

# MATEMÁTICAS Y BALONMANO

Roberto Amat Busquier, Jesús Yang García Gómez, Pablo Lorente Andreu

2021

I.E.S. Isaac Peral, Paseo Alfonso XIII, 59, 30203 Cartagena, Murcia

Profesor coordinador: Sergio Amat Plata, Sergio.Amat@

## RESUMEN

El propósito de este estudio fue analizar las demandas en la cancha de los jugadores de balonmano durante la Final Four de la Liga de Campeones de la Federación Europea de Balonmano (VELUX EHF FINAL 4) 2019 para definir las características de tiempo-movimiento (tiempo jugado, distancias recorridas) tanto en ataque como en defensa. Además, nuestro objetivo era definir las demandas específicas de cada puesto y las diferencias entre ellas. Cuarenta jugadores de tres equipos fueron analizados durante el torneo utilizando un sistema de posicionamiento local (LPS) por primera vez en el balonmano superior. Los jugadores cubrieron distancias similares tanto en ataque ( $1388.28 \pm 2627.08$  m) como en defensa ( $1305.47 \pm 5059.64$  m) y permanecieron en la cancha por un tiempo promedio similar ( $15.69 \pm 8.02$  min y  $15.40 \pm 8.94$  min respectivamente). Cuando las actividades de locomoción se normalizaron según el tiempo que pasaron en la cancha, se encontraron diferencias significativas para la defensa en comparación con la ofensiva en caminar (+ 20%;  $p < 0,000$ ; tamaño del efecto de Cohen (ES) = 1.01) y trotar (-29.6%;  $p = 0,000$ ; ES = 0.90), así como una tendencia a la carrera de alta intensidad (+ 25.2%;  $p = 0.077$ ; ES = 0.31). Por posición de juego, el lateral central y el lateral izquierdo (CB =  $94,86 \pm 10,98$  m.min<sup>-1</sup>; LB =  $96,55 \pm 24,65$  m.min<sup>-1</sup>) mostraron el mayor ritmo de carrera en ataque y medio izquierdo, delantero centro y exterior derecho para la defensa (ML =  $90,38 \pm 30,16$  m.min<sup>-1</sup>; FCD =  $87,04 \pm 14,94$  m.min<sup>-1</sup>; OR =  $89,64 \pm 34,93$  m.min<sup>-1</sup>). En conclusión, existían diferencias de perfil entre la actividad de posición de los jugadores, tanto en ataque como en defensa, que deben tenerse en cuenta al diseñar programas específicos de entrenamiento físico.

Palabras clave: *Final Four de la Liga de Campeones de la Federación Europea, sistema de posicionamiento local, defensa, ofensiva, jugadores*

## ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the on-court demands of handball players during the European Handball Federation Champions League Final Four (VELUX EHF FINAL4) 2019 to define time-motion characteristics (played time; covered distances) both in offense and defense. Furthermore; we aimed to define position-specific demands and differences among them. Forty players from three teams were analyzed during the tournament using a local positioning system (LPS) for the first time in top handball. Players covered similar distances both in offense ( $1388.28 \pm 2627.08$  m), and in defense ( $1305.47 \pm 5059.64$  m) and remained on court for a similar average time ( $15.69 \pm 8.02$  min and  $15.40 \pm 8.94$  min respectively). When locomotion activities were normalized according to the time they spent on court;

significant differences were found for defensa compared to offense in walking (+20%;  $p < 0.000$ ; Cohen's effect size (ES) = 1.01) and jogging (-29.6%;  $p = 0.000$ ; ES = 0.90), as well as a tendency for high-intensity running (+ 25.2%;  $p = 0.077$ ; ES = 0.31). Per playing position; center and left back (CB =  $94.86 \pm 10.98 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ ; LB =  $96.55 \pm 24.65 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ ) showed the highest running pace in offense and mid-left; front center defender and outside right for the defense (ML =  $90.38 \pm 30.16 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ ; FCD =  $87.04 \pm 14.94 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ ; OR =  $89.64 \pm 34.93 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ ). In conclusion; profile differences existed among players' position activity; both in offense and defense; which should be taken into account when designing specific physical training programs.

