





# Influencia de la posición de juego en las aceleraciones y deceleraciones soportadas por jugadoras semiprofesionales de balonmano en competición oficial

*Influence of playing position on accelerations and decelerations performed by semi-professional female handball players during official matches*

Carlos García-Sánchez <sup>1,\*</sup> , Rafael Manuel Navarro <sup>2</sup> , Alfonso de la Rubia <sup>1</sup> , Kyran Tannion <sup>3</sup> 

<sup>1</sup> Universidad Politécnica de Madrid, Spain; <sup>2</sup> European University of Madrid, Spain; <sup>3</sup> Universidad Autónoma de Madrid

\* Correspondence: c.gsanchez@upm.es

DOI: <https://doi.org/10.17398/1885-7019.20.127>

Recibido: 26/12/2023; Aceptado: 25/04/2024; Publicado: 01/06/2024

## OPEN ACCESS

Sección / Section:  
Balonmano/ Handball

Editor de Sección / Edited by:  
Luis Javier Chiroso  
Universidad de Granada, España

Antonio Antúnez  
Sebastián Feu  
Universidad de Extremadura,  
España

Citación / Citation:  
García-Sánchez, C., Navarro, R. M., & De la Rubia, A. (2024). Influencia de la posición de juego en las aceleraciones y deceleraciones soportadas por jugadoras semiprofesionales de balonmano en competición oficial. *E-balonmano.Com*, 20(2), 127-134.

Fuentes de Financiación / Funding:  
No funding reported by autor

Agradecimientos/  
Acknowledgments:  
Los autores quieren mostrar su agradecimiento a la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF) de la Universidad Politécnica de Madrid y a la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad Europea de Madrid. Además, quieren agradecer a las jugadoras por su participación en el estudio.

Conflicto de intereses / Conflicts of Interest:  
All authors declare no conflict of interest

## Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar y comparar las diferencias entre las posiciones de juego sobre las aceleraciones y deceleraciones registradas durante competiciones oficiales de balonmano femenino. Para ello 22 jugadoras semiprofesionales de balonmano de la Segunda División Española fueron monitorizadas durante 13 partidos oficiales. Las aceleraciones y deceleraciones fueron registradas en valores absolutos y relativos (normalizados en función del tiempo de juego) utilizando un Sistema de Posicionamiento Local (WIMU PRO™, Realtrack Systems S.L., Almería, Spain). Las diferencias según la posición de juego se determinaron mediante la prueba ANOVA de un factor y se calculó el tamaño del efecto mediante Eta cuadrado parcial ( $\eta^2$ ) o épsilon cuadrado ( $\epsilon^2$ ). Las extremos realizaron el mayor número total de aceleraciones y deceleraciones, seguidas de las primeras líneas y las pivotes ( $p < 0,05$ ). Por otro lado, las primeras líneas soportaron un mayor número de aceleraciones y deceleraciones por minuto ( $p < 0,05$ ). En conclusión, las aceleraciones y deceleraciones varían según la posición de juego durante competiciones oficiales de balonmano femenino. Por tanto, entrenadores y profesionales deberían tener en cuenta estas diferencias para prescribir y controlar la carga de entrenamiento y para diseñar programas de entrenamiento individualizados para cada posición de juego.

**Palabras clave:** demandas físicas; carga externa; monitorización; dispositivo inercial.

## Abstract

The purpose of this study was to analyze and compare the differences between playing positions on accelerations and decelerations registered during official competitions in female handball. Twenty-two semi-professional female players from the Spanish 2nd Division were monitored across 13 official matches. Accelerations and decelerations were collected in absolute and relative values (normalized by playing time) using a local positioning system (WIMU PRO™, Realtrack Systems S.L., Almería, Spain). Playing positions differences were determined by variance analysis one-way ANOVA with partial Eta-squared ( $\eta^2$ ) or epsilon-squared ( $\epsilon^2$ ). Wings performed the highest number of accelerations and decelerations, followed by backs and pivots ( $p < 0.05$ ). On the other hand, backs experienced a greater number of accelerations and decelerations per minute ( $p < 0.05$ ). In conclusion, accelerations and decelerations differs between playing positions during official female competitions and these differences should be considered by practitioners to better prescribe and periodize training load and to design more individualized training programs.

