

TRABAJO FIN DE MÁSTER



Máster Universitario en Rendimiento Deportivo y Salud

Influencia de los ritmos circadianos sobre variables de rendimiento externo en árbitros y asistentes profesionales de fútbol

Autor:

Álvaro Martínez Moreno

Director:

Víctor Moreno Pérez

Elche, 13 de junio de 2020

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. JUSTIFICACIÓN	3
2. METODOLOGÍA	5
3. RESULTADOS	7
4. DISCUSIÓN	9
5. CONCLUSIONES	11
6. BIBLIOGRAFÍA	12



RESUMEN

Introducción: El objetivo del presente estudio consistió en evaluar la influencia de la hora del partido respecto a valores de rendimiento externo como la distancia total recorrida, la distancia recorrida a determinadas velocidades, el número de aceleraciones y deceleraciones, y los sprints realizados por los árbitros en el transcurso de sus funciones durante un partido. Además, como objetivo secundario se quiso obtener una media de distancia total recorrida y distancia recorrida a cada velocidad, que nos permitiese comparar los datos obtenidos con estos árbitros, con datos de otros estudios en diferentes años y ligas. **Metodología:** En el presente estudio participaron de forma voluntaria un total de 17 árbitros. Las actividades de los árbitros durante el partido fueron registradas mediante tecnología GPS (WIMU). Se recopilaron un total de 128 observaciones que se dividieron en 3 períodos en función de la hora del día a la que fuese el partido (Periodo 1: 12:00h-15:59h; Periodo 2: 16:00h-19:59h; Periodo 3: 20:00h-00:00h). **Resultados:** Los resultados obtenidos fueron los siguientes: los árbitros recorrieron un total de 10417.7 ± 860 metros, de estos, caminando (0-6km/h) fueron 3569.7 ± 649 metros, lo que equivaldría a un 34,3% de la distancia total, trotando (6-12km/h) 3454.1 ± 463 m (33.2%), corriendo a moderada intensidad (12-18km/h) $2491,2 \pm 584$ m (23.9%), corriendo a alta intensidad (18-21km/h) 520.4 ± 156 m (5%), corriendo a muy alta intensidad (21-24km/h) $263,2 \pm 102$ m (2,5%), y por último, sprintando (24-50km/h) 119.0 ± 77 m (1.1%). Cuando se realizó la comparación del rendimiento en los diferentes periodos establecidos, únicamente se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en la distancia recorrida trotando a una velocidad entre los 6 y los 12km/h, diferencias del periodo 1 sobre el 2, es decir, significativamente los árbitros en el periodo 1 recorrieron mayor distancia trotando que los del periodo 2. **Conclusiones:** los hallazgos de este trabajo muestran que, a niveles profesionales, la distancia total recorrida, así como las distancias recorridas a cada velocidad varían muy poco entre árbitros, independientemente del país donde arbitren. Otro hallazgo de este estudio fue que a velocidades entre 6-12km/h, los árbitros del periodo 1 recorrían mayores distancias que los del periodo 2. También se ha observado, que cuando se medían las distancias recorridas a altas velocidades, parecía existir una tendencia a unas mayores distancias recorridas por parte de los árbitros del periodo 2, aunque no se trataban de diferencias significativas.

