>

Academic Editor: Paul B. Tchounwou

Received: 27 February 2021
Accepted: 21 March 2021
Published: 23 March 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: The main aim of this paper was to examine the association between prematch well-being status with match internal and external load in field (FR) and assistant (AR) soccer referees. Twenty-three FR and 46 AR participated in this study. The well-being state was assessed using the Hooper Scale and the match external and internal loads were monitored with Stryd Power Meter and heart monitors. While no significant differences were found in Hooper indices between match officials, FR registered higher external loads ($p < 0.01$; ES: 0.75 to 5.78), spent more time in zone 4 and zone 5, and recorded a greater training impulse (TRIMP) value ($p < 0.01$; ES: 1.35 to 1.62) than AR. Generally, no associations were found between the well-being variables and external loads for FR and AR. Additionally, no associations were found between the Hooper indices and internal loads for FR and AR. However, several relationships with different magnitudes were found between internal and external match loads, for FR, between power and speed with time spent in zone 2 ($p < 0.05$; $r = -0.43$), ground contact time with zone 2 and zone 3 ($p < 0.05$; $r = 0.50$ to 0.60) and power, speed, cadence and ground contact time correlated with time spent in zone 5 and TRIMP ($p < 0.05$ to 0.01 ; $r = 0.42$ to 0.64). Additionally, for AR, a relationship between speed and time in zone 1 was found ($p < 0.05$; $r = -0.30$; $CL = 0.22$). These results suggest that initial well-being state is not related to match officials' performances during match play. In addition, the Stryd Power Meter can be a useful device to calculate the external load on soccer match officials.

Keywords: field referees; assistant referees; psychometric variables; heart rate; physical demands

1. Introduction

Soccer is an intermittent team sport which is officiated by field referees (FR) in cooperation with assistant referees (AR) during official matches. Since FR and AR adopt distinguished roles in order to control the players' behaviors, their physical demands are different characterized by linear and multidirectional movement, respectively [1]. Previous studies have shown that FR and AR are exposed to different external and internal loads during match play. As such, FR covered greater distance (≈ 10 km) than AR (≈ 6 km) during Union of European Football Associations (UEFA) Champions League and U-21 international matches [2,3]. Additionally, FR covered more distance at high intensity velocity (> 13 km·h⁻¹) (2872.8 ± 422.4 m) in comparison to AR (771.4 ± 170.8 m) [4]. Likewise, FR recorded a percentage of 85.6% of their maximum heart rate (HRmax) whereas AR showed a 75.3% of their HRmax [3]. To date, the external loads have been collected by means of global positioning systems (GPS) or by multicamera video tracking, which are expensive and, consequently, not easy to use in an amateur refereeing [5,6]. For this reason,

there is a need to know whether other, cheaper devices are able to measure external loads. Fortunately, the Stryd Power Meter has been demonstrated as a valid and reliable device to measure external load in other sports modalities [7,8], so it could be interesting to analyze if Stryd is sensitive enough to record the differences between FR and AR during competitions. In addition, Stryd allows for the collection of other external variables, such as vertical oscillation and stiffness, which it is not possible to record with the GPS. This additional information could be relevant in order to understand the external loads encountered by FR and AR during match play.

Although it has been observed that the variables of internal and external loads are associated, most of the studies indicate that these associations are low or moderate [9,10]. During amateur soccer matches, moderate correlations were found between Edwards' heart-rate-derived training impulse (TRIMP) and the total distance covered by both FR ($r = 0.35; \pm 0.41$) and AR ($r = 0.32; \pm 0.28$) [9]. In addition, for professional FR, no significant associations were found between TRIMP and the total distance covered ($r = 0.22, p > 0.05$) [10], nor they were observed between the mean heart rate (HR_{mean}) within a 5 min time period and high intensity activities ($>13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) in the same period time for AR [11]. Given the reported moderate association, valid and reliable metrics depicting internal and external load variables are necessary to understand soccer officials' match demands. Likewise, considering that previous investigations quantifying the match loads have been carried out with GPS and video tracking systems, it would be interesting to know if the variables obtained with Stryd correlate with internal match loads on amateur FR and AR.

One of the main goals of match officials is to achieve optimal physical condition for officiating matches in order to ensure their successful participation. Unfortunately, to our knowledge, no scientific studies have investigated the weekly training loads supported by match officials as well as their state of preparation before match play. In soccer the well-being state has been recorded by the Hooper scale among other methods [12,13]. The Hooper index and its subsequent subsets have been used to describe players' wellness as well-being perceptions of muscle soreness, fatigue, stress and sleep quality in order to assess how soccer players cope during official matches [14,15]. No studies have assessed the well-being of match officials in soccer. Therefore, it is important to determine if well-being is associated with match variables that could affect their external and internal match loads. In the same way, it is necessary to learn if the initial state of the FR and AR could influence their external and internal match loads. Previous investigations carried out in team sports have observed that the initial state, measured with the Hooper scale, was associated with the warm-up load and match activities, showing that higher stress and bad sleep levels were associated with a worse performance on a 5–15 m change of direction ability testing in handball players. Additionally, higher stress and muscle soreness levels were associated with higher perceived exertion [16]. Considering the influence of the well-being state on players' physical performance, it is necessary to investigate the relationship of the initial state and match load in match officials.

Considering the relevance of monitoring external loads by new devices and the necessity to assess the well-being state of match officials before the competition, the aim of this study was: (1) to compare the well-being status (i.e., Hooper indices) of FR and AR before match play, and their external and internal loads during official matches; (2) to analyze whether the initial well-being status is associated with the external and internal match loads for FR and AR; and (3) to analyze the relationship between internal and external match load for FR and AR.

2. Materials and Methods

2.1. Participants

Sixty-nine male match officials who officiated soccer matches in *División de Honor* (Vizcaya, Spain) during the 2019–2020 competitive season, participated in our study, of whom 23 were FR (age: 25.65 ± 3.30 year; height: 173.4 ± 3.8 cm; body mass: 64.86 ± 5.82 kg;

body mass index, BMI: $21.56 \pm 1.67 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) and 46 were AR (age: 23.11 ± 4.15 year; height: 178.1 ± 4.3 cm; body mass: 72.84 ± 6.67 kg; BMI: $22.94 \pm 1.87 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$). Match officials had at least three years of officiating experience at this competitive-level. All participants trained at least two times a week and were involved in refereeing on average twice per month. Subjects were informed of the benefits and risks of the investigation prior to signing an institutionally approved informed consent document to participate in the study. This investigation was performed in accordance to the Declaration of Helsinki and was approved by the Ethics Committee of The University of the Basque Country (Code: M10/2018/289).

2.2. Procedures

A descriptive, comparative and correlational design was used to examine the differences and the relationships between well-being variables, external and internal match loads. Prematch, FR and AR separately pointed a number from 1 to 7 for each Hooper scale variable (i.e., sleep, fatigue, stress and muscle soreness) [17] and following these measures officials performed a 10 min warm-up consisting of running, stretching, short sprints and progressive sprints. Throughout the each of the considered matches, the external (distance, power, speed, cadence, vertical oscillation, ground contact time and stiffness) and internal match load (time spent on 5 arbitrary HR zones and TRIMP) were recorded. Data was collected during 23 official in season matches (i.e., from December to February). All matches were played between 11am and 5 pm.

The Hooper questionnaire was completed before the warm-up in order to assess how the participants felt before the match. Every match official declared their feelings individually and pointed to a number from 1 (very, very good) to 7 (very, very bad) for each Hooper questionnaire item [17]. The Hooper index was calculated as the sums of scores of the four Hooper questionnaire items.

2.3. Measures

External match-loads: officials' external loads were monitored using a Stryd Power Meter (Stryd, Inc., Boulder, CO, USA) placed over the right soccer boot with a plastic clip regardless their lower limb dominance [8]. Stryd Power Meter was used to carry out this study because the device's capacity for repeatability has been demonstrated (systematic error of measurement, $\text{SEM} \leq 12.5 \text{ W}$, $\text{CV} \geq 4.3\%$, $\text{ICC} \leq 0.989$) [7]. The device was activated in accordance with the manufacturer's recommendations aiming to record data offline. The 15 min half-time intervals were excluded from the statistical analysis. The external match load data were collected as measures of total distance covered (km), average power (W), average speed ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$), average cadence (steps per min), average vertical oscillation (cm), average ground contact time ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) and average stiffness ($\text{KN}\cdot\text{m}^{-1}$).

Internal match-loads: match official's HR was recorded during the whole match with a Polar Team 2 device (Polar Team System™, Kempele, Finland) at 1 s intervals. The 15 min half-time intervals were excluded from the statistical analysis. The TRIMP based on Edwards (1993) was calculated by the sum of the values obtained multiplying the time spent in 5 arbitrary HR zones (from zone 1 to zone 5) by the number of each zone [18]. The zones were calculated as a percentage of the peak HR (HR_{peak}) obtained during the whole match [19]. TRIMP is represented in arbitrary units (AU).

2.4. Statistical Analyses

Results are presented as means \pm standard deviations. Normal distribution and homogeneity of variances was tested using the Kolmogorov–Smirnov and Levene tests. Parametric tests were performed when data was normally distributed (vertical oscillation, stiffness, zone 3 and TRIMP), whereas equivalent nonparametric tests were used when data violated the assumption of normality (sleep, fatigue, stress, muscle soreness, total distance, power, speed, cadence, ground contact time, zone 1, zone 2, zone 4 and zone 5). The intermatch officials' coefficient of variation (CV) was used to assess the

variability of the Hooper indices and external and internal match loads by the formula $CV = (SD - \text{mean} - 1) \times 100$ [20]. Student's *t*-test for independent samples or U Mann-Whitney test was performed in order to evaluate mean differences between FR and AR in Hooper indices, external and internal match loads. Practical significance was assessed by Cohen's effect size (ES) [21]. ES of above 0.8, between 0.8 and 0.5, between 0.5 and 0.2, and lower than 0.2 were considered large, moderate, small, and trivial, respectively. Product moment correlation coefficient with a 90% confidence interval (CI) was used to examine the relationship between external match loads and Hooper indices and internal match loads. When at least one nonparametric variable was analyzed Spearman (Rho) was used, and when all of the analyzed variables were parametric variables Pearson (*r*) was used. The magnitude of the correlation was determined as trivial: $r < 0.1$, low; 0.1–0.3, moderate; 0.3–0.5, large; 0.5–0.7, very large; 0.7–0.9, nearly perfect > 0.9; and 1, perfect [22]. The data analysis was carried out using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS for Windows, version 25, IBM Corp., Armonk, New York, NY, USA). Statistical significance was set at $p < 0.05$.

3. Results

The differences in Hooper indices, external loads and internal loads recorded by FR and AR during official matches are shown in Table 1 and Figure 1. While no significant differences were found in Hooper indices between match officials, FR registered higher external loads ($p < 0.01$; ES: 0.75 to 5.78) in comparison with AR. In addition, FR spent more time in zone 4, zone 5 and recorded greater TRIMP values ($p < 0.01$; ES: 1.35 to 1.62) than AR. On the contrary, FR spent less time in zone 1, zone 2 and zone 3 ($p < 0.01$; ES: -0.43 to -1.45) compared with AR.

Table 1. Differences in Hooper indices, external and internal match loads between field referees (FR) and assistant referees (AR).

	FR (<i>n</i> = 23)		AR (<i>n</i> = 46)		Mean Differences (%)
	Mean ± SD	CV (%)	Mean ± SD	CV (%)	
Hooper indices					
Sleep	2.87 ± 1.17	40.92	2.78 ± 1.11	40.03	3.13
Fatigue	2.9 ± 1.07	36.7	2.67 ± 1.23	46.01	8.94
Stress	2.78 ± 1.55	55.78	2.48 ± 1.28	51.56	12.28
Muscle soreness	2.70 ± 1.27	47.11	2.41 ± 1.13	46.70	11.71
Hooper index (AU)	11.26 ± 3.98	35.38	10.35 ± 3.43	33.12	8.82
External loads					
Distance (km)	8.65 ± 0.84	9.72	3.92 ± 0.80	20.35	120.86 **
Power (W)	120.72 ± 11.75	9.74	89.70 ± 7.96	8.87	34.58 **
Speed (km·h ⁻¹)	7.11 ± 0.63	8.92	5.79 ± 0.43	7.37	22.88 **
Cadence (steps per min)	62.83 ± 1.73	2.75	55.93 ± 3.30	5.90	12.33 **
Vertical oscillation (cm)	8.00 ± 0.54	6.69	7.58 ± 0.56	7.41	5.46 **
Ground contact time (m·s ⁻¹)	541.21 ± 57.73	10.67	346.02 ± 72.56	20.97	56.41 **
Stiffness (KN·m ⁻¹)	9.28 ± 0.56	6.06	8.66 ± 0.59	6.78	7.16 **
Internal loads					
Zone 1 (min)	1.36 ± 3.35	245.16	15.05 ± 25.61	170.18	-90.93 **
Zone 2 (min)	4.51 ± 10.20	226.31	23.07 ± 15.48	67.08	-80.47 **
Zone 3 (min)	21.73 ± 16.19	74.51	27.65 ± 11.60	41.97	-21.40 **
Zone 4 (min)	41.69 ± 12.05	28.90	22.51 ± 16.30	72.39	85.20 **
Zone 5 (min)	24.36 ± 13.88	57.00	7.37 ± 7.44	101.01	230.54 **
TRIMP (AU)	364.11 ± 44.65	12.26	267.47 ± 74.75	27.95	36.13 **

Note. SD: standard deviation; CV: interplayer coefficient of variation; TRIMP = training impulse; ** Significance level set at $p < 0.01$.

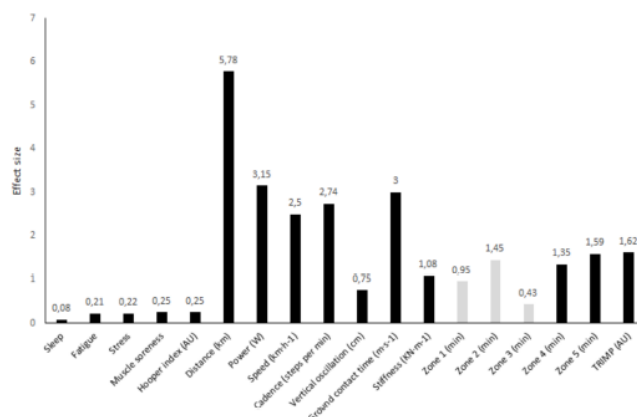


Figure 1. Effect sizes for the field referees' (FR) and assistant referees' (AR) differences in Hooper indices, external and internal match loads. Note. TRIMP = training impulse; black = higher values for FR; white = higher values for AR.

For FR, the initial fatigue and sleep subsets were positively correlated with power ($p < 0.05$; $r = 0.44$ to 0.52 ; $CL = 0.27$ to 0.29) and negatively with ground contact time ($p < 0.05$; $r = -0.44$ to -0.51 ; $CL = 0.27$ to 0.29). A moderate association between the initial stress subset and vertical oscillation was reported in ($p < 0.05$; $r = 0.36$; $CL = 0.22$) in ARs.

In FR, the sleep subset correlated positively with time spent in zone 5 and TRIMP value ($p < 0.05$; $r = 0.43$ to 0.46 ; $CL = 0.29$) and negatively with the time spent in zone 2 ($p < 0.05$; $r = -0.48$; $CL = 0.28$). In addition, the stress subset was associated negatively with time spent in zone 1 ($p < 0.05$; $r = -0.42$; $CL = 0.30$). The sleep subset correlated negatively with the time spent in zone 5 ($p < 0.05$; $r = -0.33$; $CL = 0.22$) and positively with the time spent in zone 1 ($p < 0.05$; $r = 0.34$; $CL = 0.22$) in ARs.

The associations between internal and external match loads for FR and AR are reported in Table 2. For FR, power and speed were negatively correlated with time spent in zone 2 ($p < 0.05$; $r = -0.43$; $CL = 0.29$). A positive association between ground contact time and zone 2 and zone 3 ($p < 0.05$; $r = 0.50$ to 0.60 ; $CL = 0.24$ to 0.27) was found. Moreover, power, speed, cadence and ground contact time correlated with time spent in zone 5 and TRIMP ($p < 0.05$ to 0.01 ; $r = 0.42$ to 0.64 ; $CL = 0.22$ to 0.30). A negative correlation between speed and the time spent in zone 1 ($p < 0.05$; $r = -0.30$; $CL = 0.22$) was found in AR.

Table 2. Relationships (r/ρ ; $\pm 90\%$ CL) between external and internal match loads for field (FR) and assistant referees (AR).

Variables	Officials	Distance	Power	Speed	Cadence	Vertical Oscillation	Ground Contact Time	Stiffness
Zone 1	FR	-0.09; $\pm 0.35?$	-0.14; $\pm 0.35?$	-0.21; $\pm 0.34S$	-0.17; $\pm 0.34S$	-0.14; $\pm 0.35?$	0.22; $\pm 0.34S$	-0.17; $\pm 0.34S$
	AR	-0.15; $\pm 0.24S$	-0.23; $\pm 0.23S$	-0.30; $\pm 0.22S^*$	-0.08; $\pm 0.24?$	0.11; $\pm 0.24S$	0.05; $\pm 0.25?$	0.16; $\pm 0.24S$
Zone 2	FR	-0.21; $\pm 0.34S$	-0.43; $\pm 0.29M^*$	-0.42; $\pm 0.30M^*$	-0.37; $\pm 0.31M$	-0.10; $\pm 0.35?$	0.60; $\pm 0.24L^{**}$	0.10; $\pm 0.35?$
	AR	-0.26; $\pm 0.23S$	-0.06; $\pm 0.24?$	-0.13; $\pm 0.24S$	-0.07; $\pm 0.24?$	0.06; $\pm 0.24?$	-0.16; $\pm 0.24S$	0.00; $\pm 0.25?$
Zone 3	FR	-0.23; $\pm 0.34S$	-0.39; $\pm 0.30M$	-0.35; $\pm 0.31M$	-0.25; $\pm 0.33S$	-0.24; $\pm 0.33S$	0.50; $\pm 0.27M^*$	0.24; $\pm 0.33S$
	AR	-0.11; $\pm 0.24S$	0.12; $\pm 0.24S$	0.22; $\pm 0.23S$	-0.14; $\pm 0.24S$	0.24; $\pm 0.23S$	-0.11; $\pm 0.24S$	-0.21; $\pm 0.24S$
Zone 4	FR	-0.13; $\pm 0.35?$	0.07; $\pm 0.35?$	0.07; $\pm 0.35?$	-0.05; $\pm 0.35?$	0.23; $\pm 0.34S$	-0.33; $\pm 0.32M$	-0.02; $\pm 0.35?$
	AR	0.18; $\pm 0.24S$	0.12; $\pm 0.24S$	0.22; $\pm 0.23S$	0.09; $\pm 0.24?$	-0.11; $\pm 0.24S$	-0.02; $\pm 0.25?$	0.02; $\pm 0.25?$
Zone 5	FR	0.48; $\pm 0.28M^*$	0.64; $\pm 0.22L^{**}$	0.58; $\pm 0.24L^{**}$	0.42; $\pm 0.30M^*$	0.18; $\pm 0.30S$	-0.52; $\pm 0.27L^*$	-0.02; $\pm 0.35?$
	AR	0.19; $\pm 0.24S$	0.12; $\pm 0.24S$	0.17; $\pm 0.24S$	0.10; $\pm 0.24?$	0.02; $\pm 0.25?$	0.04; $\pm 0.25?$	0.05; $\pm 0.25?$
TRIMP	FR	0.32; $\pm 0.32M$	0.55; $\pm 0.26L^{**}$	0.48; $\pm 0.28M^*$	0.38; $\pm 0.31M$	0.34; $\pm 0.32M$	-0.59; $\pm 0.24L^{**}$	0.02; $\pm 0.35?$
	AR	0.18; $\pm 0.24S$	0.21; $\pm 0.24S$	0.29; $\pm 0.23S$	0.06; $\pm 0.24?$	-0.01; $\pm 0.25?$	-0.02; $\pm 0.25?$	-0.10; $\pm 0.24S$

Note. CL = Confidence limits; TRIMP = training impulse; * Significance level set at $p < 0.05$; ** Significance level set at $p < 0.01$; Correlation magnitude; ? : unclear; S: small; M: moderate; L: large; VL: very large; NP: nearly perfect.