## INTRODUCCIÓN

El balonmano es un deporte olímpico, perteneciente a los denominados deportes de equipo. Se caracteriza por transiciones rápidas entre acciones ofensivas y defensivas durante el juego con el objetivo final de marcar un gol. Para ello, los jugadores ofensivos (seis jugadores de campo y un portero) intentan crear espacios que les permitan lanzar el balón hacia la portería en condiciones ventajosas, mientras la defensa intenta evitarlo, provocando una gran cantidad de enfrentamientos físicos entre jugadores. Estas fases de ataque en balonmano son dinámicas, caracterizadas por movimientos rápidos y una alta frecuencia de pases rápidos, por lo que las exigencias físicas son importantes. Además, estas exigencias físicas no son solo las mismas si el equipo está en la fase ofensiva o defensiva e incluso si el jugador juega en una posición u otra.

La propia naturaleza del juego implica que los jugadores deben estar entrenados físicamente para mantener la velocidad y la intensidad del juego durante todo el partido, ya sea que jueguen en ataque o en defensa. Por tanto, conocer y comprender las exigencias físicas del deporte (distancias, velocidades, intensidades), así como las acciones técnico-tácticas (pases, lanzamientos, saltos, marcación, cambio de dirección, etc.) es fundamental planificar correctamente el entrenamiento de los jugadores. Todos estos elementos son de

gran importancia en el balonmano y también están estrechamente relacionados entre sí, lo que hace del balonmano un deporte especialmente complejo.

Asimismo, es importante señalar que la posición de juego, la fase de juego (ofensiva o defensiva), así como el estilo de juego del equipo pueden generar grandes diferencias en las exigencias físicas de cada jugador. Por lo tanto, la carga física no solo se puede determinar de manera general, sino de acuerdo con la posición específica de cada jugador en la cancha, tanto en ataque como en defensa. Toda esta información podría ayudar a los entrenadores a individualizar mejor las cargas de entrenamiento y así mejorar el rendimiento.

Esta necesidad de comprender las características físicas del balonmano ha despertado un gran interés entre los investigadores que han estudiado estas demandas utilizando diferentes metodologías. El método más utilizado ha sido el análisis de tiempo- movimiento, basado en la observación de los jugadores en la competición seguida de un análisis de un vídeo, tomado con una cámara o dos cámaras. Los partidos grabados en video se analizan y las acciones se codifican. Sin embargo, este método requiere mucho tiempo y depende de un análisis subjetivo del observador, por lo que no es un método objetivo ni preciso a la hora de determinar las diferentes velocidades de locomoción.

No obstante, hasta la fecha no existe ningún método que permita medir con precisión las demandas físicas y fisiológicas de los jugadores de balonmano durante la competición. Para superar esta brecha, la Federación Europea de Balonmano (EHF), Select® y Kinexon® desarrollaron conjuntamente el sistema de seguimiento Kinexon® para jugadores de balonmano (Kinexon: München, Alemania; Select Sport 1947: Glostrup, Dinamarca) además de una pelota, el iball, que ha sido recientemente validado y utilizado en estudios sobre balonmano y otros deportes de equipo. Esta tecnología nos proporciona valores en cuanto a movimientos, aceleraciones, cambio



dirección, saltos, así como datos sobre la velocidad a la que se transfiere el balón (velocidad de juego) y la velocidad y posición de los lanzamientos en tiempo real, abriendo nuevas posibilidades. en el estudio de los requisitos de las competiciones de balonmano. Con este sistema de seguimiento totalmente automático, se solucionan los inconvenientes mencionados para el análisis de tiempo-movimiento convencional.

A pesar del gran interés en comprender los requisitos de los jugadores de alto nivel, solo unos pocos estudios se han centrado en analizar las demandas reales de una competición de balonmano de élite en balonmano masculino. Cardinale, Whiteley, Hosny y Popovic estudiaron los movimientos de los jugadores durante el campeonato mundial masculino utilizando tres cámaras y proporcionaron nuevos datos sobre los movimientos de los jugadores (distancias e intensidades) durante el partido. Llegaron a la conclusión de que no había una diferencia significativa en términos de distancia recorrida en las diferentes categorías de locomoción, pero no distinguieron entre posiciones de juego específicas de ataque y defensa. En la misma línea, González de Haro informó del análisis de una sola

coincidencia con dispositivos del Sistema de Posicionamiento Global (WIMU PRO™, Realtrack Systems S.L. : Almería, España). Estos investigadores concluyeron que es necesario un acondicionamiento físico específico para maximizar el rendimiento de los jugadores de balonmano y minimizar la aparición de fatiga.