Palabras clave: ritmos circadianos, árbitros, rendimiento

ABSTRACT

Introduction: The aim of the present study was to evaluate the influence of match time on external performance values such as total distance covered, distance covered at certain speeds, number of accelerations and decelerations, and sprints performed by referees in the course of their duties during a match. In addition, as a secondary objective, we wanted to obtain an average of total distance covered and distance covered at each speed, which would allow us to compare the data obtained with these referees with data from other studies in different years and leagues. **Methodology:** A total of 17 referees participated in this study on a voluntary basis. The referees' activities during the match were recorded using GPS technology (WIMU). A total of 128 observations were collected and divided into 3 periods depending on the time of day of the match (Period 1: 12:00h-15:59h; Period 2: 16:00h-19:59h; Period 3: 20:00h-00:00h). **Results:** The results obtained were as follows: the referees covered a total of 10417.7 ± 860 metres, of these, walking (0-6km/h) were 3569.7 ± 649 metres, equivalent to 34.3% of the total distance, jogging (6-12km/h) 3454.1 ± 463 m (33.2%), running at moderate intensity (12-18km/h) 2491.2 ± 584 m (23.9%), running at high intensity (18-21km/h) 520.4 ± 156 m (5%), running at very high intensity (21-24km/h) 263.2 ± 102 m (2.5%), and finally, sprinting (24-50km/h) 119.0 ± 77 m (1.1%). When comparing performance in the different time periods, statistically significant differences ($p < 0.05$) were only found in the distance covered by jogging at a speed between 6 and 12km/h, differences of period 1 over period 2, that is, significantly more distance was covered by the referees in period 1 than those in period 2. **Conclusions:** The findings of this study show that, at professional levels, the total distance covered as well as the distances covered at each speed vary very little between referees, regardless of the country where they referee. Another finding of this study was that at speeds between 6-12km/h, period 1 referees travelled greater distances than period 2 referees. It was also observed that when distances travelled at higher speeds were measured, there appeared to be a trend towards greater distances travelled by period 2 referees, although these were not significant differences.

Key words: circadian rhythms, referees, performance.

1. JUSTIFICACIÓN

El interés por la investigación de la figura del árbitro ha aumentado considerablemente en los últimos años (Castagna, Abt, & D'Ottavio, 2007). En el fútbol, el árbitro se considera una figura de gran relevancia, ya que, un acierto o un error en una jugada puede determinar el resultado de un partido (Castagna et al., 2007). Para ello, va a ser necesario que en todo momento se encuentre cerca de la jugada con el objetivo de seguir el ritmo de juego y tener un posicionamiento correcto para observar las infracciones con la mayor claridad posible (Reilly & Gregson, 2006).

De hecho, el incremento de las demandas físicas en los futbolistas ha dado lugar a la necesidad de mejorar la condición física en los árbitros, para cumplir la alta exigencia y demanda del fútbol moderno (Blumenstein & Orbach, 2014), ya que en el fútbol actual existe una mayor sollicitación de acciones técnicas de resistencia y velocidad (Sabau, 2019). El esfuerzo de un árbitro de fútbol se considera similar al esfuerzo realizado por un futbolista de campo cuando no posee el balón (Krustrup & Bangsbo, 2001). Según estudios previos (Boullosa, Nakamura, Andrín, & Castagna 2012; Krustrup & Bangsbo, 2001; Reilly & Gregson, 2006; Helsen & Bultynck, 2004) un árbitro recorre una distancia en el terreno de juego entre los 10 y los 12 km, de los cuales, alrededor de un 10% suponen esfuerzos de intensidad alta (por encima de los 18km/h). Además, los árbitros realizan una media de 2142 aceleraciones durante un partido de fútbol, de las cuales, 100 representan cambios de velocidad por encima de los 20 Km/h, registrándose un total de 17 ± 2 sprints (Di Salvo, Carmont, & Maffulli 2011). Sin embargo, estos datos pueden variar en función del nivel competitivo (Castagna et al., 2007). Krustrup & Bangsbo (2001) destacaron la importancia del fitness y su relación con la distancia recorrida durante los partidos, estableciendo que aquellos árbitros con una mejor condición física cubrían distancias más grandes, y no solo eso, sino que tenían una mayor actividad de alta intensidad y a máxima velocidad durante los partidos

Otro aspecto que va a influir en la distancia recorrida por los árbitros durante un partido de fútbol va a ser la edad de estos, siendo aquellos árbitros más maduros los que recorren una menor distancia durante un partido, probablemente a consecuencia de su gran experiencia en el posicionamiento en el campo. Mientras que aquellos árbitros más jóvenes, son los que recorren una mayor distancia durante los partidos (Barbero-Álvarez et al., 2012). Además, Castagna et al. (2007) señalan que una de las variables externas que puede influir en la distancia recorrida por parte del árbitro va a ser la agresividad de

los equipos y del partido, hecho que se va a reflejar en las tarjetas mostradas por parte del árbitro durante el partido.