4. Discussion

This is the first study that examined the associations between well-being status variables and relevant metrics representing match internal and external load in FR and AR. Indeed, previous studies only analyzed the differences in both external and internal load between FR and AR during official matches [19,23,24]. Furthermore, no investigations examined whether the perception of the initial well-being state can influence officials' match external or internal loads.

Soccer match officials need to face competition at optimal physical conditioning to ensure that officials can cope with the high physical match demands by keeping up with play at all times to attain optimal positioning when making key decisions [25,26]. To our knowledge, this is the first investigation using the Hooper well-being tool in match officials before the official matches aiming to assess the initial players' wellness state. Our results showed that there are no differences in well-being subsets between FR and AR before officiating matches, so it seems that both officials face the matches in similar conditions attending to the well-being state. However, the Hooper indices declared by FR and AR were moderate (≈ 2 –3 points of 7 point scale). One of the main challenges of physical trainers of match officials is to prepare them to exhibit their optimal physical fitness during competition. The knowledge of the officials' well-being state could help them to modulate the weekly load within the training sessions. In the literature we found that soccer players declared moderate values on every Hooper variable (between 2.5 and 3.10 points of a 7 point scale) [15], while other studies declared a larger range but with low-moderate values also (between 2.2 and 3.6 points of a 7 point scale) [13]. These results are in accordance with the values declared by the soccer match officials in our study—between 2.7 and 2.9 points of a 7 point scale in FR and between 2.4 and 2.8 points of a 7 point scale in AR. It could be interesting to implement strategies in FR and ARs' weekly loads in order to help them to start matches more rested, less fatigued, without soreness and less stressed.

Regarding the external loads, this is the first investigation using Stryd devices on match officials. The external load results obtained by both FR and AR in the present study are in general lower than those obtained in previous studies. [2,3]. The main reason for the lower total distance covered by the FR and AR of our study in comparison to the literature [2,3], could be explained by the different competitive-level, because other studies analyzed the external loads in professional and national competitions, while the match officials involved in this study officiated at provincial level (i.e., *División de Honor*). FR covered higher distances and recorded greater power, mean speed, mean cadence, mean vertical oscillation, ground contact time and stiffness in comparison to AR. Therefore, considering Stryd has also detected the differences between FR and AR, it seems that Stryd

is also a suitable device, like the GPS and multicamera video tracking, to quantify the external loads in match officials [3,27]. In addition, our results are also in consonance with those which reported higher internal loads (e.g., HR in periods of 15 min, $HR_{peak}/\%HR_{mean}$) in FR in comparison to AR [2,9,19,23]. Specifically, in our study FR spent more time in zone 4 and zone 5 and recorded greater TRIMP value than AR. These findings suggest the usefulness of Stryd Power Meter as an alternative to GPS device aiming to monitor the external match loads because both pieces of equipment are able to detect the differences between FR and AR during official matches, which is likely because the activity of each AR is limited to one half of the field.

Analyzing the association between the initial well-being state and match loads could be relevant for the physical training of officials in order to know if the fact of facing matches more rested and less fatigued allows them to exhibit greater performance during match play [14,28,29]. Generally, in our study no correlations between most of the Hooper indices (stress, muscle soreness and Hooper index) and external loads variables were found for either FR or AR. However, power and ground contact time correlated with sleep and fatigue in FR, and the stress subset was associated with vertical oscillation in AR. Additionally, no associations between the Hooper indices and internal loads were found for officials. However, the sleep subset correlated with the time spent in zone 2 and 5, and TRIMP for FR, and the stress subset was associated with the time spent in zone 1. Thus, low and moderate influence between initial state and external and internal loads was found for FR and AR, respectively. However, considering that the magnitude of these associations is not large, it seems that FR and AR carry out regular training, controlled by a strength and physical specialist, allowing them to face official matches in optimal physical condition. Future research is needed to investigate whether fatigue, understood as bad sleep and high levels of stress, could affect the external or internal loads during official competition. This knowledge would be important for physical trainers in order to implement specific training sessions during the week, modulating the training loads in order to optimize the on-field officials' performance and, consequently, reducing the injury risk.

Regarding the associations between the external and internal loads, in our study FR showed that power and speed were negatively correlated with time spent in zone 2, and ground contact time was positively correlated with time spent in zone 2 and 3. Moreover, distance, power, speed and ground contact time were correlated with zone 5 and TRIMP. These results coincide with those studies that report associations between the total distance and the TRIMP in amateur referees who officiated in Third Spanish Division [9]. Likewise, the magnitude of our correlations between internal and external loads were similar (e.g., small to moderate) to previous investigations in which GPS equipment was used [6,10]. As such, Catterall et al. [6] reported a low correlation ($r = 0.15$) between the total distance covered and HR_{mean} in English professional soccer matches, and Costa et al. [10] found moderate association ($r = 0.22$) between the total distance covered and TRIMP in international matches. In our study, moderate correlation ($r = 0.32$) has been found between the total distance covered and TRIMP during amateur matches. Therefore, the Stryd Power Meter can provide similar associations between external and internal loads to other equipment such as GPS or multicamera video tracking. In addition, the low and moderate associations reported could confirm the practical applications of other studies, which concluded that it is necessary to measure both external and internal loads because different dimensions are monitored. Additionally, there were no associations between the internal loads with vertical oscillation and stiffness, so it can be interesting to measure these variables since they could measure another dimension of the load and provide interesting data to program the training sessions of the FR. Regarding the association for AR, speed was negatively correlated with the time spent in zone 1, showing that the higher speed the lower the amount of time spent time in zone 1. To our knowledge, there is no evidence of a strong correlation between the Stryd variables and the internal load in soccer refereeing, so bearing in mind this is the first investigation which has proposed the use of the Stryd

Power Meter to quantify external loads in match officials, it would be interesting to see whether more research could deepen in this topic.

The present study is not exempt from limitations. Our experimental design limited us to only examining one competitive level, so our findings should be taken with caution. In this sense, it would be interesting to replicate this investigation at a higher level of standard of play in order to know if the Stryd Power Meter is also suitable to quantify external loads. Another limitation was the use of only objective method (e.g., heart rate) to quantify internal loads; however, other subjective tools, such as the rating of perceived exertion, have also been demonstrated to be valid and reliable to assess the internal load in match officials [30]. Otherwise, new variables were used in this study to quantify the well-being state and general fatigue before the official competition. Finally, it is important to use well-being variables (i.e., Hooper scale) and stiffness variables not only during official matches but also during training sessions in order to assess the daily load of match officials. Therefore, future research could analyze the association between training loads during the microcycle and the well-being state on the match day.

5. Conclusions

The results of this study show that despite the fact that FR and AR declare similar values of Hooper variables, FR are exposed to a larger external and internal load than AR, probably because AR's action space is limited. These results could suggest a necessity for the planning specific training programs for FR and AR to improve their physical performance. Furthermore, the initial well-being status seems not to be related with the performance because the correlations found were few in number and small or moderate both in FR and in AR. Finally, both in FR and AR, the external load and internal load are related, showing greater external loads when match officials spent more time in zone 5 and when they show greater TRIMP values.

Author Contributions: Conceptualization, D.C. and J.Y.; methodology, D.C.; software, D.C. and E.O.; formal analysis, D.C., E.O. and J.Y.; investigation, E.O.; data curation, E.O. and E.R.; writing—original draft preparation, E.O.; writing—review and editing, D.C., J.Y., E.R. and C.C.; visualization, D.C.; supervision, D.C. and C.C.; project administration, E.O. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research received no external funding.

Institutional Review Board Statement: The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki, and approved by the Institutional Review Board (or Ethics Committee) of The University of the Basque Country (Code: M10/2018/289 Date: 2019-01-24).

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

Acknowledgments: The authors gratefully acknowledge the support of a Spanish government subproject mixed method approach on performance analysis (in training and competition) in elite and academy sport (PGC2018-098742-B-C33) (2019–2021) del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (MCIU), la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)), that is part of the coordinated project New Approach of Research in Physical Activity and Sport from Mixed Methods Perspective (NARPAS_MM) [SPGC201800X098742CV0].

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Castillo, D.; Raya, J.; Usabiaga, O.; Cámara, J.; Castellano, J.; Yanci, J. Analysis of the Success in Soccer Match Officials' Decisions during an International Tournament According to Contextual Factors. *Rev. Int. Cienc. Deporte* **2019**, *15*, 225–234. [[CrossRef](#)]
2. Krstrup, P.; Helsen, W.; Randers, M.B.; Christensen, J.F.; Macdonald, C.; Rebelo, A.N.; Bangsbo, J. Activity Profile and Physical Demands of Football Referees and Assistant Referees in International Games. *J. Sports Sci.* **2009**, *27*, 1167–1176. [[CrossRef](#)]
3. Barbero-Álvarez, J.C.; Boullosa, D.A.; Nakamura, E.Y.; Andrin, G.; Castagna, C. Physical and Physiological Demands of Field and Assistant Soccer Referees during America's Cup. *J. Strength Cond. Res.* **2012**, *26*, 1383–1388. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
4. Castillo, D.; Yanci, J.; Cámara, J. Impact of Official Matches on Soccer Referees' Power Performance. *J. Hum. Kinet.* **2018**, *61*, 131–140. [[CrossRef](#)]

5. D'Ottavio, S.; Castagna, C. Analysis of Match Play Activities in Elite Soccer Referees during Actual Match Play. *J. Strength Cond. Res.* **2001**, *15*, 167–171. [[CrossRef](#)]
6. Catterall, C.; Reilly, T.; Atkinson, G.; Coldwells, A. Analysis of the Work Rates and Heart Rates of Association Football Referees. *Br. J. Sports Med.* **1993**, *27*, 193–196. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
7. Cerezuela-Espejo, V.; Hernández-Belmonte, A.; Courel-Ibáñez, J.; Conesa-Ros, E.; Mora-Rodríguez, R.; Pallarés, J.G. Are We Ready to Measure Running Power? Repeatability and Concurrent Validity of Five Commercial Technologies. *Eur. J. Sport Sci.* **2020**. [[CrossRef](#)]
8. Navalta, J.W.; Montes, J.; Bodell, N.G.; Aguilar, C.D.; Radzak, K.; Manning, J.W.; DeBeliso, M. Reliability of Trail Walking and Running Tasks Using the Stryd Power Meter. *Int. J. Sports Med.* **2019**, *40*, 498–502. [[CrossRef](#)]
9. Castillo, D.; Weston, M.; McLaren, S.J.; Cámara, J.; Yanci, J. Relationships between Internal and External Match-Load Indicators in Soccer Match Officials. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* **2017**, *12*, 922–927. [[CrossRef](#)]
10. Costa, E.C.; Vieira, C.M.A.; Moreira, A.; Ugrinowitsch, C.; Castagna, C.; Aoki, M.S. Monitoring External and Internal Loads of Brazilian Soccer Referees during Official Matches. *J. Sport. Sci. Med.* **2013**, *12*, 559–564.
11. Mallo, J.; Navarro, E.; García Aranda, J.M.; Helsen, W. Physical Demands of Top-Class Soccer Assistant Refereeing during High-Standard Matches. *Int. J. Sports Med.* **2009**, *30*, 331–336. [[CrossRef](#)]
12. Moalla, W.; Fessi, M.S.; Farhat, F.; Noura, S.; Wong, D.P.; Dupont, G. Relationship between Daily Training Load and Psychometric Status of Professional Soccer Players. *Res. Sport. Med.* **2016**, 1–8. [[CrossRef](#)]
13. Oliveira, R.; Brito, J.P.; Martins, A.; Mendes, B.; Marinho, D.A.; Ferraz, R.; Marques, M.C. In-Season Internal and External Training Load Quantification of an Elite European Soccer Team. *PLoS ONE* **2019**, *14*, e0209393. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
14. Rabbari, A.; Clemente, F.M.; Kargarfard, M.; Chamari, K. Match Fatigue Time-Course Assessment over Four Days: Usefulness of the Hooper Index and Heart Rate Variability in Professional Soccer Players. *Front. Physiol.* **2019**, *10*, 109. [[CrossRef](#)]
15. Clemente, F.M.; Mendes, B.; Nikolaidis, P.T.; Calvete, F.; Carriço, S.; Owen, A.L. Internal Training Load and Its Longitudinal Relationship with Seasonal Player Wellness in Elite Professional Soccer. *Physiol. Behav.* **2017**, *179*, 262–267. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
16. Romaratezabala, E.; Castillo, D.; Rodríguez, J.; Yanci, J. Efectos de La Percepción Psicológica de Estrés, Fatiga, Daño Muscular y Descanso En El Calentamiento Pre Partido En Jugadores de Balonmano Amateur. *Rev. Cienc. Deporte* **2019**, *15*, 49–60.
17. Hooper, S.L.; Mackinnon, L.T.; Howard, A.; Gordon, R.D.; Bachman, A.W. Markers for Monitoring Overtraining and Recovery. *Med. Sci. Sport. Exerc.* **1995**, *27*, 106–112. [[CrossRef](#)]
18. Edwards, S. *The Heart Rate Monitor Book*; Polar Electro Oy: New York, NY, USA, 1993.
19. Castillo, D.; Cámara, J.; Yanci, J. Análisis de Las Respuestas Físicas y Fisiológicas de Árbitros y Asistentes de Fútbol Durante Partidos Oficiales. *Rev. Int. Cienc. Deporte* **2016**, *45*, 250–261. [[CrossRef](#)]
20. Atkinson, G.; Nevill, A.M. Statistical Methods for Assessing Measurement Error (Reliability) in Variables Relevant to Sports Medicine. *Sport. Med.* **1998**, *26*, 217–238. [[CrossRef](#)]
21. Cohen, J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*; Associates, N.L.E., Ed.; Lawrence Erlbaum Associates: Hillsdale, NJ, USA, 1988; ISBN 0805802835.
22. Hopkins, W.G. A Spreadsheet for Deriving a Confidence Interval, Mechanistic Inference and Clinical Inference from a P Value. *Sportscience* **2007**, *11*, 16–20.
23. Castillo, D.; Yanci, J.; Cámara, J.; Weston, M. The Influence of Soccer Match Play on Physiological and Physical Performance Measures in Soccer Referees and Assistant Referees. *J. Sports Sci.* **2016**, *34*, 557–563. [[CrossRef](#)]
24. Castillo, D.; Cámara, J.; Sedano, S.; Yanci, J. Impact of Official Matches on Soccer Referees' Horizontal-Jump Performance. *Sci. Med. Footb.* **2017**, *1*, 145–150. [[CrossRef](#)]
25. Mallo, J.; Gonzalez Frutos, P.; Juárez, D.; Navarro, E. Effect of Positioning on the Accuracy of Decision Making of Association Football Top-Class Referees and Assistant Referees during Competitive Matches. *J. Sports Sci.* **2012**, *30*, 1437–1445. [[CrossRef](#)]
26. Aoba, Y.; Yoshimura, M.; Miyamori, T.; Suzuki, S. Assessment of Soccer Referee Performance during Games. *Footb. Sci.* **2011**, *8*, 8–15.
27. Castillo, D.; Cámara, J.; Lozano, D.; Berzosa, C.; Yanci, J. The Association between Physical Performance and Match-Play Activities of Field and Assistants Soccer Referees. *Res. Sport. Med.* **2019**, *27*, 283–297. [[CrossRef](#)]
28. Charlot, K.; Zongo, P.; Leicht, A.S.; Hue, O.; Galy, O. Intensity, Recovery Kinetics and Well-Being Indices Are Not Altered during an Official FIFA Futsal Tournament in Oceanian Players. *J. Sports Sci.* **2016**, *34*, 379–388. [[CrossRef](#)]
29. Romaratezabala, E.; Nakamura, F.Y.; Castillo, D.; Gorostegi-Anduaga, I.; Yanci, J. Influence of Warm-up Duration on Physical Performance and Psychological Perceptions in Handball Players. *Res. Sport. Med.* **2018**, *26*, 230–243. [[CrossRef](#)]
30. Castagna, C.; Bizzini, M.; Povoas, S.C.; D'Ottavio, S. Timing Effect on Training Session Rating of Perceived Exertion in Top-Class Soccer Referees. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* **2017**, *12*, 1157–1162. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

3.1.1.3. Tercer artículo

Posibilidad de descarga en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/3/1306/htm>



Article

Match Physical and Physiological Response of Amateur Soccer Referees: A Comparison between Halves and Match Periods

Eñaut Ozaeta ¹, Uxue Fernández-Lasa ², Inmaculada Martínez-Aldama ³, Ruth Cayero ³ and Daniel Castillo ^{4,*}

¹ Faculty of Education and Sport, University of the Basque Country, UPV/EHU, 01007 Vitoria-Gasteiz, Spain; eoz.eta001@gmail.com

² Society, Sports and Physical Exercise Research Group (GIKAFIT), Physical Education and Sport Department, Faculty of Physical Activity and Sports Science, University of the Basque Country, UPV/EHU, 01007 Vitoria-Gasteiz, Spain; uxue.fernandez@ehu.es

³ Physical Education and Sport Department, Faculty of Education and Sport, University of the Basque Country, UPV/EHU, 01007 Vitoria-Gasteiz, Spain; inmaculada.martinez-dealdama@ehu.es (I.M.-A.); ruth.cayero@ehu.es (R.C.)