**Keywords:** physical demands; external load; monitoring; inertial device.

## Introduction

El balonmano femenino es una modalidad deportiva Olímpica, en la que compiten dos equipos de siete jugadoras en un terreno de juego de 40x20 metros. El objetivo del juego es tratar de anotar más goles que el adversario al final de dos periodos de 30 minutos (Wagner et al., 2014). Esta modalidad deportiva tiene una naturaleza intermitente y se caracteriza por repetir acciones de alta intensidad, con cada vez más frecuencia, como aceleraciones, deceleraciones, cambios de dirección, sprints, saltos y lanzamientos (Povoas et al., 2012). Además, este tipo de acciones suelen producirse en situaciones de contacto corporal contra los adversarios (Karcher & Buchheit, 2014). La evidencia científica al respecto ha puesto de manifiesto la necesidad por parte de las jugadoras de presentar altos niveles de resistencia, fuerza y potencia muscular en aras de desarrollar las diferentes acciones del juego a una alta intensidad durante todo el partido (Manchado et al., 2013).

En el balonmano existen diferentes posiciones de juego (extremos, pivotes, primeras líneas y porteras) con diferentes funciones o roles dentro del equipo, lo que genera diferentes demandas físicas y técnico-tácticas para cada posición (Büchel et al., 2019; Karcher & Buchheit, 2014; Michalsik et al., 2015a; Michalsik et al., 2015b). Consecuentemente, resulta fundamental conocer en profundidad las exigencias de cada posición para individualizar el entrenamiento y, con ello, alcanzar el máximo rendimiento, minimizando la aparición de la fatiga y reduciendo el riesgo de lesión (Manchado et al., 2013).

La investigación sobre las demandas físicas en balonmano se ha centrado predominantemente en el contexto masculino. Específicamente, el foco de la literatura científica ha recaído sobre el análisis de las demandas físicas en los diferentes niveles competitivos, es decir, en competiciones nacionales (Font et al., 2021, 2023) e internacionales (Cardinale et al., 2017; Manchado et al., 2021; Manchado et al., 2020), en partidos simulados o amistosos (Ortega-Becerra et al., 2020), en sesiones de entrenamiento (Corvino et al., 2014) y en competiciones de balonmano playa (Müller et al., 2022). Además, la reciente revisión sistemática realizada por García-Sánchez et al. (2023) ha confirmado la escasez de estudios destinados a analizar las demandas físicas en el balonmano femenino debido a que, concretamente, solamente se encontraron siete investigaciones que monitorizaron la carga externa de las jugadoras durante competiciones oficiales. Del mismo modo, en esta revisión pudo comprobarse que ninguna de estas investigaciones en el contexto femenino adoptó un enfoque longitudinal que analizase las modificaciones de carga externa que sufrían las jugadoras a lo largo de un periodo prolongado de tiempo (por ejemplo, temporada completa).

Uno de los estudios incluidos en la revisión sistemática mencionada anteriormente reportó una media de  $3,9 \pm 1,5$  acciones de alta intensidad por minuto durante partidos internacionales, aunque hallaron diferencias significativas en función de la posición de juego. Más concretamente, las primeras líneas experimentaron un mayor número de acciones de alta intensidad por minuto, seguidas de las pivotes y después de los extremos (Luteberget and Spencer, 2017). Por el contrario, otras investigaciones revelaron que el PlayerLoad™ era similar para extremos, primeras líneas y pivotes (Luteberget y Spencer, 2017; Kniubaite et al., 2019). Por tanto, parece que la evidencia científica sobre las demandas físicas durante las competiciones oficiales en balonmano femenino es actualmente limitada. Específicamente, factores determinantes de rendimiento como las aceleraciones y las deceleraciones no han sido suficientemente analizados hasta la fecha, como sí se ha hecho en el contexto masculino a través de la utilización de sistemas de posicionamiento local (LPS) y unidades inerciales de medida (IMU) (Saal et al., 2023). La capacidad para acelerar y frenar en un partido de balonmano ha sido considerada como imprescindible para alcanzar el máximo rendimiento físico, incluso por encima de la capacidad de velocidad máxima (Font et al., 2021). En consecuencia, esta situación representa un problema para los entrenadores e investigadores de balonmano, ya que los análisis de las demandas físicas en jugadores masculinos pueden no ser válidos y precisos para prescribir el entrenamiento y gestionar la carga en jugadoras femeninas. Así pues, existe la necesidad de abordar la actual brecha de sexo respecto a los datos existente en la literatura científica (Cowley et al., 2021; Elliott-Sale et al., 2021).