En referencia al horario de los partidos, no ocurre como en otras disciplinas deportivas en las que el horario de las pruebas suele estar fijado en una determinada franja horaria, sino que se trata de un horario muy amplio que engloba partidos desde las 12:00h del mediodía hasta partidos que finalizan a las 00:00h , y es algo que se debe tener en cuenta, ya que se ha demostrado la existencia de los ritmos circadianos y su afectación al rendimiento deportivo (Thun, Bjorvatn, Flo, Harris, & Pallesen 2015; Winget, DeRoshia, & Holley, 1985; Reilly & Brooks 1986). Se podría pensar que estos ritmos no van a afectar de igual manera a árbitros y futbolistas dado que los árbitros realizan actividades distintas a los futbolistas, pero Bangsbo, Norregaard, & Thorso (1991) destacan que los esfuerzos del árbitro durante el partido van a ser muy similares a los que tienen que realizar los centrocampistas.

Si se ha observado que existen una serie de ritmos circadianos que van a afectar al rendimiento deportivo, como por ejemplo el de la temperatura corporal, cuyo pico máximo se comprobó que coincidía con el pico de rendimiento deportivo, en las últimas horas de la tarde (18:00-20:00h) (Winget et al., 1985; Thun et al., 2015). Otra de las capacidades afectadas por los ritmos circadianos van a ser las cardiovasculares, observándose una variación de la frecuencia cardíaca entre el 5 y el 15% en las 24 horas, alcanzando su acrofase o pico óptimo cerca de las 15:00, encontrando también características muy similares en el gasto cardíaco, el flujo sanguíneo, la presión arterial y el volumen sistólico, aunque otras variables como la frecuencia cardíaca y el flujo sanguíneo alcanzan su máximo a media tarde (Reilly, Young, & Seddon, 1983; Winget et al., 1985). La capacidad respiratoria también se ve influenciada por los ritmos circadianos, aunque a diferencia de lo comentado anteriormente con la temperatura corporal y la capacidad cardiovascular, no se aprecia un horario fijo en el que de manera simultánea todas las variables alcancen su pico máximo, sino que van alcanzando sus picos máximos en diferentes franjas horarias, por ejemplo, el cociente respiratorio alcanza el pico a las 14:00h mientras que el pico de VO₂Máx a las 19:00h (Winget et al., 1985).

Otro factor influenciado por la presencia de los ritmos circadianos va a ser el hormonal, por ejemplo, la hormona del crecimiento o GH, va a alcanzar su máxima expresión durante la noche, de ahí las recomendaciones a los deportistas de la importancia de dormir adecuadamente para poder alcanzar el mayor pico secretor de esta hormona (Bellastella

et al., 2019). Además, también se ha estudiado los ritmos circadianos de la testosterona y el cortisol, encontrándose que ambas hormonas alcanzan sus picos máximos durante las primeras horas de la mañana (09:00h) y posteriormente comenzarán a descender con el transcurso del día hasta la llegada de la medianoche, en las primeras horas del sueño, donde volverá a elevarse (Guignard, Pesquies, Serrurier, Merino, & Reinberg, 1980)