Hasta donde sabemos, no se ha realizado ningún estudio considerando en detalle las dos fases del juego, ataque y defensa, y analizando todas las posiciones de juego mediante el uso de una tecnología que permite la individualización y automatización de la carga, un sistema de posicionamiento local (LPS). Es necesario un mejor conocimiento de las demandas en la cancha de los jugadores de balonmano al más alto nivel para mejorar la individualización de la preparación física.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue comprender como se analizaron las demandas en la cancha de los jugadores de balonmano durante la VELUX EHF FINAL4 para definir las características de tiempo-movimiento (tiempo de juego, distancias recorridas) tanto en ataque como en defensa, incluidas las demandas específicas de la posición y las diferencias entre ellos.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Los datos se obtuvieron de los jugadores que participan en la Final Four de la Champions League 2019/20 de la Federación Europea de Balonmano VELUX (EHF), celebrada en

Colonia (Alemania). Los equipos que participaron en la Final Four fueron FC Barcelona (España), Telekom Veszprém ( Hungría), HC Vardar (República de Macedonia del Norte) y KS Kielce (Polonia). Los jugadores del Barcelona no fueron incluidos en el estudio porque sus sensores no se colocaron correctamente, lo que provocó interferencias en la señal y, por tanto, datos poco fiables. Dainis Krištopāns (HC Vardar) no usó los sensores durante los juegos, por lo que sus datos tampoco estaban disponibles

para el análisis. Finalmente, se analizaron 40 jugadores durante las dos semifinales, el juego del campeonato final y el juego por la medalla de bronce. Los porteros fueron excluidos del análisis ya que las características de distancia y movimiento no reflejan sus necesidades de rendimiento. Las características antropométricas y la edad de los jugadores se presentan en la Tabla 1. Esta información se recopiló a partir de los datos estadísticos oficiales proporcionados por la EHF.

**Tabla 1. Características físicas de los jugadores**  
(Media ± Desviación Típica).

Equipos	<i>n</i>	Altura (cm)	Peso (kg)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	Edad (años)
TELEKOM VESZPRÉM	14	193.0 ± 8.8	92.9 ± 13.6	24.8 ± 1.8	31.0 ± 4.2
HC VARDAR	13	190.2 ± 10.4	90.5 ± 14.3	24.9 ± 2.4	29.7 ± 4.2
KS KIELCE	13	190.1 ± 6.4	90.1 ± 9.9	24.9 ± 2.1	28.2 ± 6.1
Total	40	191.1 ± 8.6	91.2 ± 12.5	24.8 ± 2.1	29.7 ± 4.9

Legenda: IMC= Índice de Masa Corporal

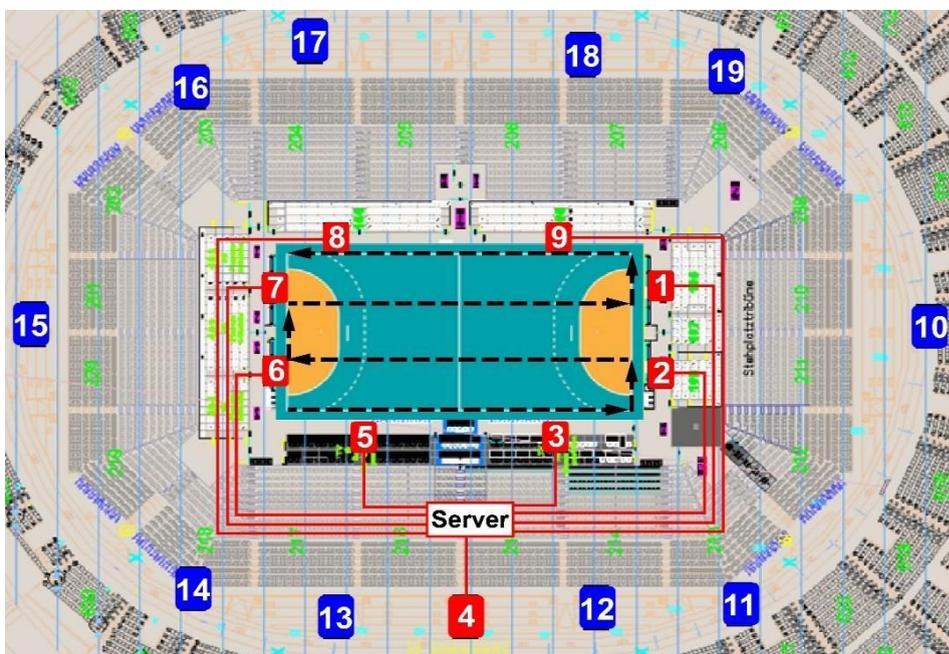
Los datos de posición de los jugadores se recopilaron a través de un Sistema de Posicionamiento Local (LPS) (Kinexon Precision Technologies, Munich, Alemania), que ha sido validado recientemente y utilizado en estudios sobre deportes de equipo [8,9], mostrando una adecuada interfazibilidad del dispositivo (coeficiente de variación de alrededor del 5%) en comparación con sistemas conocidos como el GPS. Las versiones de firmware y las versiones de software de la aplicación corresponden a las últimas versiones en la fecha de prueba (agosto de 2019). La Figura 1 muestra la configuración de las 9 antenas alrededor del campo de juego, conectadas a través de Ethernet al servidor principal, y las 10 antenas de anclaje distribuidas en 3 niveles diferentes sobre el suelo en el Lanxess Arena.