⁴ Faculty of Education, University of Valladolid, 42004 Soria, Spain

* Correspondence: danicasti5@gmail.com

Abstract: The aim of this paper was to examine the differences in the external and internal load in amateur match officials between the 1st and 2nd half and among different 15 min periods. Twenty-three field referees (FRs) and 46 assistant referees (ARs) from the Spanish División de Honor participated in this study. Match external and internal loads were monitored showing that FRs recorded a lower $Power_{mean}$, $Speed_{mean}$, $Cadence_{mean}$ and $Stiffness_{mean}$ ($p < 0.05$; $d = 0.52$ to 0.57) during the 2nd half and they also recorded a lower HR_{mean} and HR_{peak} , and spent less time in zone 5 ($p < 0.05$; $d = 0.50$ to 0.62). The FRs' match load decreased during the match but they performed higher $Power_{mean}$ and covered more distance in the last 15 min of the match ($p < 0.01$; $d = 0.87$ to 4.28). The ARs external load did not show significant variations between halves, but ARs recorded a lower HR_{mean} and spent less time in zone 5 ($p < 0.01$; $d = 0.41$ to 0.63), and the highest values of $Power_{mean}$, $Speed_{mean}$, $Cadence_{mean}$ and $Vertical\ oscillation_{mean}$ during the first 15 min of the match ($p < 0.05$; $d = 0.45$ to 0.75). The highest values of HR_{mean} and distance covered were in the 0–15 min period. Results suggest that match load decreases as the match progresses because of the neuromuscular fatigue but increases in the last 15 min.

Keywords: field referees; assistant referees; match periods; external load; heart rate



Citation: Ozaeta, E.; Fernández-Lasa, U.; Martínez-Aldama, I.; Cayero, R.; Castillo, D. Match Physical and Physiological Response of Amateur Soccer Referees: A Comparison between Halves and Match Periods. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 1306. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031306>

Academic Editor: Paul B. Tchounwou

Received: 7 January 2022

Accepted: 22 January 2022

Published: 24 January 2022

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2022 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

Field referees (FRs) and assistant referees (ARs) are responsible for controlling and supervising football matches. To be able to carry out their role, from a physical and physiological point of view, referees perform several intermittent actions throughout the match, spending time standing, walking, running at different intensities and also moving in non-orthodox modes [1,2]. Both FRs and ARs must have an adequate physical condition that allows them, on the one hand, to be correctly positioned during the match and, on the other hand, to follow the match pace, in order to make correct decisions [3]. Due to the importance of the physical and physiological dimension of refereeing, the FRs' and ARs' physical condition [4–6] and match load [7–9] have been the subject of study in recent years. With regard to match load, several studies have gone into greater depth in the analysis of external and internal match load [10–12].

Whereas the FRs cover the entire field of play, the ARs are limited to the touchline, which is why differences have been described in external and internal match loads [13,14]. With regard to the external load, while FRs cover a total distance of between 9 km and 12 km per match [1,8,15], ARs cover a total distance of ≈ 6 km per match [13,15], which is

approximately 33% to 50% less than the FRs' total distance. It has also been found that the distance covered at different intensities is higher in FRs in comparison to ARs [13,14]. FRs covered more distance at high intensity ($>13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) [16] than ARs. Similarly, FRs covered $798.32 \pm 310.19 \text{ m}$ at high speed ($>18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) which is 66% less than the distance covered by ARs at high speed $273.74 \pm 132.11 \text{ m}$ [10]. Moreover, internal match load has also been studied demonstrating differences between FRs and ARs. For example, mean heart rate (HR_{mean}) in FRs is over 85% of their maximal heart rate (HR_{max}) [17–19] while in ARs the HR_{mean} is 77% of their HR_{max} [20]. Similarly, the HR_{mean} in FRs is $152.87 \pm 11.44 \text{ bpm}$ and in ARs is $132.73 \pm 13.63 \text{ bpm}$, as described by Castillo et al. [6]. Regarding match load, FRs showed higher Edwards Training Impulse (TRIMP) and Stagno's TRIMP values than ARs [9,21]. Current knowledge seems to show that external and internal loads are higher for FRs than ARs.

While many studies have focused on analyzing external and internal load in FRs and ARs during the entire match, fewer studies have focused on analyzing whether there are differences between the 1st and 2nd half [22,23]. It has been observed that FRs covered less distance in the 2nd half than in the 1st half [24,25] and they also performed fewer accelerations, distance covered in accelerating [23] and distance at high speed [22]. When internal load is observed, FRs HR_{mean} and peak heart rate (HR_{peak}) are lower in the 2nd half compared to the 1st half [14,26]. Similarly, ARs showed less distance covered in the 2nd half compared to the 1st half [25] and less distance covered at high speed [22]. Besides analyzing the differences in the external and internal match load between the 1st and 2nd half, some studies have investigated the evolution of the external and internal load in different shorter periods during the match (i.e., 15 min) [13,15,27]. Knowing the evolution of the load in shorter periods can provide relevant information on the physical and physiological requirements at different times of the match. Previous studies in both FRs and ARs have observed that both external and internal loads, measured by different variables, appear to be higher in the initial periods of the match and that there is a decline in the load as the match progresses [13,15,18,27]. Similarly, it has been found that some external and internal load variables are lower in the final periods of both the 1st and 2nd half [15,18,28]. However, most of the published studies have been carried out with high level match officials [13,17,28] and no studies have analyzed the evolution of the load at different moments of the match (i.e., 15 min periods) in amateur referees. Knowing officials' match load evolution can be especially relevant because it provides more detailed information on the distribution of the physical and physiological load, and it would be interesting to study the evolution of the load in amateur referees.

Therefore, the objectives of this study were to describe the differences in external and internal load in amateur match officials (FRs and ARs) between the 1st and 2nd half, and to analyze the differences among 15 min periods of the match (0–15 min, 15–30 min, 30–45 min, 45–60 min, 60–75 min and 75–90 min).

2. Materials and Methods

2.1. Participants

Sixty-nine Spanish match referees, who officiated soccer matches in the Spanish "Division de Honor" during the 2019–2020 competitive season, participated in the present study. Twenty-three of them were FRs (age: 25.65 ± 3.30 years; height: $173.4 \pm 3.81 \text{ cm}$; body mass: $64.86 \pm 5.82 \text{ kg}$; body mass index (BMI): $21.56 \pm 1.67 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) and 46 were ARs (age: 23.11 ± 4.15 years; height: $178.15 \pm 4.30 \text{ cm}$; body mass: $72.84 \pm 6.67 \text{ kg}$; BMI: $22.94 \pm 1.87 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$). They had officiated soccer matches at this competitive level for at least three years. All the participants trained at least twice a week and were involved in refereeing in this category on average twice per month. This investigation was performed in accordance with the Declaration of Helsinki (2013) and was approved by the Ethics Committee (CEISH) of The University of the Basque Country (UPV/EHU) (Code: M10/2018/289).

2.2. Procedures

To carry out this study 23 official matches were recorded during the in-season period (i.e., from December to February). Throughout all the matches, external match load (distance, power, speed, cadence, vertical oscillation, ground contact time and stiffness) and internal match load (heart rate, HR) were recorded in both FRs' and ARs' groups. A comparative design was used to examine the differences between the 1st and 2nd half and among periods of 15 min both in external and internal match load. Data was collected during 23 official in-season matches (i.e., from December to February). All matches were played between 11 a.m. and 5 p.m. Before the beginning of the match all the officials performed a 10 min warm-up < consisting of running, stretching, short sprints and progressive sprints. The 15 min half-time data were excluded from the external and internal match load analysis.

2.3. Measures

External match loads. External loads were monitored using a Stryd Power Meter (Stryd, Inc., Boulder, CO, USA) placed on the laces of the right soccer boot with a plastic clip [29]. Stryd Power Meter was used to carry out this study because its repeatability has been demonstrated ($SEM \leq 12.5$ W, $CV \geq 4.3$ %, $ICC \leq 0.989$) [30]. Offline data collection was activated in accordance with the manufacturer's recommendations. The external match load data were collected as measures of total distance covered (km), average power ($Power_{mean}$, W), average speed ($Speed_{mean}$, $km \cdot h^{-1}$), average cadence ($Cadence_{mean}$, $steps \cdot min^{-1}$), average vertical oscillation ($Vertical\ oscillation_{mean}$, cm), average ground contact time (GCT_{mean} , $m \cdot s^{-1}$) and average stiffness ($Stiffness_{mean}$, $KN \cdot m^{-1}$).

Internal match loads. Match officials' HR was recorded during the whole match with a Polar Team 2 device (Polar Team System™, Kempele, Finland) according to the method previously used with football match officials by Castillo et al. [6]. The TRIMP based on Edwards (1993) was calculated by the sum of the values obtained multiplying the time spent in five arbitrary HR zones (from zone 1 to zone 5) by the value of each zone [9,31]. The zones were calculated as a percentage of peak HR (HR_{peak}) obtained during the whole match [7]. The TRIMP value is represented in arbitrary units (AU).

2.4. Statistical Analysis

Results are presented as mean \pm standard deviation. Normal distribution and homogeneity of variances were tested using the Kolmogorov–Smirnov and Levene tests. Student's *t*-test for paired samples was performed in order to evaluate mean differences between the 1st and 2nd half in FRs' and ARs' external and internal match loads. Repeated measures of ANOVA and Bonferroni's post hoc were used to analyze mean differences among the periods of 15 min (0–15, 15–30, 30–45, 45–60, 60–75 and 75–90 min) in FRs' and ARs' external and internal match loads. Practical significance was assessed by Cohen's *d* [32], with values of above 0.8, between 0.8 and 0.5, between 0.5 and 0.2, and lower than 0.2 being considered large, moderate, small, and trivial, respectively. We performed all statistical power calculations via G*Power 3.1.9.2 (Universität Kiel, Kiel, Germany) and supported this sample size for comparisons between two dependent means using power = 0.80, $\alpha = 0.05$, and effect size = 0.50. Considering the ANOVA test for repeated measures, the total sample size ($n = 23$), an effect size *f* of 0.25, an alpha error of 0.05 and a 0.5 of correlation among repeated measures, we obtained a statistical power of 90%. The data analysis was carried out using JASP (JASP Team (2021), JASP version 0.16, Amsterdam, The Netherlands). Statistical significance was set at $p < 0.05$.

3. Results

The differences recorded by FRs between the 1st and 2nd half in external and internal loads during the official matches are shown in Table 1. When external loads are observed, FRs recorded lower $Power_{mean}$ ($p < 0.05$; $d = 0.54$, moderate), $Speed_{mean}$ ($p < 0.05$; $d = 0.54$, moderate), $Cadence_{mean}$ ($p < 0.05$; $d = 0.52$, moderate) and $Stiffness_{mean}$ ($p < 0.05$; $d = 0.57$,

moderate) in the 2nd half than in the 1st half. No significant differences ($p > 0.05$) were found in distance, vertical oscillation or ground contact time between both halves. FRs spent more time in zone 2, zone 3 and zone 4 ($p < 0.05$; $d = 0.45$ to 0.69 , moderate) in the 2nd half compared to the 1st half, and spent less time in zone 5 ($p < 0.01$; $d = 0.62$, moderate) during the 2nd half. In addition, FRs recorded lower values in HR_{mean} ($p < 0.05$; $d = 0.56$, moderate) and HR_{peak} ($p < 0.05$; $d = 0.50$, small) in the 2nd half compared to the values obtained in the 1st half.

Table 1. Differences in external and internal match loads between 1st half and 2nd half in FRs.

	1st Half	2nd Half	$p < \text{Value}$	Cohen's d
<i>External loads</i>				
Distance (km)	4.30 ± 0.48	4.35 ± 0.45	0.52	−0.14
Power _{mean} (W)	122.80 ± 11.81	118.67 ± 12.46	0.02 *	0.54
Power _{peak} (W)	402.5 ± 54.94	402.98 ± 75.98	0.97	−0.01
Speed _{mean} (km·h ^{−1})	7.22 ± 0.63	7.01 ± 0.69	0.02 *	0.54
Speed _{peak} (km·h ^{−1})	23.32 ± 2.06	23.24 ± 1.96	0.86	0.04
Cadence _{mean} (steps·min ^{−1})	63.32 ± 2.05	62.33 ± 1.95	0.02 *	0.52
Cadence _{peak} (steps·min ^{−1})	119.63 ± 16.69	122.28 ± 19.38	0.60	−0.11
Vertical oscillation _{mean} (cm)	8.04 ± 0.56	7.96 ± 0.54	0.25	0.25
Vertical oscillation _{peak} (cm)	38.14 ± 7.79	37.39 ± 11.22	0.77	0.06
GCT _{mean} (m·s ^{−1})	538.10 ± 68.84	544.35 ± 98.47	0.53	0.53
GCT _{peak} (m·s ^{−1})	1879.09 ± 241.31	1937.30 ± 195.84	0.41	−0.17
Stiffness _{mean} (KN·m ^{−1})	9.40 ± 0.66	9.16 ± 0.53	0.01 *	0.57
Stiffness _{peak} (KN·m ^{−1})	33.02 ± 8.71	31.80 ± 6.85	0.54	0.13
<i>Internal loads</i>				
HR _{mean} (bpm)	160.48 ± 12.75	157.01 ± 12.02	0.01 *	0.56
HR _{peak} (bpm)	189.26 ± 13.30	183.00 ± 11.05	0.02 *	0.50
Zone 1 (min)	0.95 ± 2.28	0.41 ± 1.77	0.30	0.22
Zone 2 (min)	1.50 ± 3.51	3.01 ± 6.57	0.04 *	−0.45
Zone 3 (min)	9.23 ± 7.29	12.50 ± 9.19	0.00 **	−0.69
Zone 4 (min)	19.50 ± 4.54	22.18 ± 8.09	0.04 *	−0.46
Zone 5 (min)	14.06 ± 8.04	10.30 ± 7.04	0.01 *	0.62
TRIMP (AU)	179.92 ± 21.60	184.19 ± 25.54	0.20	−0.27

Note. GCT = ground contact time; HR = heart rate; TRIMP = training impulse. * Significant differences between 1st half and 2nd half at $p < 0.05$; ** Significant differences between 1st half and 2nd half at $p < 0.01$.

The differences recorded by the FRs among 15 min periods in external and internal loads during the official matches are shown in Table 2. FRs covered more distance in the last 15 min period (75–90 min) than in any other ($p < 0.01$; $d = 0.87$ to 1.45 , large). Moreover, in the 75–90 min period higher Power_{mean} values were recorded than in the 0–15 min ($p < 0.01$; $d = 4.09$, large), 30–45 min ($p < 0.01$; $d = 4.14$, large) and 60–75 min ($p < 0.01$; $d = 4.28$, large) periods. Higher values of Power_{mean} were also recorded in the 15–30 min and 45–60 min periods compared to 0–15 min, 30–45 min and 60–75 min ($p < 0.01$; $d = 4.34$ to 4.56 , large). Speed_{mean} was higher in the 0–15 min period than in the 30–45 min, 60–75 min and 75–90 min periods ($p < 0.01$; $d = 0.87$ to 0.89 , large). In addition, FRs recorded higher Cadence_{mean} in the 0–15 min period than in the 30–45 min, 60–75 min and 75–90 min periods ($p < 0.01$; $d = 0.77$ to 0.88 , moderate to large).

Regarding the internal load, a lower HR_{mean} was recorded in the 45–60 min period than in the 15–30 min period ($p < 0.05$; $d = 0.70$, moderate). Furthermore, lower HR_{peak} values were recorded in the 45–60 min than the 0–15 min ($p < 0.01$; $d = 0.79$, moderate) and the 15–30 min ($p < 0.01$; $d = 0.68$, moderate) periods. In addition, lower HR_{peak} values were recorded in the 60–75 min than the 0–15 min ($p < 0.05$; $d = 0.70$, moderate) period. FRs spent more time in zone 3 and zone 4 in the 75–90 min period than in the 15 min periods of the 1st half ($p < 0.01$; $d = 0.64$ to 0.96 , moderate to large). FRs also spent more time in zone 5 in the 15–30 min period than in the 45–60 min ($p < 0.05$; $d = 0.68$, moderate) and the 60–75 min ($p < 0.05$; $d = 0.68$, moderate) periods. Finally, FRs recorded higher TRIMP values in the 75–90 min period than in the rest of the 15 min periods of the match ($p < 0.01$; $d = 1.20$ to 1.97 , large). FRs also recorded higher TRIMP in the 30–45 min than in the 45–60 min and 60–75 min periods ($p < 0.05$; $d = 0.72$ to 0.78 , moderate).

Table 2. Differences in external and internal match loads between 15 min periods in FRs.

	0–15 min	15–30 min	30–45 min	45–60 min	60–75 min	75–90 min	Periods Pair Comparison (Cohen's d)
<i>External loads</i>							0–15 and 75–90; −0.87 ** 15–30 and 75–90; −0.98 ** 30–45 and 75–90; −1.07 ** 45–60 and 75–90; −1.22 ** 60–75 and 75–90; −1.45 **
Distance (km)	1.46 ± 0.22	1.43 ± 0.12	1.41 ± 0.27	1.38 ± 0.18	1.32 ± 0.16	1.66 ± 0.24	
Power _{mean} (W)	127.08 ± 15.91	366.06 ± 69.24	124.00 ± 15.81	364.76 ± 60.68	116.71 ± 11.91	350.76 ± 50.36	0–15 and 15–30; −4.37 ** 0–15 and 45–60; −4.34 ** 0–15 and 75–90; −4.09 ** 15–30 and 30–45; 4.42 ** 15–30 and 60–75; 4.56 ** 30–45 and 45–60; −4.40 ** 30–45 and 75–90; −4.14 ** 45–60 and 60–75; 4.53 ** 60–75 and 75–90; −4.28 **
Power _{peak} (W)	366.06 ± 69.24	364.76 ± 60.68	350.76 ± 50.36	357.46 ± 55.20	350.67 ± 83.50	366.50 ± 62.14	
Speed _{mean} (km·h ^{−1})	7.43 ± 0.80	7.27 ± 0.73	6.92 ± 0.62	7.20 ± 0.73	6.93 ± 0.73	6.93 ± 0.82	0–15 and 30–45; 0.89 ** 0–15 and 60–75; 0.88 ** 0–15 and 75–90; 0.87 **
Speed _{peak} (km·h ^{−1})	22.04 ± 2.78	21.86 ± 1.78	21.09 ± 2.57	21.82 ± 1.83	20.52 ± 2.76	21.51 ± 2.58	
Cadence _{mean} (steps·min ^{−1})	64.46 ± 2.77	63.24 ± 2.50	61.99 ± 3.39	63.57 ± 2.42	61.97 ± 2.86	61.66 ± 2.35	0–15 and 30–45; 0.77 ** 0–15 and 60–75; 0.78 ** 0–15 and 75–90; 0.88 **
Cadence _{peak} (steps·min ^{−1})	111.50 ± 14.44	107.11 ± 11.50	106.59 ± 15.08	108.15 ± 11.72	107.46 ± 16.18	113.50 ± 18.88	
Vertical oscillation _{mean} (cm)	8.13 ± 0.74	8.01 ± 0.51	7.94 ± 0.64	7.94 ± 0.50	8.08 ± 0.76	7.85 ± 0.64	
Vertical oscillation _{peak} (cm)	33.18 ± 8.94	28.87 ± 7.28	30.00 ± 9.07	30.72 ± 7.08	30.73 ± 8.47	33.02 ± 12.24	
GCT _{mean} (m·s ^{−1})	517.98 ± 75.59	552.89 ± 67.08	544.20 ± 101.73	530.29 ± 77.86	551.47 ± 65.88	549.58 ± 64.44	
GCT _{peak} (m·s ^{−1})	1761.65 ± 301.89	1676.87 ± 179.90	1671.04 ± 169.74	1718.96 ± 239.28	1725.91 ± 219.34	1826.22 ± 209.85	

Table 2. Cont.