Tras observar que hay diferentes factores que pueden afectar al rendimiento deportivo quisimos comprobar si esto se podía trasladar de alguna manera al ámbito futbolístico. Diferentes autores estudiaron diferentes medidas de rendimiento mental y físico y comprobaron que el máximo rendimiento se alcanzó entre las 16:00 y las 20:00, coincidiendo con la acrofase de temperatura corporal que se situó entre las 18:00 y las 20:00h de la tarde, determinando que existe una ventaja de tiempo dentro de esta franja, donde podremos alcanzar los valores máximos de rendimiento, especialmente las habilidades relacionadas con el propio juego como la velocidad de regate o el pase, aunque también valores de salto, flexibilidad...a parte de lo comentado anteriormente especialmente en las diferentes variables de la capacidad cardiovascular (Reilly et al., 2007; Rahnama et al., 2007; Reilly, Young, & Seddon, 1983)

Todos estos datos apuntan a una variación del rendimiento físico en función de la hora de realización de los partidos, ahora bien, todos hacen referencia a estudios realizados en jugadores de fútbol, sin embargo, no se ha encontrado ningún estudio que hable sobre esta influencia de los ritmos circadianos sobre el rendimiento de los árbitros de fútbol. El objetivo de este estudio consistió en evaluar la influencia de la hora del partido respecto a valores como la distancia recorrida, la distancia recorrida a determinadas velocidades, el número de aceleraciones y deceleraciones, y los sprint realizados por los árbitros en el transcurso de sus funciones durante un partido. Además, aprovechando los datos recopilados, también se quiso obtener una media de distancia total recorrida y distancia recorrida a cada velocidad, que nos permitiese comparar los datos obtenidos con estos árbitros, con datos de otros estudios en diferentes años y ligas.

2. METODOLOGÍA

2.1.Participantes

Los participantes de este estudio fueron diecisiete árbitros de fútbol (edad: $35,88 \pm 4,36$; peso: $75,1 \pm 4,4$ kg; altura: $182,4 \pm 5,0$ cm) pertenecientes al cuerpo arbitral de la Real Federación española de Fútbol, en concreto, aquellos destinados a arbitrar los partidos de la 1ª División Española, que decidieron participar en el estudio de manera voluntaria. Para que los partidos dirigidos por los árbitros formasen parte del estudio es necesario que cumpliesen una serie de criterios de inclusión: el primero de ellos fue que completaran el total del tiempo del encuentro medido; el segundo, fue que estos árbitros hubiesen pitado en los diferentes periodos horarios establecidos, en caso de no participar en uno de los periodos sería excluido de los datos; el tercero y último fue que todos estos árbitros formasen parte de la misma división, es decir, que todos arbitrasen en la 1ª División Española. Se recopilaron un total de 128 observaciones de los 17 árbitros. Todos los árbitros fueron monitoreados durante el transcurso de los partidos medidos, y fueron informados del propósito del estudio proporcionando su consentimiento para el mismo. Los procedimientos experimentales utilizados en este estudio estaban aprobados por el código 210305135433 OIR.

2.2. Diseño

Las actividades de los árbitros durante el partido fueron registradas mediante tecnología GPS (WIMU). Para evitar una influencia de este GPS sobre la propia actividad de los árbitros, se llevó a cabo un periodo de familiarización durante la pretemporada de los propios árbitros. El GPS se colocó en la parte posterior de un chaleco que los árbitros llevaban debajo de la equipación. La colocación de este GPS tenía lugar antes del comienzo del partido y era retirado del chaleco del árbitro tras su finalización. Los datos de los diferentes GPS eran descargados tras la finalización de los partidos y volcados a una hoja Excel, para su posterior exportación a SPSS y su análisis estadístico. Los datos registrados con el GPS fueron los siguientes: distancia recorrida, distancia recorrida a velocidad entre 0-6km/h, 6-12km/h, 12-18km/h, 18-21km/h, 21-24km/h, 24-50km/h, número de aceleraciones y deceleraciones, y, por último, número de sprints. Una vez volcados todos los datos en el Excel se procedió a realizar una búsqueda del horario de cada uno de los partidos registrados, clasificando estos partidos como 1,2 o 3 en función del horario de comienzo (Periodo 1: 12:00h-15:59h; Periodo 2: 16:00h-19:59h; Periodo 3: 20:00h-00:00h).