El sistema LPS fue instalado, calibrado

y verificado para su precisión por un técnico que trabajaba para el fabricante de la siguiente manera: Se midió la posición exacta de los anclajes en referencia al campo de juego (posiciones numeradas en azul en la Figura 1). Luego, las posiciones de anclaje y la posición y el tamaño del campo de juego se transmitieron a la aplicación Kinexon. Se verificó la ubicación de un sensor en posiciones predefinidas (esquina, línea de penalización, punto central). Además, se siguieron dos caminos para probar la calidad de los datos y la distancia calculada: caminar en la línea lateral y caminar en un meandro dentro del campo (línea discontinua negra en la Figura 1). Los dispositivos usados por los jugadores comprenden un sensor (etiqueta de jugador) colocado entre los omóplatos del jugador usando una bolsa cosida a la camiseta del

jugador. La funcionalidad de los sensores se probó en el lugar caminando al azar y verificando si se recibieron señales de todas las unidades con la intensidad de señal adecuada. Estos sensores transmiten señales de tiempo a través de tecnología de radio a las antenas, que envían señales a través de una red de área local amplia (WLAN) a estaciones base estáticas locales en ubicaciones conocidas. La posición momentánea de un jugador se determina a través de una frecuencia de 20 Hz calculando el tiempo de vuelo (TOF) de las señales de radio de banda ultra ancha que viajan desde el transmisor a las estaciones base, que calculan la posición 2D real de los dispositivos dentro de la reproducción. campo. Posteriormente, la velocidad instantánea, es decir, la magnitud escalar de la velocidad, según la tasa de cambio en las posiciones horizontales  $x$ ,  $y$ , y la aceleración, según la tasa de cambio en la velocidad, se obtienen calculando la diferencia entre dos

posiciones consecutivas, es decir, aproximando la derivada de la posición del jugador. Los datos de posición y velocidad sin procesar se filtran y suavizan mediante un filtro de Kalman para datos de posición y un promedio móvil exponencial con una longitud de ventana de 1 s para datos de velocidad y posición. Los datos se dividieron automáticamente en momentos de juego ofensivos y defensivos. Para ello, se produjo automáticamente un cambio de ofensiva a defensiva para el equipo y viceversa en el momento en que cambiaba la posesión del balón. El respectivo turno ofensivo se inició con la posesión de balón del equipo. Además, el sistema también verificaba si los jugadores y el balón se movían en la dirección de la portería del oponente. En el caso de que la pelota estuviera fuera de la cancha, el turno se interrumpió. Todos los datos se analizaron utilizando el software del sistema (Kinexon Web Application, versión 3.2.6, Munich, Alemania).



**Figura 1.** Configuración del sistema de posicionamiento local: nueve antenas conectadas al servidor en ubicaciones rojas; diez antenas de referencia (anclajes) en ubicaciones azules; ruta en del campo seguido para comprobar la precisión de calibración (línea negra discontinua)

En este estudio, se utilizó un estudio transversal observacional descriptivo para examinar las demandas físicas de acuerdo con las posiciones de juego durante los partidos competitivos. Este análisis de tiempo-movimiento se utiliza con equipo y balonmano playa, así como con otros estudios de deportes de equipo.