	0–15 min	15–30 min	30–45 min	45–60 min	60–75 min	75–90 min	Periods Pair Comparison (Cohen's d)
Stiffness _{mean} (KN·m ⁻¹)	9.44 ± 0.87	9.40 ± 0.78	9.31 ± 0.60	9.18 ± 0.71	9.22 ± 0.65	9.08 ± 0.60	
Stiffness _{peak} (KN·m ⁻¹)	28.21 ± 7.87	26.35 ± 7.93	27.23 ± 7.89	26.93 ± 8.18	26.08 ± 5.12	26.43 ± 7.82	
<i>Internal loads</i>							
HR _{mean} (bpm)	160.22 ± 14.35	162.14 ± 12.30	159.14 ± 14.41	156.29 ± 12.75	157.00 ± 11.52	157.58 ± 13.05	15–30 and 45–60; 0.70 *
HR _{peak} (bpm)	185.83 ± 14.65	184.70 ± 12.84	180.65 ± 10.86	177.52 ± 12.84	178.44 ± 10.74	181.52 ± 10.38	0–15 and 45–60; 0.79 ** 0–15 and 60–75; 0.70 * 15–30 and 45–60; 0.68 *
Zone 1 (min)	0.54 ± 1.74	0.10 ± 0.48	0.31 ± 1.42	0.19 ± 0.80	0.10 ± 0.42	0.12 ± 0.56	
Zone 2 (min)	0.42 ± 0.53	0.37 ± 0.91	0.71 ± 2.20	0.86 ± 1.84	0.91 ± 2.24	1.25 ± 2.76	
Zone 3 (min)	3.06 ± 2.41	2.62 ± 2.71	3.54 ± 2.97	4.01 ± 2.98	3.72 ± 3.09	4.77 ± 3.77	0–15 and 75–90; −0.76 ** 15–30 and 75–90; −0.96 **
Zone 4 (min)	6.10 ± 1.93	6.80 ± 1.98	6.60 ± 2.36	6.78 ± 2.49	7.12 ± 2.83	8.29 ± 3.67	0–15 and 75–90; −0.82 ** 30–45 and 75–90; −0.64 *
Zone 5 (min)	4.52 ± 2.74	4.85 ± 3.20	4.69 ± 3.25	2.94 ± 2.49	2.94 ± 2.06	4.42 ± 3.60	15–30 and 45–60; 0.68 * 15–30 and 60–75; 0.68 *
TRIMP (AU)	57.55 ± 8.90	60.14 ± 6.86	62.23 ± 10.68	55.74 ± 8.39	56.25 ± 7.96	72.20 ± 11.49	0–15 and 75–90; −1.76 ** 15–30 and 75–90; −1.44 ** 30–45 and 45–60; 0.78 ** 30–45 and 60–75; 0.72 * 30–45 and 75–90; −1.20 ** 45–60 and 75–90; −1.97 ** 60–75 and 75–90; −1.91 **

Note. GCT = ground contact time; HR = heart rate; TRIMP = training impulse. * Significant differences between periods at $p < 0.05$; ** Significant differences between period at $p < 0.01$.

The differences recorded by ARs between the 1st half and 2nd half in external and internal loads during official matches are shown in Table 3. In ARs, no significant decrease of external load was observed in the 2nd half except in Vertical Oscillation_{mean} ($p < 0.01$; $d = 0.42$, moderate). However, higher values of Cadence_{peak} were recorded in the 2nd half ($p < 0.05$; $d = 0.35$, small). Despite no significant differences being found in most of the analyzed variables of external load between the 1st and 2nd half, when internal load is studied, ARs showed lower HR_{mean} values in the 2nd half ($p < 0.01$; $d = 0.63$, moderate) and they also spent less time in zone 5 ($p < 0.01$; $d = 0.41$, small). On the other hand, ARs spent more time in the 2nd half than in the 1st half in zones 1 and 2 ($p < 0.01$; $d = 0.42$ to 0.48, small).

Table 3. Differences in external and internal match loads between 1st half and 2nd half in ARs.

	1st Half	2nd Half	$p < \text{Value}$	Cohen's d
<i>External loads</i>				
Distance (km)	1995 ± 0.46	1924 ± 0.56	0.46	0.11
Power _{mean} (W)	9090 ± 10.45	88.77 ± 8.79	0.16	0.21
Power _{peak} (W)	322.35 ± 39.70	322.22 ± 46.64	0.99	0.00
Speed _{mean} (km·h ⁻¹)	5.84 ± 0.53	5.75 ± 0.50	0.25	0.17
Speed _{peak} (km·h ⁻¹)	20.86 ± 2.02	20.78 ± 2.42	0.84	0.03
Cadence _{mean} (steps·min ⁻¹)	56.40 ± 3.64	55.61 ± 3.50	0.06	0.29
Cadence _{peak} (steps·min ⁻¹)	127.85 ± 19.45	137.56 ± 23.48	0.02 *	−0.35
Vertical oscillation _{mean} (cm)	7.71 ± 0.77	7.41 ± 0.52	0.01 *	0.42
Vertical oscillation _{peak} (cm)	39.57 ± 8.56	37.18 ± 10.31	0.25	0.17
GCT _{mean} (m·s ⁻¹)	391.17 ± 204.35	366.05 ± 231.16	0.20	0.20
GCT _{peak} (m·s ⁻¹)	2015.74 ± 223.34	1924 ± 348.09	0.10	0.25
Stiffness _{mean} (KN·m ⁻¹)	8.69 ± 0.59	8.61 ± 0.67	0.19	0.20
Stiffness _{peak} (KN·m ⁻¹)	30.48 ± 11.20	32.16 ± 11.80	0.51	−0.10
<i>Internal loads</i>				
HR _{mean} (bpm)	136.86 ± 18.46	131.92 ± 18.26	0.00 **	0.63
HR _{peak} (bpm)	179.09 ± 23.08	177.50 ± 21.51	0.56	0.09
Zone 1 (min)	4.69 ± 6.04	6.88 ± 7.21	0.00 **	−0.48
Zone 2 (min)	10.22 ± 8.18	12.52 ± 8.38	0.01 *	−0.42
Zone 3 (min)	12.97 ± 6.36	14.14 ± 6.94	0.25	−0.17
Zone 4 (min)	11.82 ± 8.40	10.76 ± 9.01	0.21	0.19
Zone 5 (min)	4.68 ± 5.30	2.86 ± 3.41	0.01 *	0.41
TRIMP (AU)	134.77 ± 40.30	127.71 ± 43.16	0.16	0.21

Note. GCT = ground contact time; HR = heart rate; TRIMP = training impulse. * Significant differences between 1st half and 2nd half at $p < 0.05$; ** Significant differences between 1st half and 2nd half at $p < 0.01$.

The differences recorded by ARs among 15 min periods in external and internal loads during the official matches are shown in Table 4. The periods in which more distance was covered were 30–45 min ($p < 0.01$; $d = 0.59$ to 0.62, moderate) and 75–90 min ($p < 0.01$; $d = 0.51$ to 0.97, moderate to large). More distance was covered also in 0–15 min compared to 45–60 min ($p < 0.05$; $d = 0.45$, small). Moreover, in the 0–15 min period ARs recorded higher Power_{mean} than in the 30–45 min, 60–75 min and 75–90 min periods ($p < 0.01$; $d = 0.53$ to 0.58, moderate); higher Speed_{mean} than in 30–45 min and 60–75 min ($p < 0.05$; $d = 0.50$ to 0.55, small to moderate), higher Cadence_{mean} than in 15–30 min, 30–45 min, 60–75 min and 75–90 min periods ($p < 0.01$; $d = 0.57$ to 0.75, moderate) and higher Vertical oscillation_{mean} than in the 60–75 min and 75–90 min periods ($p < 0.05$; $d = 0.44$ to 0.60, small to moderate). In addition, the 45–60 min period also showed higher Cadence_{mean} values than the 30–45 min, 60–75 min and 75–90 min periods ($p < 0.05$; $d = 0.44$ to 0.50, small). Finally, in the 45–60 min period lower GCT_{mean} values were shown than in the 30–45 min and 75–90 min periods ($p < 0.01$; $d = 0.52$ to 0.62, moderate), and lower GCT_{peak} values than in the 0–15 min, 30–45 min and 75–90 min periods ($p < 0.05$; $d = 0.45$ to 0.47, small).

Table 4. Differences in external and internal match loads between 15 min periods in ARs.

	0–15 min	15–30 min	30–45 min	45–60 min	60–75 min	75–90 min	Periods Pair Comparison (Cohen's d)
<i>External loads</i>							
Distance (km)	0.67 ± 0.22	0.61 ± 0.19	0.71 ± 0.18	0.56 ± 0.25	0.57 ± 0.19	0.80 ± 0.22	0–15 and 45–60; 0.45 * 0–15 and 75–90; −0.51 ** 15–30 and 75–90; −0.76 ** 30–45 and 45–60; 0.62 ** 30–45 and 60–75; 0.59 ** 45–60 and 75–90; −0.97 ** 60–75 and 75–90; −0.94 **
Power _{mean} (W)	95.49 ± 15.73	89.50 ± 10.85	87.88 ± 10.59	91.68 ± 13.33	87.20 ± 13.40	87.69 ± 10.34	0–15 and 30–45; 0.53 ** 0–15 and 60–75; 0.58 ** 0–15 and 75–90; 0.54 **
Power _{peak} (W)	295.26 ± 45.84	290.06 ± 47.47	276.52 ± 43.30	274.50 ± 57.70	269.37 ± 56.49	295.11 ± 47.96	
Speed _{mean} (km·h ^{−1})	6.07 ± 0.78	5.77 ± 0.48	5.70 ± 0.63	5.85 ± 0.70	5.66 ± 0.73	5.75 ± 0.63	0–15 and 30–45; 0.50 * 0–15 and 60–75; 0.55 **
Speed _{peak} (km·h ^{−1})	19.38 ± 2.86	18.89 ± 2.52	18.37 ± 2.24	18.05 ± 3.26	18.08 ± 3.15	19.33 ± 2.41	
Cadence _{mean} (steps per min ^{−1})	58.42 ± 4.45	55.80 ± 4.04	55.21 ± 4.27	57.29 ± 4.49	54.99 ± 4.16	55.26 ± 4.68	0–15 and 15–30; 0.57 ** 0–15 and 30–45; 0.70 ** 0–15 and 60–75; 0.73 ** 0–15 and 75–90; 0.69 ** 30–45 and 45–60; −0.46 * 45–60 and 60–75; 0.50 * 45–60 and 75–90; 0.44 *
Cadence _{peak} (steps per min ^{−1})	115.28 ± 16.85	113.50 ± 18.47	111.96 ± 16.19	119.96 ± 22.90	113.44 ± 23.08	118.87 ± 22.74	
Vertical oscillation _{mean} (cm)	7.90 ± 0.97	7.61 ± 1.05	7.52 ± 0.96	7.52 ± 0.71	7.43 ± 0.81	7.26 ± 0.70	0–15 and 60–75; 0.44 * 0–15 and 75–90; 0.60 **
Vertical oscillation _{peak} (cm)	34.36 ± 10.16	29.91 ± 8.47	31.61 ± 9.72	30.18 ± 11.01	30.37 ± 11.00	28.99 ± 7.27	
GCT _{mean} (m·s ^{−1})	339.127 ± 109.76	353.310 ± 118.09	387.593 ± 117.70	294.224 ± 141.42	334.895 ± 119.22	372.590 ± 106.11	30–45 and 45–60; 0.62 ** 45–60 and 75–90; −0.52 **
GCT _{peak} (m·s ^{−1})	1822.00 ± 232.90	1772.26 ± 252.74	1816.74 ± 260.16	1651.13 ± 319.11	1729.61 ± 319.35	1814.09 ± 368.58	0–15 and 45–60; 0.47 * 30–45 and 45–60; 0.46 * 45–60 and 75–90; −0.45 *
Stiffness _{mean} (KN·m ^{−1})	8.76 ± 0.75	8.60 ± 0.78	8.58 ± 0.74	8.54 ± 0.97	8.50 ± 0.84	8.73 ± 0.94	
Stiffness _{peak} (KN·m ^{−1})	23.25 ± 10.32	21.19 ± 9.60	21.05 ± 9.76	22.30 ± 11.66	20.56 ± 9.17	24.87 ± 10.95	

Table 4. Cont.

	0–15 min	15–30 min	30–45 min	45–60 min	60–75 min	75–90 min	Periods Pair Comparison (Cohen's d)
<i>Internal loads</i>							
HR _{max} (bpm)	139.76 ± 19.67	135.83 ± 18.22	135.44 ± 19.90	131.04 ± 20.71	130.97 ± 18.47	133.21 ± 18.11	0–15 and 45–60; 0.83 ** 0–15 and 60–75; 0.83 ** 0–15 and 75–90; 0.62 ** 15–30 and 45–60; 0.45 * 15–30 and 60–75; 0.46 *
HR _{peak} (bpm)	173.91 ± 22.52	168.70 ± 18.64	168.87 ± 21.26	168.11 ± 21.30	166.02 ± 20.18	170.48 ± 21.63	0–15 and 60–75; 0.44 *
Zone 1 (min)	1.22 ± 1.82	1.72 ± 2.33	1.82 ± 2.52	2.21 ± 2.76	2.16 ± 2.42	2.36 ± 2.90	0–15 and 45–60; −0.48 * 0–15 and 60–75; −0.46 * 0–15 and 75–90; −0.56 **
Zone 2 (min)	3.00 ± 3.06	3.59 ± 2.82	3.83 ± 3.02	3.66 ± 2.52	4.05 ± 3.01	4.95 ± 3.55	0–15 and 60–75; −0.44 * 0–15 and 75–90; −0.81 ** 15–30 and 75–90; −0.56 ** 30–45 and 75–90; −0.46 * 45–60 and 75–90; −0.54 **
Zone 3 (min)	4.14 ± 2.62	4.11 ± 2.44	4.93 ± 2.51	4.23 ± 2.38	4.41 ± 2.51	5.83 ± 2.78	0–15 and 75–90; −0.66 ** 15–30 and 75–90; −0.67 ** 45–60 and 75–90; −0.62 ** 60–75 and 75–90; −0.56 **
Zone 4 (min)	4.17 ± 3.05	3.72 ± 2.78	4.00 ± 3.23	3.18 ± 2.82	3.20 ± 2.77	4.23 ± 3.76	45–60 and 75–90; −0.46 * 60–75 and 75–90; −0.45 *
Zone 5 (min)	1.99 ± 2.38	1.52 ± 1.89	1.21 ± 1.57	0.95 ± 1.45	0.65 ± 0.97	1.05 ± 1.21	0–15 and 30–45; 0.47 * 0–15 and 45–60; 0.62 ** 0–15 and 60–75; 0.81 ** 0–15 and 75–90; 0.57 ** 15–30 and 60–75; 0.52 **

Table 4. Cont.

	0–15 min	15–30 min	30–45 min	45–60 min	60–75 min	75–90 min	Periods Pair Comparison (Cohen's d)
TRIMP (AU)	46.29 ± 13.56	43.72 ± 13.20	46.32 ± 13.47	39.68 ± 14.34	39.56 ± 12.53	51.89 ± 14.99	0–15 and 45–60; 0.75 ** 0–15 and 60–75; 0.76 ** 0–15 and 75–90; −0.63 ** 15–30 and 45–60; 0.46 * 15–30 and 60–75; 0.47 * 15–30 and 75–90; −0.92 ** 30–45 and 45–60; 0.75 ** 30–45 and 60–75; 0.76 ** 30–45 and 75–90; −0.63 ** 45–60 and 75–90; −1.38 ** 60–75 and 75–90; −1.39 **

Note. CCT = ground contact time; HR = heart rate; TRIMP = training impulse; * Significant differences between periods at $p < 0.05$; ** Significant differences between periods at $p < 0.01$.

When internal load is observed, ARs recorded lower HR_{mean} values in the 45–60 min, 60–75 min and 75–90 min periods than in the 0–15 min period ($p < 0.01$; $d = 0.63$ to 0.83, moderate to large). HR_{mean} lower values were also recorded in the 45–60 min and 60–75 min periods than in the 15–30 min period ($p < 0.05$; $d = 0.45$ to 0.46, small). In addition, the 60–75 min period recorded a lower HR_{peak} than the 0–15 min period ($p < 0.05$; $d = 0.44$, small). ARs spent more time in zones 1 and 2, as the match progressed ($p < 0.05$; $d = 0.44$ to 0.81, small to large). Moreover, ARs were in zone 3 more times in the 75–90 min period than in the previous 15 min periods ($p < 0.01$; $d = 0.46$ to 0.67, small to moderate) and also spent more time in zone 4 during the 75–90 min period than in the 45–60 min and 60–75 min periods ($p < 0.05$; $d = 0.45$ to 0.46, small). In contrast to zones 1 and 2, ARs spent less time in zone 5 as the match went on, recording more time in zone 5 during the 0–15 min period than in the 30–45 min, 45–60 min, 60–75 min and 75–90 min periods ($p < 0.05$; $d = 0.47$ to 0.81, small to large). They also spent less time in zone 5 during the 60–75 min period than in the 15–30 min period ($p < 0.01$; $d = 0.52$, moderate).

4. Discussion

There are studies that have analyzed the differences in the external and internal load between the 1st and 2nd half or between shorter periods in FRs and ARs during match play [13,14,22,23]. However, this is the first study to analyze the differences in external and internal load among 15 min periods in amateur match officials. Considering that there are thousands of amateur official matches officiated by amateur referees, a more exhaustive knowledge of the evolution of the external and internal load during match play could be interesting in order to adjust the training sessions for optimizing match officials' performance.

The results of this study showed that FRs recorded lower $Power_{mean}$, $Speed_{mean}$, $Cadence_{mean}$ and $Stiffness_{mean}$ during the 2nd half in comparison to the 1st half, but no differences were found in $Vertical\ oscillation_{mean}$ and GCT_{mean} . These results are in concordance with other studies which found a lower external load during the 2nd half in international match officials [23,25]. Similarly, although FRs spent more time in zones 2, 3 and 4 during the 2nd half compared to the 1st half, they recorded a significantly lower HR_{mean} , HR_{peak} and time spent in zone 5. Again, these results coincide with previous literature in national and international match officials [14,26]. One of the main contributions of the present study is that, despite a decrease being found in the external load average variables, no differences were found between any external load peak variables. These results show that FRs are able to perform similar peak values during the 2nd half compared to the 1st half but are not capable of maintaining mean external load. This was corroborated by Costa et al. [33] reporting that FRs' mean speed decreases during the 2nd half but they can maintain a similar maximum speed during match play. In future studies it would be necessary to analyze whether the decrease in the external and internal load during the 2nd half in FRs is due to neuromuscular and/or cardiovascular fatigue or to other factors derived from the match.