Hasta donde nuestro conocimiento llega, ninguna investigación ha utilizado sistemas LPS y tecnología IMU para analizar variables de carga externa durante una temporada completa en balonmano femenino. Por lo tanto, el objetivo principal del presente estudio fue analizar y comparar la capacidad de realización de aceleraciones y deceleraciones por parte de las jugadoras de balonmano durante los partidos oficiales de una temporada completa. En segundo lugar, las diferencias en la capacidad de aceleración y deceleración fueron evaluadas de acuerdo con la posición de juego.

## Materiales y Métodos

### Diseño de estudio

Se realizó un estudio observacional de corte transversal para determinar la influencia de las posiciones de juego sobre las aceleraciones y deceleraciones en jugadoras semiprofesionales de balonmano. Las posiciones de las jugadoras se dividieron en extremos, primeras líneas y pivotes. Los resultados reportados corresponden a los valores promedio de 13 partidos oficiales disputados como local en la Segunda División Española (División de Honor Plata Femenina) durante la temporada 2021-2022. En el estudio fueron incluidas las jugadoras que participaron al menos 1 minuto en cada partido (Wik et al., 2017). Las porteras fueron excluidas del análisis (Ortega-Becerra et al., 2020). Se obtuvieron 153 registros LPS procedentes del análisis de 22 jugadoras del mismo equipo (extremos,  $n = 39$ ; primeras líneas,  $n = 88$ ; y pivotes,  $n = 26$ ) durante 13 partidos oficiales.

### Participantes

La muestra estuvo compuesta por 22 jugadoras semiprofesionales de balonmano. La Tabla 1 muestra la edad y las características antropométricas de las jugadoras en función de las posiciones de juego. Siguiendo la clasificación proporcionada por McKay et al. (2022), las jugadoras pertenecen al tercer nivel de competición (altamente entrenadas o de nivel nacional). Durante la temporada, las jugadoras realizaban normalmente 4 sesiones de entrenamiento técnico-táctico, 2 sesiones de fuerza y 1 partido por semana. Antes de comenzar el estudio, todas las jugadoras fueron informadas de los requisitos del estudio y dieron su consentimiento informado por escrito. El protocolo del estudio respetó los principios de la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Europea de Madrid. Además, ninguna de las jugadoras informó de ninguna limitación física, problema de salud o lesión musculoesquelética que pudiera comprometer su participación en el estudio.

**Tabla 1.** Edad y características antropométricas de las jugadoras

| Variable           | Todas las jugadoras<br>( $n = 22$ ) | Extremos<br>( $n = 4$ ) | Primeras líneas<br>( $n = 14$ ) | Pivotes<br>( $n = 4$ ) |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|------------------------|
| Edad (años)        | 20,5 ± 3,1                          | 18,8 ± 0,5              | 20,9 ± 3,6                      | 21,0 ± 1,8             |
| Altura (cm)        | 168,0 ± 4,8                         | 162,0 ± 3,8             | 168,7 ± 3,9                     | 171,3 ± 4,8            |
| Masa corporal (kg) | 66,1 ± 10,1                         | 55,5 ± 4,3              | 65,4 ± 6,8                      | 79,1 ± 11,0            |

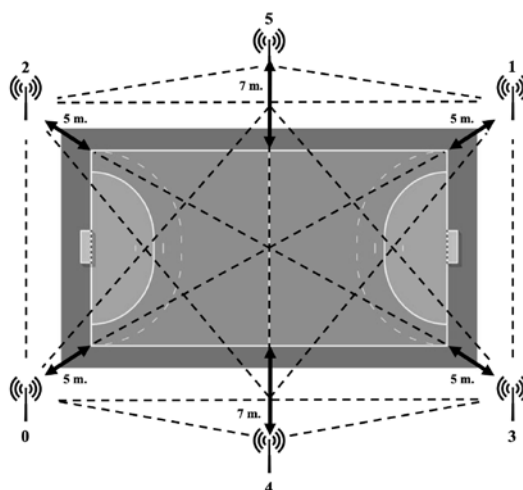
*Nota: cm: centímetros; kg: kilogramos.*

### Instrumentos

Las aceleraciones y deceleraciones se monitorizaron mediante el sistema WIMU PRO™ (RealTrack System SL, Almería, España). Cada dispositivo, cuyas dimensiones eran 81×45×16 milímetros (altura/anchura/profundidad) y que pesaba 70 gramos, se colocó en la espalda de cada jugadora con un chaleco ajustable.