El estudio fue aprobado por la EHF. Los clubes firmaron un consentimiento informado en el contrato inicial con la EHF para participar en la competición, donde aceptaron las reglas y normas de la EHF, incluida su participación en diferentes estudios. Los datos de los jugadores se anonimizaron a los efectos de este estudio. Los jugadores fueron informados de los propósitos, procedimientos y riesgos del estudio y dieron su consentimiento informado antes del inicio del estudio. Todos los procedimientos se llevaron a cabo de acuerdo con la Declaración de Helsinki.

Las variables que se describen a continuación se midieron en función de los datos de posición y velocidad. Se calcularon las distancias recorridas durante todo el partido (distancia total / duración del juego), las distancias por minuto durante el juego y la distancia relativa en las zonas de velocidad establecidas. Estas zonas se establecieron como zona 1: de pie ( $\leq 0,9$  m / s), zona 2: caminar (1,0–1,9 m / s), trotar (2,0–3,9 m / s), correr (4,0–5,4 m / s), carrera de alta intensidad (5,5–6,9 m / s) y esprint ( $\geq 7$  m / s), de acuerdo con estudios similares de balonmano.

También consideramos la distinción

## RESULTADOS

Tiempo en la cancha, distancia recorrida en ofensiva y defensa

El tiempo medio en la cancha en ataque

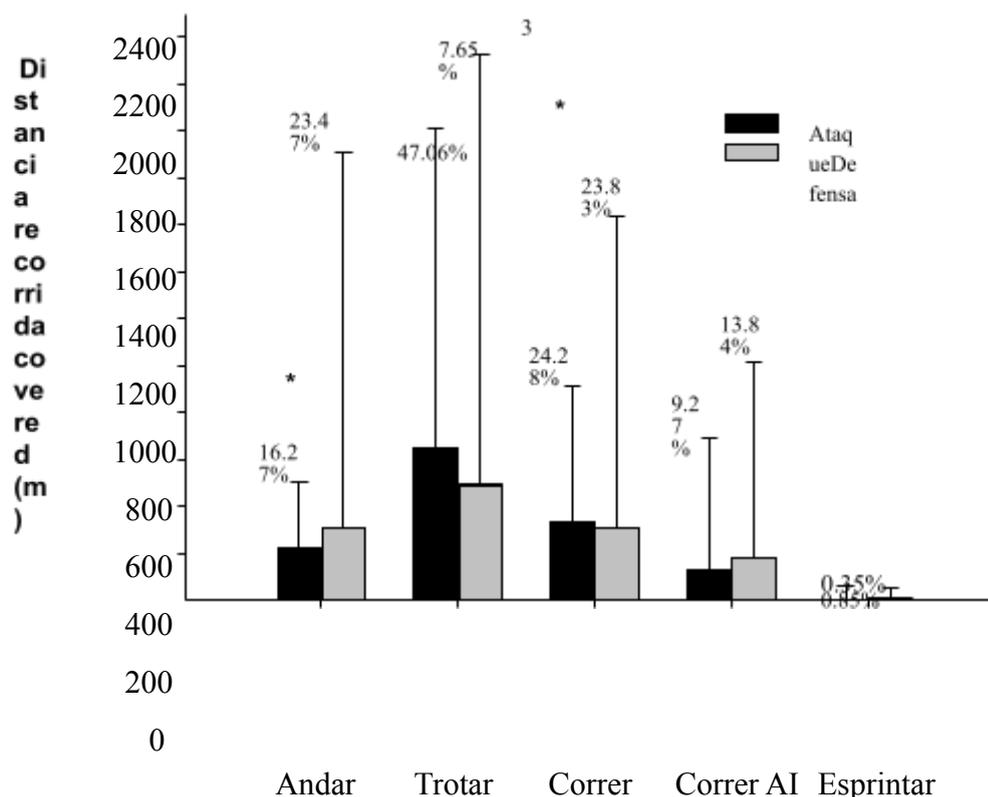
entre ataque (cuando el equipo estaba en posesión del balón) y defensa (no en posesión del balón), y clasificamos a los jugadores por sus posiciones de acuerdo con la nomenclatura del balonmano en ataque (ala izquierda = LW, lateral izquierdo = LB, central = CB; jugador de línea = LP; lateral derecho = RB; y ala derecha = RW) y defensa (central = CB; centro derecho = MR; centro izquierdo = ML; exterior derecho = OR; exterior izquierdo = OL; y defensa central delantero = FCD). El análisis descriptivo de los datos incluyó la media, el rango, la varianza y la desviación estándar.