To achieve a more in-depth analysis of external and internal load variations in the 1st and 2nd half, a study of shorter periods can provide more information about what happens during match play [13,15,27,34]. Our results showed highest $Speed_{mean}$ and $Cadence_{mean}$ at the beginning of the match (0–15 min) that were significantly higher than in the 30–45 min, 60–75 min and 75–90 min time-periods. These results are in concordance with previous studies in which the first 15 min periods revealed the greatest external loads during international matches [13,15]. On the other hand, FRs covered more total distance during the last 15 min of the match (75–90 min) in comparison to other 15 min periods of match play. In addition, higher $Power_{mean}$ was recorded during the 15–30 min, 45–60 min and 75–90 min periods with respect to other 15 min periods. Nevertheless, no significant differences were found in $Vertical\ oscillation_{mean}$, GCT_{mean} and $Stiffness_{mean}$ during 15 min time periods across match play. Regarding internal load, although the variables decrease as the match progresses, our results also showed that the time in zones 3, 4 and 5 was longer

than in previous 15 min periods during the 2nd half. These findings could be explained by higher match intensity caused by the increase in the number of missed passes [35,36] which could translate into more transitions involving more disordered match play, so FRs have to be continuously close to play in order to be more successful making key decisions [37].

Since the ARs perform specific movement patterns during match play, it is interesting to know the variations in the external and internal load throughout official matches. Our results showed that there were no significant differences in the variation of external loads between halves in ARs, with the exception of Vertical oscillation_{mean} and Cadence_{peak} decreasing and increasing during the 2nd half, respectively. Related to variation in internal load across matches, a decrease was observed in the HR_{mean} and time spent in zone 5 during the 2nd half. Otherwise, time spent in zones 1 and 2 increased during the 2nd half in ARs which is concordant with the study of Castillo et al. [6] with national ARs. Overall, the lack of differences in external loads between halves could be due to the different roles of ARs during match play with respect to FRs, who are exposed to greater external loads because they have to cover more ground [9,27]. On the other hand, according to the differences reported in internal load, it could be that ARs spent less time moving backwards and sideways [27] which create more metabolic demand [38] maintaining external load similar to the 1st half but increasing the internal load during the 2nd half.

To understand the external and internal loads as the match progresses in ARs, a 15 min time-period analysis is necessary. Our results showed that ARs recorded the highest values of Power_{mean}, Speed_{mean}, Cadence_{mean} and Vertical oscillation_{mean} during 0–15 min period. However, it was observed that ARs covered more total distance during the last 15 min of both halves (i.e., the 30–45 min and 75–90 min periods) than other 15 min periods. Similarly, to the external load, when internal load is observed, the higher values of HR_{mean} and time spent in zone 5 were recorded in 0–15 min and were significantly higher than in all 15 min periods of the 2nd half (45–60 min, 60–75 min and 75–90 min) ($p < 0.05$; $d = 0.45$ to 0.83 , small to large). As occurs with FRs, it seems that the last minutes of the match imply that soccer players miss more passes [35] which could cause more transitions in play in which ARs have to cover greater distances.

In the present study it was not possible to analyze the reasons for the variation in the internal or external load in FRs and ARs in the different periods of the match. For this reason, it would be interesting to analyze in future studies what these reasons might be and whether they might be due, among other things, to motivation, the result of the match, fatigue or other factors.

5. Conclusions

The results of this study show that both FRs' and ARs' match load decreases during the match except for the last 15 min period, in which FRs and ARs covered more distance and FRs also produced higher Power_{mean}. Results suggest that match load decreases as the match progresses probably caused by neuromuscular fatigue. However, in the last 15 min some match load variables increased in both FRs' and ARs' groups due to a higher number of attacks and transitions increasing their match load.

Author Contributions: Conceptualization, D.C. and U.F.-L.; methodology, D.C.; software, R.C. and E.O.; formal analysis, D.C., E.O., I.M.-A. and U.F.-L.; investigation, E.O., I.M.-A. and R.C.; data curation, E.O. and D.C.; writing—original draft preparation, E.O.; writing—review and editing, D.C., I.M.-A., R.C. and U.F.-L.; visualization, D.C.; supervision, D.C. and U.F.-L.; project administration, E.O. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research received no external funding.

Institutional Review Board Statement: The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki, and approved by the Ethics Committee (CEISH) of The University of the Basque Country (UPV/EHU) (Code: M10/2018/289).

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

Data Availability Statement: Author's property.

Acknowledgments: The authors gratefully acknowledge the support of a Spanish government subproject Mixed method approach on performance analysis (in training and competition) in elite and academy sport (PGC2018-098742-B-C33) (2019–2021) del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (MCIU), la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)), that is part of the coordinated project, New approach of research in physical activity and sport from mixed methods' perspective (NARPAS_MM) (SPGC201800X098742CV0).

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. D'Ottavio, S.; Castagna, C. Analysis of match play activities in elite soccer referees during actual match play. *J. Strength Cond. Res.* **2001**, *15*, 167–171. [\[CrossRef\]](#)
2. D'Ottavio, S.; Castagna, C. Physiological load imposed on elite soccer referees during actual match play. *J. Sports Med. Phys. Fitness* **2001**, *41*, 27–32. [\[PubMed\]](#)
3. Mallo, J.; Gonzalez Frutos, P.; Juárez, D.; Navarro, E. Effect of Positioning on the accuracy of decision making of association football top-class referees and assistant referees during competitive matches. *J. Sports Sci.* **2012**, *30*, 1437–1445. [\[CrossRef\]](#)
4. Rebole, M.; Castillo, D.; Yanci, J. Relationship between the cardiovascular capacity and repeated sprint ability in high-standard soccer referees. *Rev. Iberoam. Cienc. Act. Física Deport.* **2017**, *5*, 49–64.
5. Yanci, J.; Los Arcos, A.; Grande, L.; Casajús, J.A. Change of direction ability test differentiates higher level and lower level soccer referees. *Biol. Sport* **2016**, *33*, 173–177. [\[CrossRef\]](#)
6. Castillo, D.; Yanci, J.; Casajús, J.A.; Cámara, J. Physical fitness and physiological characteristics of soccer referees. *Sci. Sport.* **2016**, *31*, 27–35. [\[CrossRef\]](#)
7. Castillo, D.; Castagna, C.; Cámara, J.; Iturricastillo, A.; Yanci, J. Influence of team's rank on soccer referees' external and internal match loads during official matches. *J. Strength Cond. Res.* **2018**, *32*, 1715–1722. [\[CrossRef\]](#)
8. Castillo, D.; Yanci, J.; Cámara, J.; Weston, M. The influence of soccer match play on physiological and physical performance measures in soccer referees and assistant referees. *J. Sports Sci.* **2016**, *34*, 557–563. [\[CrossRef\]](#)
9. Castillo, D.; Weston, M.; McLaren, S.J.; Cámara, J.; Yanci, J. Relationships between internal and external match-load indicators in soccer match officials. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* **2017**, *12*, 922–927. [\[CrossRef\]](#)
10. Castillo, D.; Cámara, J.; Lozano, D.; Berzosa, C.; Yanci, J. The association between physical performance and match-play activities of field and assistants soccer referees. *Res. Sport. Med.* **2019**, *27*, 283–297. [\[CrossRef\]](#)
11. Ishihara, Y.; Naito, H.; Ozaki, H.; Yoshimura, M. Aerobic fitness relation to match performance of Japanese soccer referees. *Footb. Sci.* **2015**, *12*, 91–97.
12. Castillo, D.; Cámara, J.; Sedano, S.; Yanci, J. Impact of official matches on soccer referees' horizontal-jump performance. *Sá. Med. Footb.* **2017**, *1*, 145–150. [\[CrossRef\]](#)
13. Krstrup, P.; Helsen, W.; Randers, M.B.; Christensen, J.F.; Macdonald, C.; Rebelo, A.N.; Bangsbo, J. Activity profile and physical demands of football referees and assistant referees in international games. *J. Sports Sci.* **2009**, *27*, 1167–1176. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
14. Castillo, D.; Cámara, J.; Yanci, J. Análisis de las respuestas físicas y fisiológicas de árbitros y asistentes de fútbol durante partidos oficiales. *RICYDE Rev. Int. Cienc. Deport.* **2016**, *45*, 250–261. [\[CrossRef\]](#)
15. Barbero-Álvarez, J.C.; Boullosa, D.A.; Nakamura, E.Y.; Andrin, G.; Castagna, C. Physical and physiological demands of field and assistant soccer referees during America's cup. *J. Strength Cond. Res.* **2012**, *26*, 1383–1388. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
16. Castillo, D.; Yanci, J.; Cámara, J. Impact of official matches on soccer referees' power performance. *J. Hum. Kinet.* **2018**, *61*, 131–140. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
17. Castagna, C.; Abt, G.; D'Ottavio, S. Physiological aspects of soccer refereeing performance and training. *Sport. Med.* **2007**, *37*, 625–646. [\[CrossRef\]](#)
18. Krstrup, P.; Bangsbo, J. Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: Effect of Intense Intermittent exercise training. *J. Sports Sci.* **2001**, *19*, 881–891. [\[CrossRef\]](#)
19. Tessitore, A.; Cortis, C.; Meeusen, R.; Capranica, L. Power performance of soccer referees before, during and after official matches. *J. Strength Cond. Res.* **2007**, *21*, 1183–1187.
20. Helsen, W.; Bulthynck, J.B. Physical and perceptual-cognitive demands of top-class refereeing in association football. *J. Sports Sci.* **2004**, *22*, 179–189. [\[CrossRef\]](#)
21. Castillo, D.; Cámara, J.; Yanci, J. Influencia del criterio de determinación de la frecuencia cardiaca máxima sobre la cuantificación de la carga interna en el arbitraje. *Arch. Med. Deport.* **2018**, *35*, 228–233.
22. Di Salvo, V.; Carmont, M.R.; Maffulli, N. Football officials activities during matches: A comparison of activity of referees and linesmen in european, premier ship and championship matches. *Muscles Ligaments Tendons J.* **2011**, *1*, 106–111. [\[PubMed\]](#)
23. Barbero-Álvarez, J.C.; Boullosa, D.A.; Nakamura, E.Y.; Andrin, G.; Weston, M. Repeated Acceleration Ability (RAA): A new concept with reference to top-level field and assistant soccer referees. *Asian J. Sports Med.* **2014**, *5*, 63–66. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
24. Catterall, C.; Reilly, T.; Atkinson, G.; Coldwells, A. Analysis of the work rates and heart rates of association football referees. *Br. J. Sports Med.* **1993**, *27*, 193–196. [\[CrossRef\]](#)

25. Mallo, J.; Navarro, E.; Garcia Aranda, J.M.; Helsen, W. Physical demands of top-class soccer assistant refereeing during high-standard matches. *Int. J. Sports Med.* **2009**, *30*, 331–336. [[CrossRef](#)]
26. Weston, M.; Brewer, J. A study of the physiological demands of soccer refereeing. *J. Sports Sci.* **2002**, *20*, 59–60.
27. Krustup, P.; Mohr, M.; Bangsbo, J. Activity profile and physiological demands of top-class soccer assistant refereeing in relation to training status. *J. Sports Sci.* **2002**, *20*, 861–871. [[CrossRef](#)]
28. Weston, M.; Drust, B.; Gregson, W. Intensities of exercise during match-play in FA premier league referees and players. *J. Sports Sci.* **2011**, *29*, 527–532. [[CrossRef](#)]
29. Navalta, J.W.; Montes, J.; Bodell, N.G.; Aguilar, C.D.; Radzak, K.; Manning, J.W.; de Beliso, M. Reliability of trail walking and running tasks using the stryd power meter. *Int. J. Sports Med.* **2019**, *40*, 498–502. [[CrossRef](#)]
30. Cerezuela-Espejo, V.; Hernández-Belmonte, A.; Courel-Ibáñez, J.; Conesa-Ros, E.; Mora-Rodríguez, R.; Pallarés, J.G. Are we ready to measure running power? Repeatability and concurrent validity of five commercial technologies. *Eur. J. Sport Sci.* **2020**, *21*, 341–350. [[CrossRef](#)]
31. Edwards, S. *The Heart Rate Monitor Book*; Polar Electro Oy: New York, NY, USA, 1993.
32. Cohen, J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*; Lawrence Erlbaum Associates, Ed.; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 1998; ISBN 0805802835.
33. Costa, E.C.; Vieira, C.M.A.; Moreira, A.; Ugrinowitsch, C.; Castagna, C.; Aoki, M.S. Monitoring external and internal loads of brazilian soccer referees during official matches. *J. Sport. Sci. Med.* **2013**, *12*, 559–564.
34. Weston, M.; Gregson, W.; Castagna, C.; Breivik, S.; Impellizzeri, F.M.; Lovell, R.J. Changes in a top-level soccer referee's training, match activities, and physiology over an 8-year period: A case study. *Int. J. Sport Psychol. Perform.* **2011**, *6*, 281–286. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
35. Rampinini, E.; Impellizzeri, F.M.; Castagna, C.; Coutts, A.J.; Wisløff, U. Technical performance during soccer matches of the italian serie a league: Effect of fatigue and competitive level. *J. Sci. Med. Sport* **2009**, *12*, 227–233. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
36. Rampinini, E.; Impellizzeri, F.M.; Castagna, C.; Azzalin, A.; Bravo, D.F.; Wisløff, U. Effect of match-related fatigue on short-passing ability in young soccer players. *Med. Sci. Sport Exerc.* **2008**, *40*, 934–942. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
37. Castillo, D.; Raya, J.; Usabiaga, O.; Cámara, J.; Castellano, J.; Yanci, J. Analysis of the success in soccer match officials' decisions during an international tournament according to contextual factors. *Rev. Int. Cienc. Deporte* **2019**, *15*, 225–234. [[CrossRef](#)]
38. Reilly, T.; Bowen, T. Exertional costs of changes in directional modes of running. *Percept. Mot. Skills* **1984**, *58*, 149–150. [[CrossRef](#)]

3.1.2. Estudio complementario

The influence of contextual variables on physical and physiological match demands in soccer referees

La influencia de las variables contextuales en las cargas físicas y fisiológicas de los árbitros de fútbol

Eñaut Ozaeta¹, Javier Yanci², Javier Raya-González³, Uxue Fernández¹, Daniel Castillo⁴

Corresponding author:

Dr. Javier Yanci

Physical Education and Sport Department, Faculty of Physical Activity and Sports Science, University of the Basque Country UPV-EHU.

E-mail: javier.yanci@ehu.eus

Acknowledgements:

The authors gratefully acknowledge the support of a Spanish government subproject mixed method approach on performance analysis (in training and competition) in elite and academy sport (PGC2018-098742-B-C33) (2019–2021) from the Ministry of Science, Innovation and Universities (MCIU), the State Research Agency (AEI) and the European Regional Development Fund (ERDF), that is part of the coordinated project New Approach of Research in Physical Activity and Sport from Mixed Methods Perspective (NARPAS_MM) [SPGC201800X098742CV0].

Affiliation:

¹Faculty of Education and Sport, University of the Basque Country, UPV/EHU, Vitoria-Gasteiz, Spain.

²Society, Sports and Physical Exercise Research Group (GIKAFIT), Physical Education and Sport Department, Faculty of Physical Activity and Sports Science, University of the Basque Country, UPV/EHU, Vitoria-Gasteiz, Spain.

³Faculty of Health Sciences, University Isabel I, Burgos, Spain.

⁴Universidad de Valladolid, Soria, Spain.

La influencia de las variables contextuales en las cargas físicas y fisiológicas de los árbitros de fútbol

The influence of contextual variables on physical and physiological match demands in soccer referees

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo fue examinar cómo los factores contextuales afectan a la carga de partido de los árbitros amateur. Veintitrés árbitros de campo de la División de Honor española participaron en este estudio. Para ello se registraron la carga física y fisiológica de partido. Los resultados mostraron que los árbitros registraron una mayor distancia total ($p < 0,01$), potencia media ($p < 0,01$), velocidad media ($p < 0,05$) y cadencia media ($p < 0,05$) en los campos naturales en comparación con los campos de césped artificial. Se registró una mayor distancia total ($p < 0,01$), potencia media ($p < 0,01$), velocidad media ($p < 0,01$), cadencia media ($p < 0,05$) y media de stiffness medio ($p < 0,05$) en los campos más grandes que la media en comparación con los campos por debajo de la media. Los árbitros cubrieron más distancia total ($p < 0,05$), potencia media ($p < 0,05$) y velocidad media ($p < 0,05$) durante los partidos jugados con una temperatura ambiental superior a 20° en comparación con los partidos jugados con temperaturas inferiores a 10° . Los árbitros recorrieron más distancia total en los partidos de la vuelta en comparación con los partidos jugados en la ida ($p < 0,05$). Los resultados sugieren que la carga física de los árbitros de fútbol durante los partidos oficiales están influenciadas por el tipo de superficie, el tamaño del campo, la temperatura ambiental y el período de la temporada, en cambio la carga fisiológica no parece estar condicionada por los factores contextuales.

Palabras clave: Árbitros de campo, periodo de temporada, tamaño del campo, césped, temperatura

ABSTRACT

The aim of this paper was to examine how contextual factors affect match demands in amateur referees. Twenty-three field referees participated in this study. Match physical and physiological demands were monitored. Results showed that referees recorded greater total distance ($p < 0.01$), $Power_{mean}$ ($p < 0.01$), $Speed_{mean}$ ($p < 0.05$) and $Cadence_{mean}$ ($p < 0.05$) on natural fields compared to artificial turf fields. Greater total distance ($p < 0.01$), $Power_{mean}$ ($p < 0.01$), $Speed_{mean}$ ($p < 0.01$), $Cadence_{mean}$ ($p < 0.05$) and $Stiffness_{mean}$ ($p < 0.05$) were recorded in above-standard fields in comparison to below-standard fields. Referees recorded greater total distance ($p < 0.05$), $Power_{mean}$ ($p < 0.05$) and $Speed_{mean}$ ($p < 0.05$) during matches played with an environmental temperature of over 20° compared to those matches played at temperatures below 10°. Referees' covered more total distance in second-round matches compared to first round matches. Results suggest that the physical demands supported by soccer referees during official matches are influenced by the type of surface, pitch size, environmental temperature and period of the season, however, physiological demands does not seem to be conditioned by contextual factors.

Key words: Field referees, season period, field size, turf, temperature

INTRODUCTION

Thousands of amateur soccer matches are played weekly around the world, officiated by field referees and their two assistants from the national level upwards, and with only field referees officiating the majority of matches at grassroots and lower senior competitive levels. From a physical and physiological perspective, refereeing is an intermittent activity that mainly requires the implication of the aerobic system, although it is interspersed with periods of high intensity requiring the anaerobic system (1,2). Specifically, amateur referees cover around 10-11 km per match, of which almost 3 km are covered at high intensity (over $13\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) and approximately 800 m at high speed (over $18\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) (3,4). In addition, soccer referees cover around 1.5km accelerating and around 400 m decelerating (3,5,6). Moreover, referees present a mean heart rate (HR_{mean}) above 85% of their maximum HR ($\%\text{HR}_{\text{peak}}$) (3,7,8) during matches, while according to the match load recorded using Edward's training impulse (TRIMP), this population recorded 390 ± 34 AU during match-play (9). Therefore, possessing an adequate capacity to respond to these demands during match play can help them to face matches with sufficient ability to follow the pace of the match and be close to the actions in order to make correct decisions (10,11).