2.3. Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se ha utilizado el paquete estadístico SPSS versión 26.0. Los datos de Excel fueron exportados a SPSS, donde se llevó a cabo el análisis. Para evaluar la influencia del horario sobre el rendimiento de los árbitros, se escogieron todas las variables externas medidas como son la distancia recorrida, número de aceleraciones, deceleraciones, sprints y por último, la distancia recorrida a cada una de las velocidades ya indicadas. Se realizó una prueba ANOVA de un factor en el que se introdujeron las variables de rendimiento externo seleccionadas como variables dependientes, y por otro lado como variable factor se introdujo la hora del partido. Se realizó la prueba de Levene para comprobar la homogeneidad de varianzas y se observó que existía una homogeneidad de varianzas en todas las variables objeto de estudio, y que presentaron una significación $p > 0.05$. Además, fue necesario realizar una prueba post-hoc de comparación por pares, concretamente la utilizada fue la de Tukey, que nos permitiese observar las diferencias de rendimiento en los diferentes periodos de tiempo. También se obtuvieron los estadísticos descriptivos, efectos fijos y aleatorios, incluyendo además un gráfico de las medias. Los resultados fueron presentados como promedios, incluyendo la desviación estándar (Media \pm SD).

3. RESULTADOS

En la tabla 1 se pueden observar los valores medios obtenidos para las distancias recorridas.

Tabla 1

Media (\pm SD) de la distancia total, la distancia recorrida a cada velocidad y su porcentaje con respecto a la distancia recorrida por los árbitros de 1ª División Española

	DT (m)	C (0- 6km/h)	T (6- 12km/h)	CMI (12- 18km/h)	CAI (18- 21km/h)	CMAI (21- 24km/h)	S (24- 50km/h)
Media	10417,5	3569,7	3454,1	2491,2	520,4	263,2	119,0 \pm
(\pmSD)	\pm 860	\pm 649	\pm 463	\pm 584	\pm 156	\pm 102	77
% distancia		34,3	33,2	23,9	5,0	2,5	1,1
N	128	128	128	128	128	128	128

C = distancia recorrida caminando; T = distancia recorrida trotando; CMI = distancia recorrida con carrera de moderada intensidad; CAI = carrera de alta intensidad, CMAI = carrera de muy alta intensidad; S= sprintando

A continuación, en la tabla 2, encontraremos los estadísticos descriptivos de las variables de rendimiento medidas y la comparación de estas variables en cada uno de los periodos establecidos.

Tabla 2

Media (\pm SD) de las variables de rendimiento externas medidas en los diferentes periodos indicados en los árbitros objeto de estudio.

	Periodo 1 (12:00- 15:59h)	Periodo 2 (16:00- 19:59h)	Periodo 3 (20:00- 00:00h)	P1vsP2 p valor	P1vsP3 p valor	P2vsP3 p valor
Distancia Total recorrida (metros)	10691 \pm 793	10263 \pm 703	10432 \pm 1054	p=0.070	p=0.414	p=0.599
Distancia recorrida entre 0-6 Km/h (m)	3493 \pm 419	3667 \pm 594	3491 \pm 832	p=0.465	p=1.000	p=0.384
Distancia recorrida entre 6-12 Km/h (m)	3609 \pm 520	3324 \pm 416	3522 \pm 443	p=0.016*	p=0.703	p=0.084
Distancia recorrida entre 12-18 Km/h (m)	2676 \pm 542	2377 \pm 560	2515 \pm 621	p=0.059	p=0.480	p=0.470
Distancia recorrida entre 18-21 Km/h (m)	543 \pm 132	503 \pm 159	528 \pm 167	p=0.472	p=0.472	p=0.472
Distancia recorrida entre 21-24 Km/h (m)	259 \pm 85	268 \pm 103	259 \pm 114	p= 0.924	p=1.000	p=0.914
Distancia recorrida entre 24-50 Km/h (m)	111 \pm 70	126 \pm 81	116 \pm 78	p=0.663	p=0.960	p=0.801
Nº de aceleraciones	2796 \pm 308	2845 \pm 259	2781 \pm 272	p=0.719	p=0.972	p=0.503
Nº de deceleraciones	2796 \pm 308	2845 \pm 259	2781 \pm 272	p=0.715	p=0.974	p=0.504
Nº sprints	9 \pm 4	10 \pm 5	10 \pm 6	p=0.644	p=0.822	p=0.956