Análisis Se realizaron estudios gráficos, analíticos y numéricos utilizando nuestros propios programas desarrollados. Se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para verificar la normalidad de los datos. Las diferencias de grupo se determinaron mediante análisis de varianza (ANOVA) seguido de pruebas post hoc de Games-Howell o Tukey, o pruebas t de Student para muestras independientes, cuando fuera apropiado. Para determinar la magnitud de cada relación, se utilizó el tamaño del efecto de Cohen (ES) con una clasificación modificada (trivial  $< 0,2$ , pequeña 0,21–0,6, moderada 0,61–1,2, grande 1,21–1,99 y muy grande  $> 2,0$ ) propuesta para ciencias del deporte y se utiliza en otros estudios similares de balonmano. La precisión de las estimaciones de la población se tomó como intervalos de confianza del 95% y la significación estadística se estableció en  $p < 0,05$ .

( $n = 66$ ) y defensa ( $n = 67$ ) durante la VELUX EHF Final4 fue de 15,69 min ( $\pm 8,02$  min) y 15,40 min ( $\pm 8,94$  min), respectivamente. La distancia media total

recorrida por jugador durante cada partido en ataque fue de  $1388,28 \pm 2627,08$  y de  $1305,47 \pm 5059,64$  m en defensa. Al comparar ataque y defensa con respecto a las distancias absolutas recorridas (Figura 2), se encontraron diferencias significativas en caminar ( $p = 0.017$ ; ES = 0.61) y trotar ( $p = 0.03$ ; ES = 0.77), así como una tendencia hacia carrera de alta intensidad ( $p = 0,075$ ; ES = 0,45). A continuación, se normalizaron las actividades de locomoción de cada jugador según el tiempo que pasaba en la cancha para obtener un fiel reflejo de estas exigencias, tanto en ataque como en defensa. El ritmo de carrera por juego mostrado por el equipo completo en la ofensiva fue  $88,45 \pm 20,72$  m.min<sup>-1</sup>,

caminar:  $13,89 \pm 2,98$  m.min<sup>-1</sup>, trotar:  $40,55 \pm 10,12$  m.min<sup>-1</sup>, correr:  $23,65 \pm 12,53$  m .min<sup>-1</sup>, carrera de alta intensidad:  $9,70 \pm 9,39$  m.min<sup>-1</sup> y sprint:  $0,42 \pm 0,94$  m.min<sup>-1</sup>. El ritmo de carrera por juego mostrado por el equipo completo en defensa fue  $80,83 \pm 27,11$  m · min<sup>-1</sup>, caminar:  $17,53 \pm 4,18$  m · min<sup>-1</sup>, trotar:  $28,56 \pm 4,18$  m · min<sup>-1</sup>, correr:  $20,49 \pm 11,47$  m · Min<sup>-1</sup>, carrera de alta intensidad:  $12,96 \pm 11,54$  m · min<sup>-1</sup> y sprint:  $0,56 \pm 1,29$  m · min<sup>-1</sup>. Al comparar ataque y defensa, se encontraron diferencias significativas en caminar ( $p < 0,000$ ; ES = 1.01) y trotar ( $p = 0.000$ ; ES = 0.90), así como una tendencia para la distancia total ( $p = 0.71$ ; ES = 0.32) y carrera de alta intensidad ( $p = 0,077$ ; ES = 0,31).