Contextual variables has been previously analyzed in soccer players showing that several of them could influence their physical and physiological demands during match-play, highlighting the level of the opposing teams (12), the match outcome (13), the type of surface (14), the environmental temperature (15) and/or the period of the season (16), among other factors. Considering the strong association observed between the activity performed by outfield players and field referees (17), it could be assumed that such contextual variables could also influence referees' match demands. However, few

studies have analyzed the influence of contextual variables such as age, experience and competitive level on the physical and physiological demands encountered by soccer referees during competition (18,19), and only one study has analyzed the influence of the level of the opposing teams on the referees' running activity (20). In this respect, a gap has been identified in the literature on how contextual factors such as field dimensions or type of field could influence the referees' match demands. This aspect could be important to analyze since official matches at the amateur level are played on fields of different characteristics in terms of type and dimensions. Likewise, there is a lack of studies considering the influence of environmental temperature and the period of the season on the referees' match demands, although Taylor et al. (2014) (21) observed that warm and cold environments do not influence decision-making ability.

Previous studies have analyzed the evolution of referees' demands as the match progresses showing a decrease in total distance or distance covered at high intensity ($>13\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) during the second half of matches compared to the first half (8,22–24). Similarly, it was found that amateur referees showed higher values regarding physiological indicators such as HR, lactate concentration and tympanic temperature at the end of the matches and immediately after completion (25). In addition, neuromuscular fatigue (i.e., distance decrease in horizontal jump performance) after finishing the matches has been previously reported (1). Other studies have gone further and have analyzed referees' match demands during shorter periods (i.e., 15 min) showing that referees' match demands are higher in the initial periods of the match (5,26,27). However, no studies have analyzed the evolution of the physical and physiological demands in amateur referees in shorter periods of the match.

Attending to the aforementioned information, and to understand the physical and physiological demands in soccer referees as well as to optimize the training process, the aim of this study was twofold: 1) to assess the differences in the physical and physiological responses encountered by soccer referees regarding each contextual variable (i.e., type of turf, pitch size, period of season, and environmental temperature) during official matches, and 2) to analyze the physical and physiological variations during 15min periods according to each contextual variable (i.e. type of turf, pitch size, period of season, and environmental temperature). We hypothesized that contextual variables could influence the referees' physical and physiological responses during match play.

METHODS

Experimental Approach to the Problem

An observational (i.e., descriptive-comparative) design was used to analyze the physical and physiological demands encountered by field soccer referees according to contextual variables (i.e., type of turf, pitch size, period of season, and environmental temperature). A total of 23 official matches were analyzed during the in-season period (i.e., from November to March) of the 2019-2020 season. The data included measures of physical [total distance covered, power, speed, cadence, vertical oscillation, ground contact time (GCT) and stiffness] and physiological [HR_{mean} , $\%HR_{peak}$, HR zones (from zone 1 to zone 5) and TRIMP] match demands. Prior to the beginning of the matches, referees performed a 10 min warm-up consisting of running, stretching, short sprints and progressive sprints. The 15 min half-time data were excluded from the physical and physiological match demand analysis. All the matches were played between 11 am and 5 pm.

Subjects

Twenty-three male field referees (age: 25.65 ± 3.30 years; height: 173.4 ± 3.8 cm; body mass: 64.86 ± 5.82 kg; body mass index, BMI: 21.56 ± 1.67 kg·m⁻²) who officiated soccer matches in the *División de Honor de Vizcaya* (Spain), participated in the present study. The referees had an experience in the category at least 3 years. All the participants trained at least twice a week and officiated matches in the category twice a month. Participants were informed of the procedures, methods, benefits, and possible risks involved in the study before signing their written consent. This investigation was performed in accordance with the Declaration of Helsinki and was approved by the Ethics Committee of The University of the Basque Country (Code: M10/2018/289).

Procedures

Before the beginning of the match all the officials performed a 10 min warm-up consisting of running, stretching, short sprints and progressive sprints. The 15 min half-time data were excluded from the external and internal match load analysis.

Type of turf. The soccer matches were played on natural grass and artificial surfaces as propose by Stone et al. (2016) (14).

Pitch size. According to the rules of the game approved by the International Football Association Board (IFAB) for international matches, the touch line must have a minimum length of 100m and the goal line a minimum length of 64m (28). In this regard, we opted to differentiate fields with a size of over 100x64m (above-standard) versus fields with a size below 100x64m (below-standard).

Period of the season. Two rounds (first and second) were determined as previously used by Mohr et al. (2003) with soccer referees.

Environmental temperature. Matches played at below 10° and above 20° were selected because previous studies have mainly focused on matches played at high temperatures (>20° Celsius) (15,29) and this study tried to see if there were differences between matches played at high and low temperatures.

Physical demands. Referees' physical demands were monitored using a Stryd Power Meter (Stryd, Inc., Boulder, Colorado, USA), which was placed over the right soccer boot with a plastic clip regardless of lower limb dominance (30). The Stryd Power Meter has been shown to be a valid device for measuring external demands in soccer referees (4). The Stryd was activated following the manufacturer's recommendations for offline use. It records total match data for the following variables: total distance covered (km), mean power (W), mean speed ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$), mean cadence ($\text{steps}\cdot\text{min}^{-1}$), mean vertical oscillation (cm), mean GCT ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) and mean stiffness ($\text{KN}\cdot\text{m}^{-1}$).

Physiological demands. Referees' HR was monitored during matches with a Polar Team 2 device (Polar Team System™, Kempele, Finland) at 1s intervals. HR_{mean} and $\% \text{HR}_{\text{peak}}$ were considered for this study, and TRIMP was also calculated. According to the study by Edwards (1993) (31), intensity was represented by the time spent in 5 arbitrary HR zones (Zone 1, 50-60% of HR_{peak} ; Zone 2, 60-70% of HR_{peak} ; Zone 3, 70-80% of HR_{peak} ; Zone 4, 80-90% of HR_{peak} ; and Zone 5, 90-100% of HR_{peak}) multiplied

by the number of each zone (1, 2, 3, 4, and 5). The sum of values obtained for each zone represented TRIMP, measured by arbitrary units (AU).

Statistical analyses

Data are presented as mean \pm standard deviations (SD). Normality of data distribution and homogeneity of variances were tested using the Shapiro–Wilk and Levene tests, respectively. A two-way analysis of variance (ANOVA) was applied in order to test for differences in variables recorded during 15 min in-game periods, with contextual variables (i.e., type of turf, pitch size, period of season and environmental temperature) introduced as between-subject factors, and 15 min periods as a within-subject factor. Data sphericity was evaluated using Mauchly’s test, and Greenhouse-Geiser or Huynh-Feldt corrections were applied for non-spherical distributions. The Bonferroni corrections was applied for post-hoc comparisons. Practical significance for pair wise comparisons was assessed by calculating Cohen’s *d* effect size (32). Effect sizes (*d*) of above 0.8, between 0.8 and 0.5, between 0.5 and 0.2 and lower than 0.2 were considered as large, moderate, small, and trivial, respectively (33). Further, ANOVA effect sizes were calculated using partial eta squared (η_p^2), and <0.25 , $0.26–0.63$ and >0.63 were considered small, medium and large effect sizes respectively (34,35). All statistical tests were performed using the IBM SPSS Statistics for Mac (IBM Corp., version 20.0, Armonk, NY, USA). Statistical significance was set at $p \leq 0.05$.

RESULTS

Referees' physical demands according to the type of turf during official matches are shown in Table 1. Referees recorded greater total distance ($p < 0.01$), $Power_{mean}$ ($p < 0.01$), $Speed_{mean}$ ($p < 0.05$) and $Cadence_{mean}$ ($p < 0.05$) on natural fields compared to artificial turf fields. However, no significant differences were found in $Vertical\ oscillation_{mean}$, GCT_{mean} and $Stiffness_{mean}$. Neither were differences found in any physiological variable according to the type of turf (Table 2).

Insert Table 1 about here, please

Insert Table 2 about here, please

Referees' physical demands according to the pitch size during official matches are shown in Table 3. Referees recorded greater total distance ($p < 0.01$), $Power_{mean}$ ($p < 0.01$), $Speed_{mean}$ ($p < 0.01$), $Cadence_{mean}$ ($p < 0.05$) and $Stiffness_{mean}$ ($p < 0.05$) in above-standard in comparison to below-standard fields. However, no significant differences ($p > 0.05$) were found in $Vertical\ oscillation_{mean}$ and GCT_{mean} . Regarding physiological demands, referees spent more time in Zone 5 in above-standard fields, but no differences were found in any other HR zones, HR_{mean} , $\%HR_{peak}$ or TRIMP (Table 4).

Insert Table 3 about here, please

Insert Table 4 about here, please

According to the period of the season, during the second round, referees covered more total distance in the matches compared to the matches played in the first round ($p < 0.05$) (Table 5). However, no differences were found in most of the physical ($Power_{mean}$,

Speed_{mean}, Cadence_{mean}, Vertical oscillation_{mean}, GCT_{mean} and Stiffness_{mean}) or physiological demands (Table 6).

Insert Table 5 about here, please

Insert Table 6 about here, please

Referees' physical demands according to the environmental temperature during official matches are shown in Table 7. Referees recorded greater total distance ($p < 0.05$), Power_{mean} ($p < 0.05$) and Speed_{mean} ($p < 0.05$) during matches played with a higher environmental temperature (more than 20°) compared to those matches played in temperatures below 10°. However, no significant differences were found in other physical (Cadence_{mean}, Vertical oscillation_{mean}, GCT_{mean} or Stiffness_{mean}) or physiological demands (Table 8).

Insert Table 7 about here, please

Insert Table 8 about here, please

No significant interaction ($p > 0.05$) was observed in physical and physiological demands within 15minperiods according to type of turf, field, size, period of season or environmental temperature.

DISCUSSION

The main aim of this study was to analyze how contextual variables (i.e., type of turf, pitch size, period of season, and environmental temperature) affect referees' physical and physiological demands during official matches. This is the first study to analyze this

topic, opening up a new line of research that may allow referees' strength and conditioning specialists to be more precise in prescribing training sessions and planning post-match recovery. This study showed that playing on natural grass meant that referees had to cover more distance, using higher power, speed and cadence than on artificial grass. Also, in above-standard fields more distance, power, speed, cadence and stiffness and more time in zone 5 were recorded than in below-standard fields. Also, referees covered more total distance during matches played in the second round in comparison to the first. Finally, more distance, power and speed were recorded in matches with environmental temperatures over 20° than below 10°. No differences were found within 15 min periods according to type of turf, pitch size, season period or environmental temperature in physical and physiological variables.

Knowing whether contextual variables influence the demands of official matches in soccer referees may be of great interest to strength and conditioning specialists in order to plan training sessions and to establish more appropriate recovery strategies. Previous studies carried out with soccer players have observed that contextual factors affect match demands (12–16,21,36), so it is of interest to analyze whether these factors also affect referees. In this vein, in our study it has been shown that matches played on natural grass imply greater total distance, power, speed and cadence for amateur soccer referees compared to matches played on artificial grass. Although other research has not found significant differences in physical demands between matches played on artificial turf and natural grass (14,37), the artificial turf standards in the aforementioned studies were higher than in the present study. These differences may be due to the fact that first-generation artificial grass (old-aged) decreases ball and game velocity and thus the physical demands on the referee. Likewise, refereeing on above-standard pitches meant

greater total distance, power, speed, cadence and stiffness, and time spent in zone 5 than on below-standard pitches. In small sided soccer games it has been demonstrated that bigger soccer fields are related to higher physical demands (38), so this study would confirm the same pattern during official matches.

On the other hand, the fact of covering more total distance during matches played in the second round in comparison to the first could be associated with the pressure involved in playing the last matches of the season when the referees have to be prepared to keep up with the pace of play in matches with high physical and physiological demands. Also, playing with an environmental temperature above 20°C is associated with more total distance, power and speed than in matches played with an ambient temperature below 10°C. However, other studies have found that lower temperatures are associated with higher physical demands in professional soccer players (29,39), so the disparity of results found on this aspect may be due to the fact that in amateur leagues cold temperatures below 10°C can lead to a lower body temperature and therefore to a lower intensity, reducing the physical demands on the referees. These results suggest the need to consider contextual variables during training periodization for this population. However, in general, no differences were found in vertical oscillation, GCT and stiffness, nor in the majority of physiological responses in any of the variables studied. However, this is the first study to analyze the influence of contextual variables on these parameters, so it would be interesting to perform further studies that address the analysis of these variables.

When isolated 15 min periods were analyzed, we did not observe significant differences between contextual variables and referees' match performance in physical and

physiological variables, except a significant interaction ($p < 0.05$) between season periods and %HR_{peak}, time spent in zone 3 and time spent in zone 5, but post hoc analysis did not reveal significant differences ($p > 0.05$). These results show that contextual variables do not influence the demands of the match in 15 min periods, although as demonstrated above, these variables influence the demands encountered during the entire match. The scientific literature has shown disparate results according to how physical and physiological demands evolve in referees over the course of matches. While some studies observed that physical demands decrease and physiological demands are maintained as the match progresses (26), other studies have shown that physiological demands also diminish as the match progresses (5), and other studies have shown that physiological demands increase as the match progresses (8). The responses of the referees in each 15 min period can be associated with the requirements of the game (e.g., score, pace of the match imposed by the players due to their physical and technical capabilities, tactical and strategic decisions, etc.). Hence, there is no clear trend in the evolution of physical and physiological responses during each 15min period, and in our case, the contextual variables analyzed did not appear to influence this evolution. To conclude, referees may need to be prepared for highly variable demands during a match and be able to respond to them at any time of the match whatever the contextual factors.

Although this study shows that contextual variables have an impact on the knowledge about the physical and physiological demands in amateur referees, it is not without limitations, so we see the need to extend the sample to other categories of grassroots soccer and to professional referees. Considering that there are studies that have proved the validity of subjective quantification methods (40) and more specifically in soccer

referees (9,41), including these quantification methods could have provided valuable information to complement the results obtained. Finally, the contextual factors analyzed in this study are limited, which opens up a line of research to take into account other contextual factors such as the style of play of the teams, effective playing time, the referee's physical fitness level, etc.

CONCLUSIONS

The results of this study show that the type of surface, pitch size, the environmental temperature and season period influence the physical demands of soccer referees during official matches. Therefore, it is suggested that strength and conditioning specialists should consider the influence of contextual variables on the match demands involved in refereeing activities, in order to prescribe more appropriate training and recovery strategies to face the matches with greater guarantees. Furthermore, the fact that no differences were found within 15 min periods throughout the match according to the contextual variables studied could indicate that it is not possible to determine a specific period in which the contextual variables play a determining role, but rather that the entire match should be taken into account.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors gratefully acknowledge the support of a Spanish government subproject mixed method approach on performance analysis (in training and competition) in elite and academy sport [PGC2018-098742-B-C33] (2019–2021) from the Ministry of Science, Innovation and Universities (MCIU), the State Research Agency (AEI) and the European Regional Development Fund (ERDF), that is part of the coordinated project

New Approach of Research in Physical Activity and Sport from Mixed Methods Perspective (NARPAS_MM) [SPGC201800X098742CV0].

REFERENCES

1. Castillo D, Cámara J, Sedano S, Yanci J. Impact of official matches on soccer referees' horizontal-jump performance. *Sci Med Footb* [Internet]. 2017;1(2):145–50. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/24733938.2017.1330549>
2. Castillo D, Camara J, Yanci J. Análisis de las respuestas físicas y fisiológicas de árbitros y asistentes de fútbol durante partidos oficiales. *RICYDE Rev Int Ciencias del Deport*. 2016;45(12):250–61.
3. Castillo D, Cámara J, Lozano D, Berzosa C, Yanci J. The association between physical performance and match-play activities of field and assistants soccer referees. *Res Sport Med* [Internet]. 2019;27(3):283–97. Available from: <https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1534117>
4. Ozaeta E, Yanci J, Castagna C, Romaratezabala E, Castillo D. Associations between well-being state and match external and internal load in amateur referees. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(3322).
5. Barbero-Álvarez JC, Boulosa DA, Nakamura FY, Andrín G, Castagna C. Physical and physiological demands of field and assistant soccer referees during America's Cup. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2012;26(5):1383–8. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00124278-201205000-00029>
6. Barbero-Álvarez JC, Boulosa DA, Nakamura FY, Andrín G, Weston M.