*p<0.05 diferencias estadísticamente significativas

4. DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio consistió en evaluar la influencia de la hora del partido respecto a valores como la distancia total recorrida, la distancia recorrida a determinadas velocidades el número de aceleraciones y deceleraciones, y los sprint realizados por los árbitros en el transcurso de sus funciones durante un partido

La distancia media recorrida por los árbitros fue de 10417.7 ± 860 metros como se puede observar en la Tabla 1. Estos resultados concuerdan con lo estudiado por Krustup & Bangsbo (2001), que observaron en árbitros de la liga danesa que la distancia media recorrida por los árbitros era de 10070 ± 130 m, con oscilaciones de distancia entre los 9200 y los 11490 metros. Reilly & Gregson (2006), en concordancia con lo anterior, plasmaron en su artículo, que un árbitro corre de media 10 km. Barbero-Álvarez et al. (2012) señalan que, de media, un árbitro recorre una distancia en el terreno de juego entre los 11 y los 12 km, valores situados por encima a los obtenidos en nuestro estudio. Todos estos estudios reflejan que la media de distancia recorrida por los árbitros durante los últimos 20 años no ha variado en gran medida, al contrario de lo ocurrido entre los años 1990 y 2000, donde Helsen & Bultynck, (2004) señalan que existió un incremento de 2 km en la distancia recorrida por parte de los árbitros, pasando de los 9 a los 11 Km.

En lo referente a las distancias recorridas a cada velocidad, en la Tabla 1 encontramos que, de media, los árbitros recorrieron caminando (0-6km/h) 3569.7 ± 649 metros, lo que equivaldría a un 34,3% de la distancia total, trotando (6-12km/h) 3454.1 ± 463 m (33.2%), corriendo a moderada intensidad (12-18km/h) $2491,2 \pm 584$ m (23.9%), corriendo a alta intensidad (18-21km/h) 520.4 ± 156 m (5%), corriendo a muy alta intensidad (21-24km/h) $263,2 \pm 102$ m (2,5%), y por último, sprintando (24-50km/h) 119.0 ± 77 m (1.1%). Estos resultados son muy similares a los obtenidos por otros autores como Krustup & Bangsbo (2001) en el que los árbitros objeto de estudio completaron un total de 3.88 ± 0.08 Km (38.5 %) caminando (1-6km/h), 1.94 ± 0.07 Km (19.3%) trotando (8Km/h), 1.7 ± 0.06 Km (16.9%) corriendo a baja velocidad (12Km/h), 1.1 ± 0.05 km (10.9%) corriendo a velocidad moderada (15km/h), 0.41 ± 0.02 km (4.1%) corriendo a alta velocidad (18km/h) y por último, 0.17 ± 0.02 km (1.7%) sprintando (25km/h); el resto se trataba de carrera hacia atrás. Como se ha podido observar, los árbitros españoles presentan unos valores muy similares a los medidos por otros estudios en árbitros de profesionales de otros países, lo que refleja que, en niveles profesionales, no existen grandes diferencias entre unos árbitros u otros.