### Procedimiento

El sistema LPS se instaló en la pista de balonmano donde el equipo jugaba sus partidos como local de acuerdo con el manual de usuario y estudios previos (Font et al., 2021, 2023). La distribución de las seis antenas con tecnología de banda ultra-ancha (UWB) se fijaron a 5 metros de la línea perimetral de la pista, excepto las situadas en la línea central de la pista, que se fijaron a 7 metros del perímetro (Figura 1). De este modo, las antenas formaban un hexágono con el objetivo de potenciar la emisión y recepción de la señal.



**Figura 1.** Distribución de las antenas alrededor de la pista de balonmano.

Una vez instaladas, las antenas se encendieron una a una y la antena maestra (número 0) se encendió en último lugar. El proceso de autocalibración se llevó a cabo durante 5 minutos, en los que la antena maestra sincronizó todas las antenas con un reloj común. A continuación, los dispositivos fueron ubicados en el centro de la pista para facilitar la conexión con las antenas. Posteriormente, se encendieron los dispositivos y se llevó a cabo un proceso de reconocimiento y comunicación automática con la antena durante 1 minuto. Después, un investigador recorrió las líneas de la pista portando un dispositivo para establecer el perímetro de la pista e incorporarlo al software SPRO™ (versión 958, RealTrack System SL, Almería, España). Por último, se colocó un dispositivo en la parte superior de la espalda de cada jugadora mediante un chaleco anatómico ajustable antes de comenzar el partido. Al final del partido, se retiraron los dispositivos a las jugadoras y se colocaron en el maletín de carga para descargar los datos registrados durante el partido a una memoria de almacenamiento externa USB. Los datos brutos se exportaron a una hoja de cálculo Excel y se importaron al software estadístico para su análisis posterior.