### Ritmo de carrera jugando posiciones

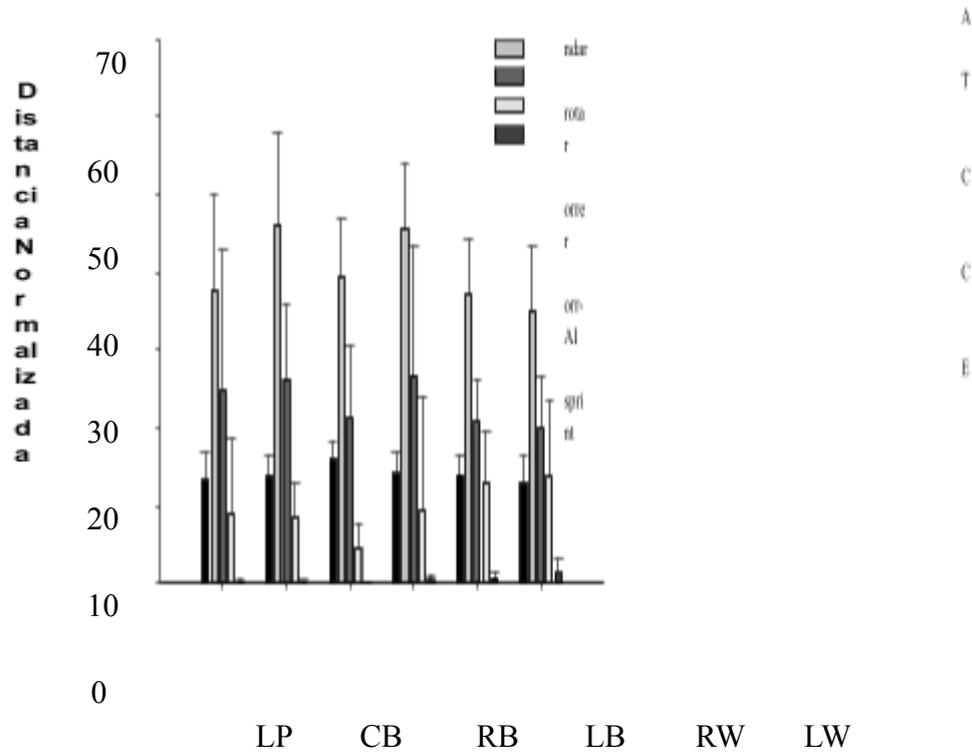
Cuando se analizó la distancia recorrida en cada categoría de locomoción normalizada según el tiempo de permanencia en la cancha en diferentes posiciones de juego durante la ofensiva, el ANOVA mostró diferencias significativas para las distancias de trote ( $p = 0.029$ ) y sprint ( $p = 0.045$ ) entre las diferentes posiciones de juego. Sin

embargo, el análisis post hoc no mostró diferencias estadísticamente significativas (Figura 5). Cuando se analizó la distancia recorrida en cada categoría de locomoción normalizada según el tiempo de permanencia en la cancha en diferentes posiciones de juego durante la defensa, el ANOVA mostró diferencias significativas solo para carreras de alta intensidad ( $p = 0.038$ ) entre las diferentes posiciones de juego (Figura 6). El análisis post hoc

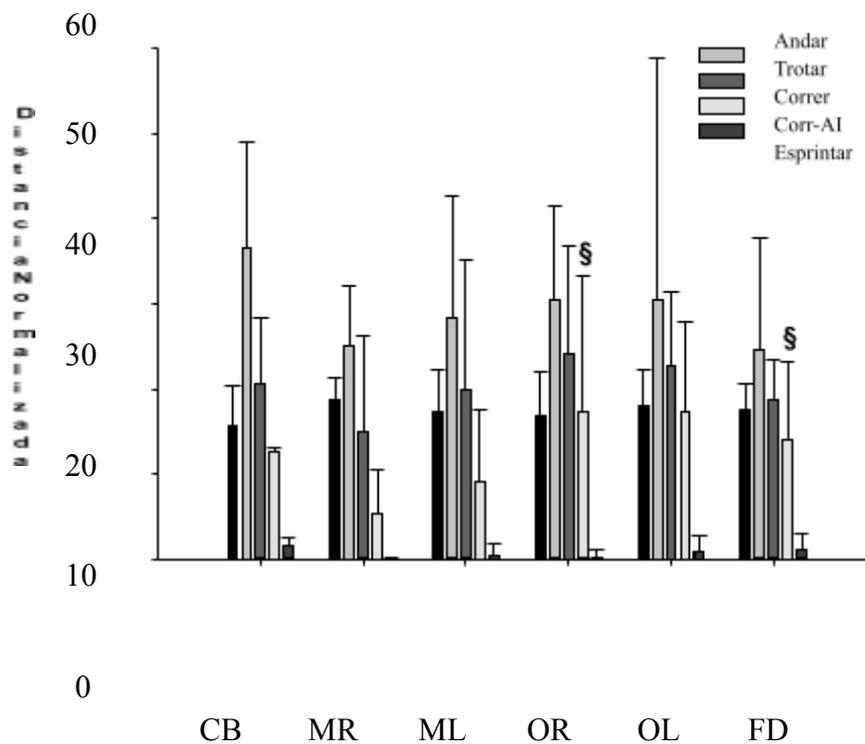
mostró diferencias significativas en esta categoría entre el central y el exterior (p = 0,016; ES = 1,19) y el delantero (p = 0,003; ES = 0,37), así como una tendencia entre el central y el centro izquierdo (p = 0.074; ES = 1.20).

derecho (p = 0,016;

### ATAQUE



### DEFENSA



## CONCLUSIONES

Los jugadores ofensivos cubrieron distancias más largas en la categoría de jogging y los defensivos en la categoría de caminar. Existían diferencias de perfil entre la actividad de posición de los jugadores, tanto en ataque como en defensa. De hecho, se encontró más actividad en las categorías de alta intensidad para los jugadores de ala en la ofensiva. En el caso de la defensa, fue el CB el que cubrió las mayores distancias en las categorías de baja intensidad, y el FCD cubrió la mayor parte de la distancia en las categorías de alta velocidad.