Tras comparar en la Tabla 2 las diferencias existentes entre cada uno de los periodos con respecto a las variables de rendimiento medidas, se pudo comprobar que no existían diferencias estadísticamente significativas en ninguna de ellas ($p > 0.05$), a excepción de la distancia recorrida trotando a una velocidad entre los 6 y los 12 km/h, en la que sí se observaron estas diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Específicamente se observaron diferencias a favor del periodo 1 sobre el 2, es decir, los árbitros en el periodo 1 recorrieron mayor distancia trotando que los del periodo 2. Aunque en el resto de los datos no existan diferencias significativas, parece que durante el periodo 2 el número de acciones a alta velocidad, así como el número de aceleraciones y deceleraciones, es mayor con respecto a los otros periodos. Estos datos pueden venir explicados por la influencia de los ritmos circadianos sobre las variables de rendimiento, especialmente de aquellas relacionadas con el fútbol. Reilly et al. (2007) comprobaron que, el máximo rendimiento se alcanzó entre las 16:00 h y las 20:00 h, coincidiendo con la acrofase de temperatura corporal que se situó entre las 18:00 h y las 20:00 h de la tarde (Reilly & Brooks, 1986), determinando que existen una ventaja de tiempo dentro de esta franja, donde podremos alcanzar los valores máximos de rendimiento. Además, para aquellos ejercicios o tareas donde sea necesario un alto control motor como por ejemplo los malabares con la pelota, el pico de rendimiento se alcanza más pronto (16:00h), mientras que para funciones motores gruesas como acciones de regates, velocidad y pase, este pico se encontró a últimas horas de la tarde (20:00 h), datos similares a los reportados por Rahnema et al. (2009). También, Winget et al. (1985) señaló que algunas variables cardiovasculares como por ejemplo la frecuencia cardíaca, el Q o el flujo sanguíneo alcanzaban su pico por la tarde (15:00-19:00 h). Hill et al. (1988) establecieron una relación entre la temperatura corporal y los aumentos vespertinos de la pendiente de consumo de oxígeno (VO_2), concluyendo que el aumento de la temperatura corporal provocaba un aumento de la demanda de los sistemas respiratorios a una determinada intensidad de ejercicio, con el consiguiente aumento del VO_2 . En cuanto al rendimiento aeróbico, diferentes autores han comprobado que, tanto en cicloergómetro como tapiz rodante, el tiempo hasta el agotamiento era mayor por la tarde que por la mañana (Thun et al., 2015).

Todo esto viene a explicar porque los árbitros durante el periodo 2 podrían tener un mayor número de aceleraciones/deceleraciones, así como cubrir mayor distancia a muy altas velocidades, es decir, la mejora del rendimiento aeróbico, el aumento del tiempo hasta el agotamiento, el aumento del Q o del flujo sanguíneo, así como el aumento del VO_2

podrían permitir a estos árbitros recorrer distancias más largas a altas velocidades durante el transcurso de los partidos. Además, las diferencias estadísticamente significativas obtenidas en la comparación entre el periodo 1 y 2 a velocidad de trote, nos permiten comprobar, que, a velocidades más bajas, los árbitros en el periodo 1 recorrían mayor distancia, lo que podría venir provocado por la influencia de los ritmos circadianos en el rendimiento de los árbitros.

Sin embargo, este trabajo está sujeto a varias limitaciones. Entre ellas, estos datos fueron recogidos en una muestra muy pequeña por lo que puede ser un volumen mayor de muestra pudiese modificar los resultados obtenidos. Por otro lado, estos resultados se encontraron con árbitros profesionales por lo que estos resultados no pueden trasladarse a otras categorías de colegiados.

5. CONCLUSIONES

En resumen, los hallazgos de este trabajo muestran que, a niveles profesionales, la distancia total recorrida, así como las distancias recorridas a cada velocidad varían muy poco entre árbitros, independientemente del país donde arbitren. Otro hallazgo de este estudio fue que a velocidades entre 6-12km/h, los árbitros del periodo 1 recorrían mayores distancias que los del periodo 2. También se ha observado, que cuando se medían las distancias recorridas a altas velocidades, parecía existir una tendencia a unas mayores distancias recorridas por parte de los árbitros del periodo 2, aunque no se trataban de diferencias significativas. Para poder comprobar si estas tendencias comentadas son realmente ciertas, sería necesario realizar otro estudio en el que aumentase el tamaño de la muestra, lo que abre la puerta a futuras investigaciones en este ámbito de trabajo.