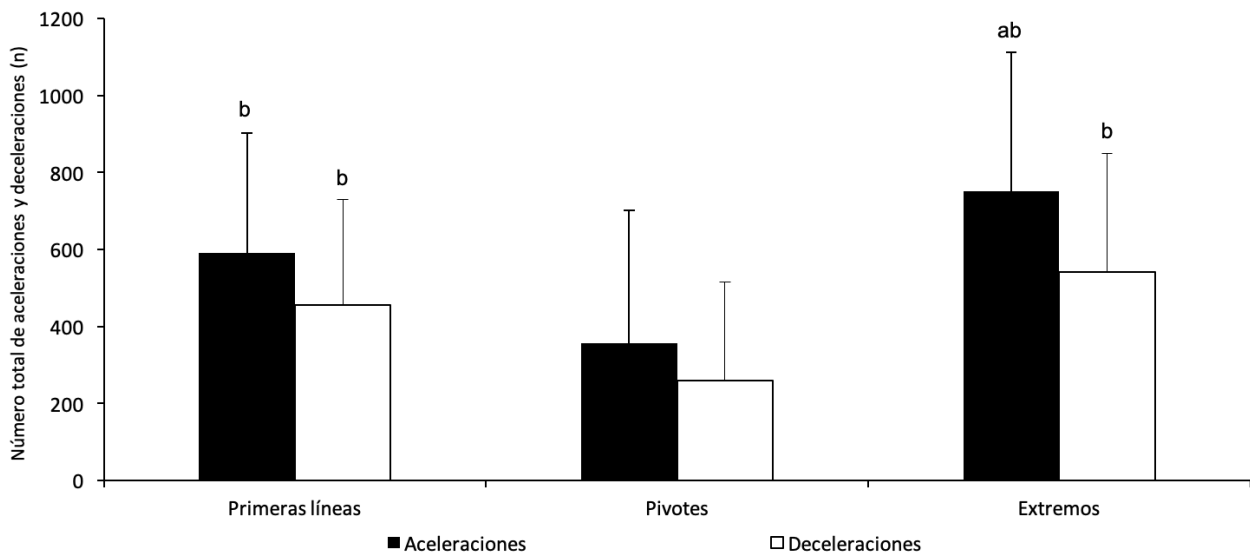
### **Análisis estadístico**

Los datos se analizaron con el programa SPSS para Windows (versión 26, IBM Corp., Armonk, NY, EE.UU.). Las estadísticas descriptivas se presentan como medias y desviaciones estándar ( $M \pm DE$ ). Se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para confirmar la normalidad de la distribución de los datos y la prueba de Levene para la igualdad de varianzas. Las diferencias según la posición de juego se determinaron mediante la prueba ANOVA de un factor seguida de las pruebas post hoc de Games-Howell o Tukey (variables paramétricas), o mediante la prueba Kruskal-Wallis seguida de la prueba post hoc Dwass-Steel-Critchlow-Fligner (variables no paramétricas). El tamaño del efecto se calculó mediante Eta cuadrado parcial ( $\eta^2$ ) o épsilon cuadrado ( $\epsilon^2$ ) con la siguiente interpretación (Cohen, 1998): efecto pequeño (0,010-0,059), moderado (0,060-0,139) y grande ( $> 0,140$ ). El nivel de significación estadística se fijó en  $p < 0,05$ .

## Resultados

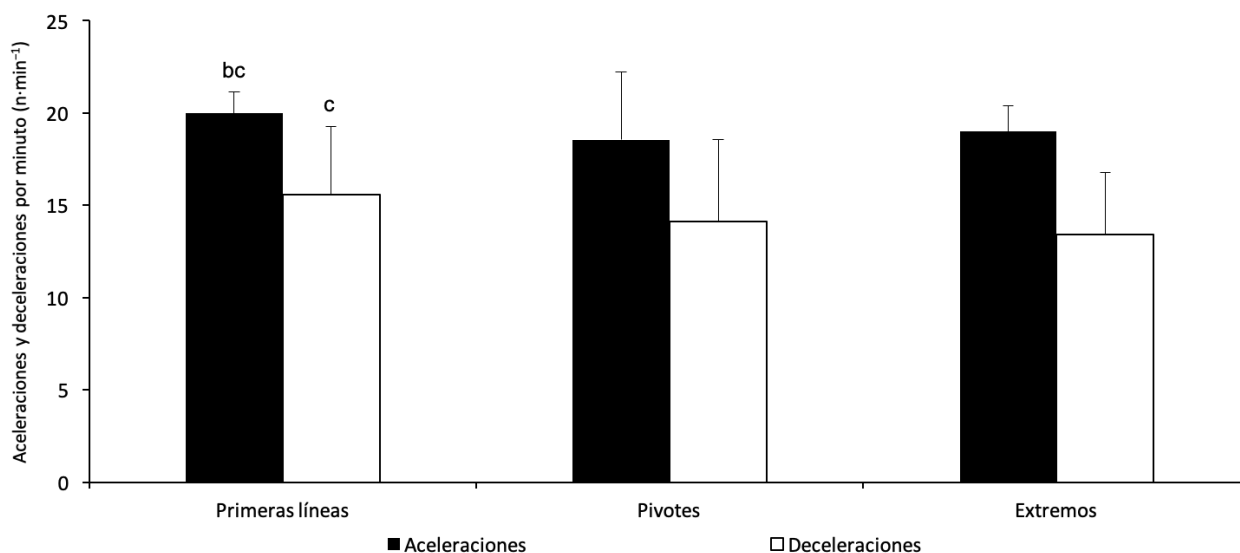
Los valores descriptivos y las diferencias estadísticas para las variables de aceleración y deceleración, en términos absolutos y normalizados por tiempo, según la posición de juego se presentan en la Figura 2 y Figura 3, respectivamente.

Con respecto al número de aceleraciones y deceleraciones (Figura 2), se observó un efecto principal de la posición con respecto a las aceleraciones ( $p < 0,001$ ;  $\eta p^2 = 0,128$ ) y las deceleraciones ( $p < 0,001$ ;  $\epsilon^2 = 0,099$ ). En relación a las comparaciones entre grupos, por un lado, los extremos realizaron un número total de aceleraciones moderadamente superior ( $750,5 \pm 362,2$  n) en comparación con las primeras líneas ( $592,0 \pm 309,7$  n) ( $p < 0,05$ ) y las pivotes ( $357,6 \pm 343,7$  n) ( $p < 0,05$ ). A su vez, las primeras líneas también realizaron mayor número de aceleraciones que los pivotes ( $p < 0,05$ ). Por otro lado, los extremos ( $541,1 \pm 307,6$  n) y las primeras líneas ( $456,7 \pm 272,6$  n) realizaron un número total de deceleraciones moderadamente superior que las pivotes ( $261,2 \pm 254,0$  n) ( $p < 0,05$ ).