Nuestros hallazgos sugieren la necesidad de diferenciar la carga de entrenamiento específicamente para cada puesto, y diferenciar entre las fases del juego, creando ejercicios específicos, es decir, trabajo muy corto (menos de 2 m de desplazamiento) que implica movimientos de alta intensidad (por encima de 5 m.  $m^{-1}$ ) y se repite de forma aleatoria a lo largo del tiempo, con un alto tiempo de descanso activo entre series. Por ejemplo, puede realizar un entrenamiento integrado con situaciones de juego simuladas, donde los FCD en ataque y los LW en defensa tienen una mayor participación. Otra posibilidad es diseñar tareas que eleven el umbral de fatiga en cada posición y fase para comprobar su impacto en el juego. Estos ejercicios integrados también pueden incluir entrenamiento de resistencia explosiva que mejora el rendimiento en acciones finales decisivas como 1x1, bloqueos, etc. Además, conocer la carga específica de un torneo de primer nivel permitirá a los entrenadores determinar los niveles máximos de requisitos físicos en balonmano de élite y establecerlos como

referentes en función de la categoría. Además, saber que las diferentes demandas para las posiciones de juego son diferenciadas permitirá a los entrenadores individualizar y planificar sus entrenamientos en consecuencia, así como considerarlo en la dosificación de carga de partido y en las sustituciones de jugadores, por ejemplo, si es posible, dando más descanso a los LW y los FCD para mantener el nivel de intensidad.

A un alto nivel de rendimiento, los entrenadores deben trabajar para mejorar el control del entrenamiento. La normalización de los datos de la actividad de locomoción permite disponer de una referencia de carga de trabajo, además de facilitar la comparación entre sesiones. Se dispone de muy poca información sobre las exigencias del juego en las diferentes ligas nacionales. Actualmente, el sistema solo se utiliza en la Bundesliga alemana. El uso del sistema en la liga de campeones VELUX EHF sin duda nos proporcionará nueva información relevante sobre la máxima competición entre los clubes europeos.

En el futuro, se podrían realizar estudios para analizar las rotaciones de los jugadores en ataque y defensa. Además, las investigaciones futuras deberían relacionar la carga de trabajo en la cancha con la carga de trabajo fuera de la cancha, como en el gimnasio. Por último, también es posible que los resultados obtenidos en este estudio sean útiles para el futuro diseño de pruebas físicas más específicas relacionadas con las exigencias del juego.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a nuestro tutor por ayudarnos con el trabajo, darnos la oportunidad de experimentar y mirar las matemáticas de otra manera y a nuestra

profesora de Investigación por darnos las instrucciones para hacer el proyecto también proporcionarnos la ayuda que necesitábamos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Manchado, C.; Tortosa-Martinez, J.; Vila, H.; Ferragut, C.; Platen, P. Performance factors in women's team handball: Physical and physiological aspects—A review.

J. Strength Cond. Res. 2013, 27, 1708–1719, doi:10.1519/JSC.0b013e3182891535. Fasold, F.; Redlich, D. Foul or no Foul? Effects of Permitted Fouls on the Defence Performance in Team Handball. J. Hum. Kinet. 2018, 63, 53–59, doi:10.2478/hukin-2018-0006.

Cardinale, M.; Whiteley, R.; Hosny, A.A.; Popovic, N. Activity Profiles and Positional Differences of Handball Players During the World Championships in Qatar 2015. Int. J. Sports Physiol. Perform. 2017, 12, 908–915, doi:10.1123/ijsp.2016-0314.

Michalsik, L.B.; Aagaard, P.; Madsen, K. Locomotion characteristics and match-induced impairments in physical performance in male elite team handball players. Int. J. Sports Med. 2013, 34, 590–599, doi:10.1055/s-0032-1329989.