- Repeated acceleration ability (RAA): A new concept with reference to top-level field and assistant soccer referees. *Asian J Sports Med.* 2014;5(1):63–6.
7. Castagna C, Abt G, D'Ottavio S. Physiological Aspects of Soccer Refereeing Performance and Training. *Sport Med.* 2007;37(7):625–46.
 8. Krustup P, Bangsbo J. Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: Effect of intense intermittent exercise training. *J Sports Sci.* 2001;19(11):881–91.
 9. Castillo D, Weston M, McLaren SJ, Cámara J, Yanci J. Relationships between internal and external match-load indicators in soccer match officials. *Int J Sports Physiol Perform* [Internet]. 2017;12(7):922–7. Available from: <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0392>
 10. Mallo J, Gonzalez Frutos P, Juárez D, Navarro E. Effect of positioning on the accuracy of decision making of association football top-class referees and assistant referees during competitive matches. *J Sports Sci.* 2012;30(13):1437–45.
 11. Reilly T, Gregson W. Special populations: The referee and assistant referee. *J Sports Sci.* 2006;24(7):795–801.
 12. Misjuk M, Hurt N, Rannam I. Soccer players training load during Estonian Premium League matches: comparison of high and low ranking teams. *J Hum Sport Exerc.* 2015;10(Proc1):521–5.
 13. Oliva-Lozano JM, Rojas-Valverde D, Gómez-Carmona CD, Fortes V, Pino-Ortega J. Impact of contextual variables on the representative external load profile of Spanish professional soccer match-play: A full season study. *Eur J Sport Sci* [Internet]. 2020;21(4):497–506. Available from: <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1751305>

14. Stone KJ, Hughes MG, Stembridge MR, Meyers RW, Newcombe DJ, Oliver JL. The influence of playing surface on physiological and performance responses during and after soccer simulation. *Eur J Sport Sci.* 2016;16(1):42–9.
15. Özgünen KT, Kurdak SS, Maughan RJ, Zeren Ç, Korkmaz S, Yazc Z, et al. Effect of hot environmental conditions on physical activity patterns and temperature response of football players. *Scand J Med Sci Sport.* 2010;20(SUPPL. 3):140–7.
16. Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci.* 2003;21(7):519–28.
17. Weston M, Drust B, Gregson W. Intensities of exercise during match-play in FA Premier League referees and players. *J Sports Sci.* 2011;29(5):527–32.
18. Weston M, Castagna C, Impellizzeri FM, Rampinini E, Breivik S. Ageing and physical match performance in English Premier League soccer referees. *J Sci Med Sport.* 2010;13(1):96–100.
19. Di Salvo V, Carmont MR, Maffulli N. Football officials activities during matches: a comparison of activity of referees and linesmen in European, Premiership and Championship matches. *Muscles Ligaments Tendons J* [Internet]. 2011;1(3):106–11. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3666476&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
20. Castillo D, Castagna C, Camara J, Iturricastillo A, Yanci J. Influence of team's rank on soccer referees' external and internal match loads during official matches. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2018;32(6):1715–22. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29786628%0Ahttp://Insights.ovid.com/cro>

ssref?an=00124278-201806000-00028

21. Taylor L, Fitch N, Castle P, Watkins S, Aldous J, Sculthorpe N, et al. Exposure to hot and cold environmental conditions does not affect the decision making ability of soccer referees following an intermittent sprint protocol. *Front Physiol.* 2014;5(185):1–9.
22. Catterall C, Reilly T, Atkinson G, Coldwells A. Analysis of the work rates and heart rates of association football referees. *Br J Sports Med [Internet].* 1993;27(3):193–6. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1332186&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
23. Costa EC, Vieira CMA, Moreira A, Ugrinowitsch C, Castagna C, Aoki MS. Monitoring external and internal loads of Brazilian soccer referees during official matches. *J Sport Sci Med.* 2013;12:559–64.
24. D'Ottavio S, Castagna C. Physiological load imposed on elite soccer referees during actual match play. *J Sports Med Phys Fitness.* 2001;41(1):27–32.
25. Castillo D, Yanci J, Cámara J, Weston M. The influence of soccer match play on physiological and physical performance measures in soccer referees and assistant referees. *J Sports Sci.* 2016;34(6):557–63.
26. Krstrup P, Helsen W, Randers MB, Christensen JF, Macdonald C, Rebelo AN, et al. Activity profile and physical demands of football referees and assistant referees in international games. *J Sports Sci.* 2009;27(11):1167–76.
27. Krstrup P, Mohr M, Bangsbo J. Activity profile and physiological demands of top-class soccer assistant refereeing in relation to training status. *J Sports Sci.* 2002;20(11):861–71.
28. IFAB. Laws of the game [Internet]. 2021. Available from:

<https://www.theifab.com/documents/?documentType=all&language=en&years=2021>

29. Konefal M, Chmura P, Andrzejewski M, Chmura J. Analysis of motor performance of professional soccer players in different environmental conditions. *Trends Sport Sci.* 2014;4(21):221–7.
30. Navalta JW, Montes J, Bodell NG, Aguilar CD, Radzak K, Manning JW, et al. Reliability of trail walking and running tasks using the stryd power meter. *Int J Sports Med.* 2019;40(08):498–502.
31. Edwards S. *The heart rate monitor book.* New York: Polar electro Oy; 1993. 170 p.
32. Lakens D. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. *Front Psychol.* 2013;
33. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences.* N. L. E. Associates, editor. Hillsdale; 1998. 579 p.
34. Ferguson CJ. An Effect Size Primer: A Guide for Clinicians and Researchers. *Prof Psychol Res Pract.* 2009;40(5):532.
35. Richardson JTE. Eta squared and partial eta squared as measures of effect size in educational research. *Educ Res Rev.* 2011;6(2):135–47.
36. Butler RJ, Southers C, Gorman PP, Kiesel KB, Plisky PJ. Differences in soccer players' dynamic balance across levels of competition. *J Athl Train.* 2012;47(6):616–20.
37. Hughes MG, Birdsey L, Meyers R, Newcombe D, Oliver JL, Smith PM, et al. Effects of playing surface on physiological responses and performance variables in a controlled football simulation. *J Sports Sci.* 2013;31(8):878–86.
38. Casamichana D, Castellano J. Time-motion, heart rate, perceptual and motor

- behaviour demands in small-sides soccer games: Effects of pitch size. *J Sports Sci.* 2010;28(14):1615–23.
39. Link D, Weber H. Effect of ambient temperature on pacing in soccer depends on skill level. *J Strength Cond Res.* 2017;31(7):1766–70.
40. Borg G, Hassmén P, Lagerström M. Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1987;56(6):679–85.
41. Weston M, Bird S, Helsen W, Nevill AM, Castagna C. The effect of match standard and referee experience upon the objective and subjective match workload of English Premier League referees. *J Sci Med Sport.* 2006;9:256–62.

TABLES

Table 1. Physical demands registered by soccer referees according to type of turf (i.e., natural and artificial) during official matches.

Table 2. Physiological demands registered by soccer referees according to type of turf (i.e., natural and artificial) during official matches.

Table 3. Physical demands registered by soccer referees according to pitch size (i.e., over standard and below standard) during official matches.

Table 4. Physiological demands registered by soccer referees according to pitch size (i.e., over standard and below standard) during official matches.

Table 5. Physical demands registered by soccer referees according to period of season (i.e., first and second round) during official matches.

Table 6. Physiological demands registered by soccer referees according to period of season (i.e., first and second round) during official matches.

Table 7. Physical demands registered by soccer referees according to environmental temperature (i.e., below 10° and over 20°) during official matches.

Table 8. Physiological demands registered by soccer referees according to environmental temperature (i.e., below 10° and over 20°) during official matches.

Table 1. Physical demands registered by soccer referees according to type of turf (i.e., natural and artificial) during official matches.

Physical variables	Contextual variable	0-15 min	15-30 min	30-45 min	45-60 min	60-75 min	75-90 min	Entire match	Type of turf	Type of turf x period
Total distance (km)	Natural	1.57±0.17	1.48±0.10	1.54±0.13	1.46±0.19	1.37±0.17	1.77±0.27	9.18±0.62#	$F_{1,21} = 10.076$ $p = 0.005$ $\eta_p^2 = 0.324$	$F_{5,00,105,00} = 0.922$ $p = 0.470$ $\eta_p^2 = 0.042$
	Artificial	1.37±0.21	1.40±0.14	1.31±0.31	1.31±0.16	1.29±0.14	1.57±0.19	8.25±0.75		
Power _{mean} (W)	Natural	136.21±11.51	129.18±14.23	125.88±10.19	127.35±14.08	125.08±18.53	126.75±14.55	128.36±11.48#	$F_{1,21} = 11.373$ $p = 0.003$ $\eta_p^2 = 0.351$	$F_{5,00,105,00} = 0.637$ $p = 0.672$ $\eta_p^2 = 0.029$
	Artificial	120.04±15.55	120.02±16.34	109.67±7.63	117.14±8.89	110.87±9.54	110.80±11.24	114.84±7.68		
Speed _{mean} (km·h ⁻¹)	Natural	7.87±0.58	7.57±0.56	7.27±0.54	7.52±0.82	7.27±0.78	7.37±0.71	7.48±0.55#	$F_{1,21} = 7.256$ $p = 0.014$ $\eta_p^2 = 0.257$	$F_{5,00,105,00} = 0.417$ $p = 0.836$ $\eta_p^2 = 0.019$
	Artificial	7.08±0.79	7.04±0.78	6.66±0.56	6.96±0.57	6.66±0.59	6.60±0.75	6.83±0.56		
Cadence _{mean} (steps per min)	Natural	65.80±2.92	63.81±1.77	63.99±2.01	63.88±3.26	62.77±3.27	62.61±2.64	63.80±1.69#	$F_{1,21} = 6.855$ $p = 0.016$ $\eta_p^2 = 0.246$	$F_{5,00,105,00} = 1.274$ $p = 0.281$ $\eta_p^2 = 0.057$
	Artificial	63.42±2.24	62.79±2.93	60.45±3.49	63.33±1.62	61.36±2.47	60.94±1.90	62.07±1.43		
Vertical oscillation _{mean} (cm)	Natural	8.20±0.95	8.04±0.43	8.06±0.66	8.06±0.58	8.08±0.82	7.82±0.66	8.04±0.61	$F_{1,21} = 0.161$ $p = 0.692$ $\eta_p^2 = 0.008$	$F_{5,00,105,00} = 0.412$ $p = 0.839$ $\eta_p^2 = 0.019$
	Artificial	8.07±0.58	8.00±0.58	7.86±0.63	7.84±0.44	8.08±0.73	7.88±0.65	7.96±0.47		
GCT _{mean} (m·s ⁻¹)	Natural	504.44±69.91	538.74±68.03	546.58±81.73	527.77±78.40	524.30±76.12	525.33±56.44	527.75±59.67	$F_{1,21} = 0.881$ $p = 0.359$ $\eta_p^2 = 0.040$	$F_{3,820,80,221} = 0.835$ $p = 0.502$ $\eta_p^2 = 0.038$
	Artificial	528.40±80.86	563.78±66.95	542.36±118.13	532.24±80.60	572.37±50.22	568.23±66.00	551.56±58.73		
Stiffness _{mean} (KN·m ⁻¹)	Natural	9.24±0.56	9.24±0.53	9.30±0.52	8.82±0.43	9.07±0.59	9.02±0.52	9.12±0.36	$F_{1,21} = 1.480$ $p = 0.237$ $\eta_p^2 = 0.066$	$F_{5,00,105,00} = 1.116$ $p = 0.356$ $\eta_p^2 = 0.050$
	Artificial	9.59±1.05	9.52±0.92	9.31±0.67	9.46±0.76	9.33±0.70	9.12±0.68	9.41±0.66		

Note. GCT: ground contact time. # Significantly different from artificial turf.

Table 2. Physiological demands registered by soccer referees according to type of turf (i.e., natural and artificial) during official matches.

Physiological variables	Contextual variable	0-15 min	15-30 min	30-45 min	45-60 min	60-75 min	75-90 min	Entire match	Type of turf	Type of turf x period
HR _{mean} (bpm)	Natural	156.60±10.80	159.86±11.89	158.59±12.58	154.69±14.84	155.12±12.51	157.84±13.27	157.17±12.16	F _{1,21} = 0.311 p = 0.583 η _p ² = 0.015	F _{2,659,55,838} = 0.934 p = 0.421 η _p ² = 0.043
	Artificial	163.00±16.46	163.90±12.79	159.56±16.18	157.53±11.35	158.44±10.98	157.37±13.42	159.83±12.23		
%HR _{peak}	Natural	87.83±2.98	88.09±3.13	88.08±2.15	88.04±2.07	86.80±2.33	88.20±2.14	85.56±2.50	F _{1,21} = 0.406 p = 0.531 η _p ² = 0.019	F _{2,853,59,919} = 1.774 p = 0.164 η _p ² = 0.078
	Artificial	85.13±6.43	87.67±5.15	87.91±5.24	87.98±2.10	88.83±2.32	85.60±4.10	82.28±6.04		
Zone 1 (min)	Natural	0.194±0.32	0.00±0.00	0.00±0.00	0.02±0.05	0.03±0.10	0.00±0.01	0.25±0.34	F _{1,21} = 2.167 p = 0.156 η _p ² = 0.094	F _{1,946,46,869} = 0.246 p = 0.777 η _p ² = 0.012
	Artificial	0.80±2.30	0.18±0.63	0.55±1.89	0.32±1.07	0.15±0.55	0.22±0.74	2.22±4.21		
Zone 2 (min)	Natural	0.29±0.40	0.25±0.47	0.16±0.22	0.47±0.77	0.61±0.92	0.33±0.62	2.12±2.47	F _{1,21} = 1.012 p = 0.326 η _p ² = 0.046	F _{1,709,35,893} = 1.550 p = 0.227 η _p ² = 0.069
	Artificial	0.51±0.62	0.45±1.15	1.14±2.90	1.16±2.35	1.14±2.91	1.95±3.53	6.34±13.04		
Zone 3 (min)	Natural	2.65±1.70	2.18±1.62	3.20±2.22	3.53±2.05	3.01±1.73	3.30±1.90	17.88±8.02	F _{1,21} = 1.044 p = 0.318 η _p ² = 0.047	F _{3,903,103,000} = 1.260 p = 0.287 η _p ² = 0.057
	Artificial	3.38±2.87	2.96±3.35	3.81±3.51	4.39±3.57	4.27±3.81	5.89±4.50	24.70±19.82		
Zone 4 (min)	Natural	6.90±1.65	6.50±1.28	6.35±1.27	7.10±1.62	7.40±1.85	9.00±1.45	43.25±5.04	F _{1,21} = 0.302 p = 0.589 η _p ² = 0.014	F _{5,903,103,000} = 1.060 p = 0.387 η _p ² = 0.048
	Artificial	5.49±1.96	7.02±2.42	6.79±2.98	6.53±3.04	6.90±3.47	7.74±4.73	40.48±15.23		
Zone 5 (min)	Natural	4.55±2.11	5.63±2.38	5.84±2.69	3.50±3.00	3.55±1.80	5.96±3.44	29.04±11.94	F _{1,21} = 2.132 p = 0.159 η _p ² = 0.092	F _{5,903,103,000} = 1.203 p = 0.313 η _p ² = 0.054
	Artificial	4.49±3.23	4.25±3.69	3.81±3.47	2.50±2.04	2.47±2.18	3.24±3.37	20.76±14.54		
TRIMP (AU)	Natural	59.07±3.82	61.25±4.99	64.52±7.06	57.45±6.00	57.63±5.20	76.40±8.92	376.32±28.53	F _{1,21} = 1.343 p = 0.260 η _p ² = 0.060	F _{2,603,54,666} = 0.644 p = 0.569 η _p ² = 0.030
	Artificial	56.37±11.44	59.29±8.12	60.48±12.80	54.42±9.88	55.19±9.66	68.96±12.51	354.72±53.16		

Note. HR_{mean}: mean heart rate; %HR_{peak}: percentage of their maximum heart rate achieved during the match; TRIMP: training impulse. # Significantly different from artificial turf.

Table 3. Physical demands registered by soccer referees according to pitch size (i.e., over standard and below standard) during official matches.

Physical variables	Contextual variable	0-15 min	15-30 min	30-45 min	45-60 min	60-75 min	75-90 min	Entire match	Pitch size	Pitch size x period
Total distance (km)	Over standard	1.57±0.17	1.48±0.11	1.51±0.12#	1.41±0.19	1.37±0.15	1.74±0.25	9.08±0.59##	$F_{1,21} = 22.682$ $p = \mathbf{0.000}$ $\eta_p^2 = 0.519$	$F_{5,00,105,00} = 1.449$ $p = 0.213$ $\eta_p^2 = 0.065$
	Below standard	1.25±0.12	1.34±0.10	1.23±0.37	1.30±0.14	1.23±0.13	1.50±0.12	7.85±0.58		
Power _{mean} (W)	Over standard	135.67±11.00	129.93±13.95	121.28±11.22	125.50±12.54	122.57±15.74	123.10±14.00	126.21±10.03##	$F_{1,21} = 17.836$ $p = \mathbf{0.000}$ $\eta_p^2 = 0.459$	$F_{5,00,105,00} = 1.290$ $p = 0.274$ $\eta_p^2 = 0.058$
	Below standard	110.95±9.92	112.88±13.42	108.15±8.06	114.22±8.04	106.70±8.78	107.67±11.16	110.41±5.56		
Speed _{mean} (km·h ⁻¹)	Over standard	7.83±0.6	7.61±0.61#	7.18±0.50	7.48±0.76	7.20±0.69	7.24±0.74	7.42±0.53##	$F_{1,21} = 17.432$ $p = \mathbf{0.000}$ $\eta_p^2 = 0.454$	$F_{5,00,105,00} = 0.817$ $p = 0.540$ $\eta_p^2 = 0.037$
	Below standard	6.67±0.52	6.64±0.48	6.44±0.55	6.68±0.23	6.42±0.52	6.35±0.64	6.54±0.37		
Cadence _{mean} (steps per min)	Over standard	65.50±2.42	63.76±2.25	63.16±2.54	63.75±2.82	62.36±2.90	62.03±2.49	63.39±1.74#	$F_{1,21} = 6.128$ $p = \mathbf{0.022}$ $\eta_p^2 = 0.226$	$F_{5,00,105,00} = 1.362$ $p = 0.245$ $\eta_p^2 = 0.061$
	Below standard	62.51±2.40	62.26±2.79	59.80±3.85	63.22±1.52	61.24±2.84	60.97±2.03	61.77±1.26		
Vertical oscillation _{mean} (cm)	Over standard	8.23±0.88	8.12±0.48	8.08±0.69	8.05±0.57	8.20±0.78	7.88±0.71	8.10±0.61	$F_{1,21} = 1.764$ $p = 0.198$ $\eta_p^2 = 0.077$	$F_{5,00,105,00} = 0.320$ $p = 0.900$ $\eta_p^2 = 0.015$
	Below standard	7.94±0.35	7.81±0.54	7.69±0.47	7.72±0.25	7.85±0.71	7.79±0.52	7.81±0.24		
GCT _{mean} (m·s ⁻¹)	Over standard	511.08±66.17	537.64±60.62	550.36±66.70	518.50±83.16	541.41±68.67	541.33±52.93	533.68±51.47	$F_{1,21} = 0.721$ $p = 0.406$ $\eta_p^2 = 0.033$	$F_{3,852,80,882} = 0.821$ $p = 0.511$ $\eta_p^2 = 0.038$
	Below standard	530.92±94.38	581.49±73.19	532.64±152.95	552.41±66.07	570.34±59.86	565.04±83.83	555.33±72.81		
Stiffness _{mean} (KN·m ⁻¹)	Over standard	9.20±0.58	9.16±0.60	9.22±0.58	8.96±0.57	8.97±0.56	8.90±0.56	9.07±0.43#	$F_{1,21} = 7.862$ $p = \mathbf{0.011}$ $\eta_p^2 = 0.272$	$F_{5,00,105,00} = 0.626$ $p = 0.680$ $\eta_p^2 = 0.029$
	Below standard	9.88±1.17	9.84±0.91	9.47±0.64	9.60±0.78	9.67±0.60	9.41±0.57	9.68±0.57		

Note. GCT: ground contact time. # Significantly different from below standard fields.

Table 4. Physiological demands registered by soccer referees according to pitch size (i.e., over standard and below standard) during official matches.