6. BIBLIOGRAFÍA.

- Aldemir, H., Atkinson, G., Cable, T., Edwards, B., Waterhouse, J., & Reilly, T. (2000). A comparison of the immediate effects of moderate exercise in the early morning and late afternoon on core temperature and cutaneous thermoregulatory mechanisms. *Chronobiology international*, 17(2), 197-207.
- Atkinson, G., & Reilly, T. (1996). Circadian variation in sports performance. *Sports medicine*, 21(4), 292-312.
- Bangsbo, J., Norregaard, L., & Thorso, F. (1991). Activity profile of professional soccer. *Canadian Journal of Sports Science*, 16, 110-116.
- 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. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(5), 1383-1388.
- 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.
- Bellastella, G., De Bellis, A., Maiorino, M. I., Paglionico, V. A., Esposito, K., & Bellastella, A. (2019). Endocrine rhythms and sport: it is time to take time into account. *Journal of endocrinological investigation*, 42(10), 1137-1147.
- Blumenstein, B., & Orbach, I. (2014). Development of psychological preparation program for football referees: Pilot study. *Sport Science Review*, 23(3-4), 113-116
- Cappaert, T. A. (1999). Time of day effect on athletic performance: An update. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 13(4), 412-421.
- Castagna, C., Abt, G., & D'Ottavio, S. (2007). Physiological aspects of soccer refereeing performance and training. *Sports medicine*, 37(7), 625-646.
- Di Salvo, V., Carmont, M. R., & Maffulli, N. (2011). Football official's 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.

- D'ottavio, S., & Castagna, C. (2001). Analysis of match activities in elite soccer referees during actual match play. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(2), 167-171.
- Guignard, M. M., Pesquies, P. C., Serrurier, B. D., Merino, D. B., & Reinberg, A. E. (1980). Circadian rhythms in plasma levels of cortisol, dehydroepiandrosterone, δ 4-androstenedione, testosterone and dihydrotestosterone of healthy young men. *European Journal of Endocrinology*, 94(4), 536-545.
- 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.
- Hill, D. W., Cureton, K. J., Collins, M. A., & Grisham, S. C. (1988). Effect of the circadian rhythm in body temperature on oxygen uptake. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 28(3), 310-312.
- 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.
- Rahnama, N., Sajjadi, N., Bambaiechi, E., Sadeghipour, H. R., Daneshjoo, H., & Nazary, B. (2009). Diurnal variation on the performance of soccer-specific skills. *World J Sport Sci*, 2(1), 27-30.
- Reilly, T., Atkinson, G., Edwards, B., Waterhouse, J., Farrelly, K., & Fairhurst, E. (2007). Diurnal variation in temperature, mental and physical performance, and tasks specifically related to football (soccer). *Chronobiology international*, 24(3), 507-519.
- Reilly, T., & Brooks, G. A. (1986). Exercise and the circadian variation in body temperature measures. *International journal of sports medicine*, 7(06), 358-362.
- Reilly, T., & Gregson, W. (2006). Special populations: The referee and assistant referee. *Journal of sports sciences*, 24(7), 795-801.
- Sabau, E. (mayo, 2019). Football referees' physical fitness. Presentado en 3rd International Conference on Sport, Education & Psychology, Bucharest, Romania. Recuperado de

<https://www.researchgate.net/publication/333147885> Football Referees' Physical Fitness

Thun, E., Bjorvatn, B., Flo, E., Harris, A., & Pallesen, S. (2015). Sleep, circadian rhythms, and athletic performance. *Sleep medicine reviews*, 23, 1-9.

Winget, C. M., DeRoshia, C. W., & Holley, D. C. (1985). Circadian rhythms and athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 17(5), 498-516.