**Figura 2.** Número total de aceleraciones y deceleraciones de acuerdo con la posición de juego. a diferencias significativas en comparación con primeras líneas ( $p < 0,05$ ); b diferencias significativas en comparación con pivotes ( $p < 0,05$ ); c diferencias significativas en comparación con extremos ( $p < 0,05$ ).

En relación con la normalización de los valores por el tiempo de juego (Figura 3), también se encontró un efecto principal de la posición, encontrándose diferencias significativas entre grupos, tanto en las aceleraciones por minuto ( $p < 0,001$ ;  $\eta p^2 = 0,096$ ) como en las deceleraciones por minuto ( $p = 0,005$ ;  $\epsilon^2 = 0,070$ ). Por un lado, se identificó que las primeras líneas realizaron una cantidad de aceleraciones por minuto ( $19,9 \pm 1,1$  n·min<sup>-1</sup>) moderadamente superior a las extremos ( $18,9 \pm 1,4$  n·min<sup>-1</sup>) y a las pivotes ( $18,4 \pm 3,9$  n·min<sup>-1</sup>) ( $p < 0,05$ ; ambos). Resultados similares fueron encontrados en las deceleraciones por minuto, observándose que las primeras líneas acumularon un número de acciones moderadamente superior ( $15,6 \pm 3,6$  n·min<sup>-1</sup>) a las soportadas por las extremos ( $13,4 \pm 3,4$  n·min<sup>-1</sup>) ( $p < 0,05$ ).



**Figura 3.** Aceleraciones y deceleraciones por minuto de acuerdo con la posición de juego. a diferencias significativas en comparación con primeras líneas ( $p < 0.05$ ); b diferencias significativas en comparación con pivotes ( $p < 0.05$ ); c diferencias significativas en comparación con extremos ( $p < 0.05$ ).

## Discusión

Hasta donde nuestro conocimiento llega no se han realizado investigaciones que analicen el volumen absoluto y relativo de aceleraciones y deceleraciones soportadas por jugadoras de balonmano durante una temporada completa en competiciones oficiales. La alta especificidad muestral y contextual dificultan comparar los hallazgos del presente estudio con la investigación previa realizada con una muestra femenina. No obstante, se hallaron diferencias significativas entre las diferentes posiciones de juego tanto en términos absolutos (número de aceleraciones totales) como relativos (número de aceleraciones por minuto), especialmente en la posición de pivote donde se identificaron los valores más bajos de ambas variables.

En contraposición con los hallazgos de este estudio se encuentran los de Font et al. (2021) que, en jugadores de balonmano masculinos de élite, no encontraron diferencias con respecto a las variables de aceleraciones y deceleraciones. Ya existe evidencia de que hay diferencias de sexo en el balonmano de élite respecto a las demandas físicas (García-Sánchez et al., 2023), soportando los hombres una mayor carga externa que las mujeres. Y no sólo eso, también se ha evidenciado que existen notables diferencias antropométricas (Michalsik & Aagaard, 2015). A la luz de lo expuesto, una posible explicación a tal diferencia podría radicar en la combinación de dos factores, uno relacionado con las características de la muestra como el sexo (jugadores masculinos vs. femeninos) y otro contextual como el nivel de competición (élite vs. semiprofesional).

Los resultados del presente estudio confirmaron que las aceleraciones y deceleraciones fueron significativamente diferentes entre las distintas posiciones de juego. Concretamente, las extremos realizaron el mayor número total de aceleraciones y deceleraciones, seguidas de las primeras líneas y las pivotes. Sin embargo, cuando estos valores se normalizaron en función del tiempo que las jugadoras estuvieron en la pista ( $n \cdot \text{min}^{-1}$ ), las primeras líneas realizaron más aceleraciones y deceleraciones por minuto que las demás posiciones. Estos resultados podrían estar relacionados con las demandas técnico-tácticas de las posiciones de extremo y de primera línea. Por un lado, las extremos suelen realizar más acciones de contraataque que el resto de posiciones por lo que parece lógico pensar la realización de un mayor número total de aceleraciones por partido (Michalsik et al., 2015a). Por otro lado, las primeras líneas serían las encargadas de soportar una mayor carga decelerativa debido a que durante la fase de construcción del ataque posicional suelen realizar de manera constante movimientos de pistón (delante-detrás) (Román Seco, 2008).