Physiological variables	Contextual variable	0-15 min	15-30 min	30-45 min	45-60 min	60-75 min	75-90 min	Entire match	Pitch size	Pitch size x period
HR _{mean} (bpm)	Over standard	159.50±12.83	162.64±12.84	159.05±16.30	156.38±13.39	157.45±11.58	158.22±14.44	158.84±12.89	F _{1,21} = 0.006 p = 0.939 η _p ² = 2.847	F _{2,633,55288} = 0.308 p = 0.794 η _p ² = 0.014
	Below standard	161.58±17.75	161.21±12.00	159.30±11.02	156.13±12.34	156.15±12.15	156.38±10.77	158.36±10.96		
%HR _{peak}	Over standard	88.06±2.63	88.40±2.80	87.45±4.93	87.65±2.06	87.10±2.05	86.90±3.79	85.41±2.66	F _{1,21} = 0.110 p = 0.744 η _p ² = 0.005	F _{3,985,83682} = 4.200 p = 0.004 η _p ² = 0.167
	Below standard	83.04±7.45	86.82±6.37	88.99±1.62	88.67±1.94	89.53±2.60	86.40±3.36	80.51±6.86		
Zone 1 (min)	Over standard	0.13±0.27	0.00±0.00	0.46±1.76	0.03±0.07	0.02±0.08	0.01±0.04	0.65±1.77	F _{1,21} = 2.157 p = 0.157 η _p ² = 0.093	F _{1,989,41770} = 1.467 p = 0.242 η _p ² = 0.065
	Below standard	1.30±2.90	0.29±0.80	0.05±0.13	0.48±1.37	0.25±0.70	0.33±0.94	2.70±4.92		
Zone 2 (min)	Over standard	0.30±0.35	0.17±0.40	0.23±0.43	0.49±0.70	0.47±0.77	0.64±1.58	2.30±2.82	F _{1,21} = 2.223 p = 0.151 η _p ² = 0.096	F _{1,738,36328} = 1.353 p = 0.269 η _p ² = 0.061
	Below standard	0.64±0.75	0.74±1.43	1.62±3.66	1.54±2.97	1.73±3.67	2.38±4.09	8.65±16.37		
Zone 3 (min)	Over standard	2.69±1.83	1.83±1.52	2.97±2.32	3.52±1.89	2.99±1.52	3.74±2.07	17.75±7.57	F _{1,21} = 2.946 p = 0.101 η _p ² = 0.123	F _{5,00,10500} = 0.931 p = 0.464 η _p ² = 0.042
	Below standard	3.76±3.28	4.11±3.82	4.61±3.88	4.93±4.39	5.10±4.69	6.68±5.46	29.19±24.11		
Zone 4 (min)	Over standard	6.55±1.50	6.80±1.80	6.33±1.56	7.19±1.60	7.53±1.64	8.72±2.31	43.12±5.22	F _{1,21} = 0.629 p = 0.437 η _p ² = 0.029	F _{3,00,10500} = 1.112 p = 0.359 η _p ² = 0.050
	Below standard	5.26±2.44	6.80±2.42	7.10±3.49	6.00±3.66	6.34±4.33	7.48±5.52	38.99±19.21		
Zone 5 (min)	Over standard	4.97±2.41	5.82±2.62	5.67±3.03	3.43±2.51	3.66±1.72	5.45±3.70	29.00±11.15#	F _{1,21} = 5.968 p = 0.023 η _p ² = 0.221	F _{3,00,10500} = 0.701 p = 0.624 η _p ² = 0.032
	Below standard	3.66±3.27	3.04±3.56	2.86±2.99	2.02±2.34	1.58±2.04	2.49±2.62	15.65±14.81		
TRIMP (AU)	Over standard	59.87±4.93	62.10±4.82	63.52±9.05	57.47±5.30	58.37±4.49	74.68±9.62	376.01±29.10	F _{1,21} = 3.400 p = 0.079 η _p ² = 0.139	F _{2,606,54732} = 0.224 p = 0.854 η _p ² = 0.011
	Below standard	53.19±12.94	56.47±8.83	59.82±13.59	52.49±12.10	52.28±11.46	67.53±13.85	341.78±60.83		

Note. HR_{mean}: mean heart rate; %HR_{peak}: percentage of their maximum heart rate achieved during the match; TRIMP: training impulse. # Significantly different from below standard fields.

Table 5. Physical demands registered by soccer referees according to period of season (i.e., first and second round) during official matches.

Physical variables	Contextual variable	0-15 min	15-30 min	30-45 min	45-60 min	60-75 min	75-90 min	Entire match	Round	Round x period
Total distance (km)	First round	1.39±0.19	1.44±0.13	1.34±0.33	1.30±0.15	1.30±0.16	1.57±0.19	8.33±0.75#	$F_{1,21} = 5.452$ $p = 0.030$	$F_{500,105.00} = 1.538$ $p = 0.184$
	Second round	1.54±0.24	1.42±0.12	1.51±0.11	1.47±0.18	1.35±0.16	1.78±0.26	9.07±0.77	$\eta_p^2 = 0.206$	$\eta_p^2 = 0.068$
Power _{mean} (W)	First round	121.19±14.41	123.07±14.79	113.12±11.07	116.82±11.07	114.22±11.13	115.54±11.75	117.50±7.98	$F_{1,21} = 2.672$ $p = 0.117$	$F_{500,105.00} = 1.084$ $p = 0.373$
	Second round	134.72±15.07	125.21±17.79	121.39±11.83	127.76±11.42	120.73±20.00	120.58±18.43	124.89±14.35	$\eta_p^2 = 0.113$	$\eta_p^2 = 0.049$
Speed _{mean} (km·h ⁻¹)	First round	7.18±0.75	7.20±0.75	6.78±0.67	6.97±0.67	6.81±0.69	6.76±0.66	6.95±0.55	$F_{1,21} = 2.023$ $p = 0.170$	$F_{500,105.00} = 0.814$ $p = 0.542$
	Second round	7.75±0.79	7.37±0.73	7.11±0.52	7.50±0.73	7.07±0.80	7.16±0.97	7.32±0.71	$\eta_p^2 = 0.088$	$\eta_p^2 = 0.037$
Cadence _{mean} (steps per min)	First round	63.78±2.67	63.78±2.80	62.06±4.03	63.18±2.53	61.62±3.15	61.70±2.02	62.76±1.72	$F_{1,21} = 0.139$ $p = 0.713$	$F_{500,105.00} = 1.086$ $p = 0.373$
	Second round	65.33±2.79	62.54±1.95	61.89±2.53	64.06±2.80	62.42±2.53	61.61±2.84	62.92±1.87	$\eta_p^2 = 0.007$	$\eta_p^2 = 0.049$
Vertical oscillation _{mean} (cm)	First round	7.98±0.75	7.95±0.49	7.70±0.54	7.77±0.45	8.13±0.79	7.74±0.66	7.88±0.49	$F_{1,21} = 1.452$ $p = 0.242$	$F_{500,105.00} = 1.916$ $p = 0.098$
	Second round	8.32±0.74	8.09±0.55	8.27±0.63	8.15±0.52	8.01±0.75	7.99±0.61	8.15±0.55	$\eta_p^2 = 0.065$	$\eta_p^2 = 0.084$
GCT _{mean} (m·s ⁻¹)	First round	524.62±85.08	555.32±76.66	536.85±129.37	530.09±80.48	548.82±67.82	541.01±63.85	539.19±66.16	$F_{1,21} = 0.021$ $p = 0.885$	$F_{3,154,66.232} = 0.345$ $p = 0.803$
	Second round	509.36±64.58	549.73±56.08	553.75±52.94	530.09±78.64	554.91±66.73	560.71±66.86	543.83±51.62	$\eta_p^2 = 0.001$	$\eta_p^2 = 0.016$
Stiffness _{mean} (KN·m ⁻¹)	First round	9.33±0.76	9.36±0.73	9.26±0.40	9.24±0.81	9.24±0.73	9.03±0.52	9.27±0.48	$F_{1,21} = 0.057$ $p = 0.814$	$F_{500,105.00} = 0.420$ $p = 0.834$
	Second round	9.57±1.03	9.45±0.88	9.37±0.80	9.10±0.58	9.18±0.57	9.13±0.72	9.30±0.67	$\eta_p^2 = 0.003$	$\eta_p^2 = 0.020$

Note. GCT: ground contact time. # Significantly different from second round matches.

Table 6. Physiological demands registered by soccer referees according to period of season (i.e., first and second round) during official matches.

Physiological variables	Contextual variable	0-15 min	15-30 min	30-45 min	45-60 min	60-75 min	75-90 min	Entire match	Round	Round x period
HR _{mean} (bpm)	First round	160.84±14.09	162.97±13.56	158.12±17.29	153.63±14.02	156.22±13.54	155.04±13.61	157.66±13.27	F _{1,21} = 0.173 p = 0.682 η _p ² = 0.008	F _{2,628, 55.184} = 1.993 p = 0.133 η _p ² = 0.087
	Second round	159.42±15.42	161.07±13.56	160.46±10.27	159.76±10.56	158.00±8.83	160.87±12.17	159.99±10.66		
%HR _{peak}	First round	88.15±3.08	87.87±5.30	87.61±5.14	87.18±1.77	88.19±2.92	86.07±3.96	83.87±5.22	F _{1,21} = 0.008 p = 0.927 η _p ² = 4.038	F _{2,086, 64.796} = 2.931 p = 0.039 η _p ² = 0.122
	Second round	83.91±6.69	87.82±2.80	88.47±2.34	89.08±1.91	87.62±1.92	87.58±2.98	83.50±5.01		
Zone 1 (min)	First round	0.18±0.41	0.18±0.63	0.55±1.89	0.31±1.07	0.18±0.55	0.22±0.74	1.61±3.79	F _{1,21} = 0.165 p = 0.688 η _p ² = 0.008	F _{2,003, 42.056} = 1.395 p = 0.259 η _p ² = 0.062
	Second round	1.01±2.60	0.00±0.02	0.00±0.00	0.03±0.08	0.00±0.00	0.00±0.00	1.04±2.61		
Zone 2 (min)	First round	0.34±0.63	0.37±1.16	1.06±2.92	1.23±2.37	1.16±2.99	1.64±3.55	5.80±13.24	F _{1,21} = 0.492 p = 0.491 η _p ² = 0.023	F _{1,713, 35.977} = 1.139 p = 0.324 η _p ² = 0.051
	Second round	0.51±0.38	0.36±0.49	0.26±0.35	0.37±0.54	0.58±0.46	0.74±1.14	2.82±2.20		
Zone 3 (min)	First round	3.12±2.03	1.82±2.08	2.31±2.01	3.81±1.90	2.81±1.92	4.28±2.19	18.16±9.786	F _{1,21} = 1.548 p = 0.227 η _p ² = 0.069	F _{3,00, 105.00} = 2.962 p = 0.015 η _p ² = 0.124
	Second round	2.98±2.96	3.66±3.17	5.14±3.34	4.27±4.09	4.91±3.95	5.40±5.26	26.38±21.16		
Zone 4 (min)	First round	6.28±2.21	6.72±2.14	6.72±2.67	6.83±2.67	7.59±2.92	8.85±3.92	43.00±13.50	F _{1,21} = 0.363 p = 0.553 η _p ² = 0.017	F _{3,00, 105.00} = 0.509 p = 0.769 η _p ² = 0.024
	Second round	5.87±1.56	6.90±1.87	6.44±2.01	6.71±2.38	6.50±2.73	7.56±3.37	39.98±9.53		
Zone 5 (min)	First round	4.80±2.53	5.62±3.39	4.86±3.31	2.55±2.31	3.02±2.11	3.60±2.36	24.46±11.85	F _{1,21} = 0.002 p = 0.968 η _p ² = 0.891	F _{3,00, 105.00} = 2.503 p = 0.035 η _p ² = 0.106
	Second round	4.14±3.08	3.84±2.78	4.47±3.35	3.45±2.75	2.83±2.09	5.50±4.69	24.22±16.74		
TRIMP (AU)	First round	59.39±5.39	61.39±7.58	60.83±12.75	54.26±9.42	56.43±9.43	69.73±11.29	362.02±49.94	F _{1,21} = 0.062 p = 0.805 η _p ² = 0.003	F _{2,807, 58.945} = 2.689 p = 0.058 η _p ² = 0.114
	Second round	55.15±11.99	58.52±5.78	64.06±7.44	57.66±6.80	56.02±6.02	75.41±11.52	366.82±39.18		

Note. HR_{mean}: mean heart rate; %HR_{peak}: percentage of their maximum heart rate achieved during the match; TRIMP: training impulse. # Significantly different from second round matches.

Table 7. Physical demands registered by soccer referees according to environmental temperature (i.e., below 10° and over 20°) during official matches.

Physical variables	Contextual variable	0-15 min	15-30 min	30-45 min	45-60 min	60-75 min	75-90 min	Entire match	Temperature	Temperature x period
Total distance (km)	Below 10°	1.40±0.23	1.42±0.12	1.31±0.35	1.31±0.16	1.26±0.16	1.53±0.19	8.23±0.74#	F _{1,21} = 5.024 p = 0.017 η _p ² = 0.334	F _{5,00,105,00} = 0.757 p = 0.669 η _p ² = 0.070
	Over 20°	1.56±0.22	1.48±0.11	1.53±0.13	1.43±0.17	1.41±0.08	1.82±0.24	9.23±0.65		
Power _{mean} (W)	Below 10°	120.72±15.64	123.69±16.13	112.42±11.15	113.91±7.64	110.44±7.76	112.21±9.30	115.79±6.51#	F _{1,21} = 4.775 p = 0.020 η _p ² = 0.323	F _{5,00,105,00} = 0.981 p = 0.465 η _p ² = 0.089
	Over 20°	137.35±13.37	128.89±15.63	122.00±11.66	131.08±9.83	127.69±16.44	125.72±16.90	128.50±11.98		
Speed _{mean} (km·h ⁻¹)	Below 10°	7.14±0.76	7.15±0.78	6.72±0.66	6.80±0.42	6.64±0.60	6.63±0.57	6.85±0.46#	F _{1,21} = 4.421 p = 0.026 η _p ² = 0.307	F _{7,128,712,76} = 0.793 p = 0.598 η _p ² = 0.073
	Over 20°	7.92±0.71	7.59±0.62	7.21±0.44	7.71±0.68	7.41±0.56	7.45±0.84	7.54±0.57		
Cadence _{mean} (steps per min)	Below 10°	63.83±2.90	63.62±3.19	62.46±4.39	63.03±2.28	61.60±3.48	61.26±1.98	62.73±1.76	F _{1,21} = 0.256 p = 0.776 η _p ² = 0.025	F _{5,00,105,00} = 0.779 p = 0.649 η _p ² = 0.072
	Over 20°	65.12±2.64	63.30±1.82	62.15±2.41	63.48±2.47	62.71±2.27	62.19±2.41	63.10±1.69		
Vertical oscillation _{mean} (cm)	Below 10°	7.95±0.57	7.94±0.54	7.67±0.56	7.74±0.51	7.95±0.60	7.77±0.63	7.85±0.41	F _{1,21} = 1.924 p = 0.172 η _p ² = 0.161	F _{5,00,105,00} = 0.919 p = 0.519 η _p ² = 0.084
	Over 20°	8.46±0.97	8.13±0.54	8.17±0.70	8.24±0.47	8.43±0.91	8.03±0.76	8.24±0.67		
GCT _{mean} (m·s ⁻¹)	Below 10°	533.76±81.10	556.15±83.81	543.81±147.05	547.28±62.07	553.54±64.80	543.04±67.74	545.75±68.52	F _{1,21} = 0.202 p = 0.819 η _p ² = 0.020	F _{7,892,78,920} = 0.714 p = 0.676 η _p ² = 0.067
	Over 20°	552.78±76.70	549.32±47.29	555.39±31.28	502.89±91.31	537.76±71.44	543.09±55.96	531.64±40.38		
Stiffness _{mean} (KN·m ⁻¹)	Below 10°	9.42±0.83	9.41±0.65	9.36±0.48	9.33±0.90	9.38±0.76	9.05±0.52	9.35±0.49	F _{1,21} = 0.734 p = 0.492 η _p ² = 0.068	F _{5,00,105,00} = 0.643 p = 0.774 η _p ² = 0.060
	Over 20°	9.37±1.11	9.23±0.88	9.08±0.76	8.99±0.57	9.10±0.60	8.87±0.58	9.12±0.69		

Note. GCT: ground contact time. # Significantly different from over 20° matches.

3.1.3. Informe del Comité de Ética



IKERKETA SAILEKO ERREKTOREORDETZA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

GIZAKIEKIN ETA HAUEN LAGIN ETA DATUEKIN EGINDAKO IKERKETEI BURUZKO ETIKA BATZORDEAREN (GIEB-UPV/EHU) TXOSTENA

M^a Jesús Marcos Muñoz andreak, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitateko (UPV/EHU) GIEBeko idazkari gisa,

ZIURTATZEN DU

Ezen gizakiek in egindako ikerkuntzaren etika batzorde honek, GIEB-UPV/EHU, (2014/2/17ko 32. EHAA)

Balloetsi duela ondoko ikertzailearen proposamen hau:

Eñaut Ozaeta Beaskoetxea andreak, M10_2018_289, honako ikerketa proiektu hau egiteko: "Análisis de la influencia de los factores contextuales en las respuestas físicas en árbitros de fútbol durante la competición"

Eta aintzat hartuta ezen

1. Ikerketa justifikatuta dago, bere helburuei esker jakintza areagotu eta gizarteari onura ekarriko baitio, ikerlanak lekartzakeen eragozpen eta arriskuak arrazoizko izanik.
2. Ikertzaile taldearen gaitasuna eta erabilgarri dituzten baliabideak aproposak dira proiektua gauzatzeko.
3. Ikerketaren planteamendua bat dator era honetako ikerkuntza egin ahal izateko baldintza metodologiko eta etikoekin, ikerkuntza zientifikoaren praktika egokien irizpideei jarraiki.
4. Indarreko arauak betetzen ditu, ikerketa egin ahal izateko baimenak, akordioak edo hitzarmenak barne.

Aldeko Txostena eman du 2019ko urtarrilaren 24an egin duen bileran (108/2019akta) alpatutako ikerketa proiektua ondoko ikertzaileek osatutako taldeak egin dezan:

Eñaut Ozaeta Beaskoetxea
Javier Yanci Irigoyen

MARIA
JESUS
MARCOS
MUÑOZ

Firmado digitalmente por MARIA JESUS MARCOS MUÑOZ Fecha: 2019.02.14 10:39:47 +0100

GIEB-UPV/EHUko idazkari teknikoa
Secretaria Técnica del CEISH-UPV/EHU

Luque hitzatu en Leioa, a 14 de febrero de 2019

Eta halaxe sinatu du Leioan, 2019ko otsailaren 14an

susi.marcos@ehu.es
www.ehu.es/CEIH

BIZKAIKO CAMPUSA
CAMPUS DE BIZKAIA
Sarriena Auzoa, z/g
48940 LEIOA

INFORME DEL COMITÉ DE ÉTICA PARA LAS INVESTIGACIONES CON SERES HUMANOS, SUS MUESTRAS Y SUS DATOS (CEISH-UPV/EHU)

M^a Jesús Marcos Muñoz como Secretaria del CEISH de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)

CERTIFICA

Que este Comité de Ética para la Investigación con Seres Humanos, CEISH-UPV/EHU, BOPV 32, 17/2/2014, **Ha evaluado** la propuesta del investigador:

D. Eñaut Ozaeta Beaskoetxea, M10_2018_289, para la realización del proyecto de investigación: "Análisis de la influencia de los factores contextuales en las respuestas físicas en árbitros de fútbol durante la competición"

Y considerando que,

1. La investigación está justificada porque sus objetivos permitirán generar un aumento del conocimiento y un beneficio para la sociedad que hace asumibles las molestias y riesgos previsibles.
2. La capacidad del equipo investigador y los recursos disponibles son los adecuados para realizarla.
3. Se plantea según los requisitos metodológicos y éticos necesarios para su ejecución, según los criterios de buenas prácticas de la investigación científica.
4. Se cumple la normativa vigente, incluidas las autorizaciones, acuerdos o convenios necesarios para llevarla a cabo.

Ha emitido en la reunión celebrada el 24 de enero de 2019 (acta 108/2019), **INFORME FAVORABLE** a que dicho proyecto de investigación sea realizado, por el equipo investigador:

Eñaut Ozaeta Beaskoetxea
Javier Yanci Irigoyen