Los valores más bajos de aceleraciones y deceleraciones se encontraron en la posición de pivote. Estos resultados son similares a los encontrados por Saal et al. (2023), confirmando, además, que la diferencia aumentaba cuando se observaban las aceleraciones/deceleraciones de alta intensidad ( $3-3,5 \text{ m/s}^2$ ) o de muy alta intensidad ( $> 3,5 \text{ m/s}^2$ ). Además, algunas de las acciones técnico-tácticas más comunes en este tipo de jugadoras (por ejemplo, bloqueos y pantallas) (Michalsik et al., 2015a; Michalsik et al., 2015b) no producen un movimiento de aceleración o deceleración, ya que estas acciones se caracterizan por una elevada aplicación de fuerza isométrica contra el oponente. Por tanto, cabría suponer que los sistemas LPS y la tecnología IMU podrían no ser los instrumentos más adecuados para analizar y evaluar las exigencias físicas de esta posición de juego.

Aunque el presente estudio proporciona información útil para entrenadores y preparadores físicos de balonmano, cabe mencionar algunas limitaciones. En primer lugar, los resultados proceden de una muestra muy particular (un equipo de la Segunda División Española) y no especialmente grande ( $n = 22$ ) por lo que hay que proceder con cautela en la generalización de los resultados. En segundo lugar, sólo se monitorizaron partidos disputados como local debido a la dificultad para trasladar e instalar el sistema LPS en los partidos disputados como equipo visitante. En tercer lugar, no se analizaron las jugadoras especialistas (ofensivos o defensivos) ni las porterías. Futuras investigaciones podrían incluir un mayor número de equipos y niveles de competición (por ejemplo, equipos nacionales o clubes de primera división).

## Conclusiones

El análisis de las aceleraciones y deceleraciones mediante sistemas LPS con tecnología IMU mostró diferencias significativas entre las diferentes posiciones de juego. Específicamente, los extremos realizaron el mayor número total de aceleraciones y deceleraciones, seguidas de las primeras líneas y los pivotes. Por otro lado, las primeras líneas soportaron un mayor número de aceleraciones y deceleraciones por minuto. Por lo tanto, los hallazgos del presente estudio ponen de manifiesto la importancia de la adaptación de la carga de entrenamiento para cada posición de juego mediante, entre otras estrategias, el diseño de programas de entrenamiento físico específicos para cada puesto específico.

## Aplicaciones prácticas

Los resultados del presente estudio apoyan y confirman la naturaleza intermitente del balonmano de acuerdo con los requerimientos físico-condicionales del mismo. De este hecho y en relación con los hallazgos encontrados, se desprende la necesidad de incorporar diferentes métodos de entrenamiento con el objetivo de que las jugadoras aceleren y deceleren de forma más segura y eficiente y, con ello, aumentar el rendimiento y reducir el riesgo de sufrir lesiones de gravedad (McBurnie et al., 2022).

En particular, los entrenadores y preparadores físicos deberían incorporar un entrenamiento específico de aceleración-deceleración, especialmente en aquellas posiciones sometidas a mayores volúmenes de este tipo de acciones (extremos y primeras líneas). Además, deberían diseñar e implementar programas de entrenamiento de fuerza que permitan a las jugadoras alcanzar elevados niveles de fuerza muscular y con ello poder desarrollar estructuras musculoesqueléticas más robustas.

**Author Contributions:** Conceptualización, metodología, análisis estadístico, preparación de datos, preparación del manuscrito y redacción: C.G.-S.. Redacción, revisión, edición y supervisión: R.M.N. y A.d.I.R. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

## Referencias

Büchel, D., Jakobsmeier, R., Döring, M., Adams, M., Rückert, U., & Baumeister, J. (2019). Effect of playing position and time on-court on activity profiles in German elite team handball. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 19(5), 832–844. <https://doi.org/10.1080/24748668.2019.1663071>



- Cardinale, M., Whiteley, R., Hosny, A. A., & Popovic, N. (2017). Activity Profiles and Positional Differences of Handball Players During the World Championships in Qatar 2015. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(7), 908–915. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0314>
- Cohen, J. (1998). Statistical power analysis for the behavioral sciences. 1988 2nd ed Hillsdale. In *NJ Lawrence Earlbaum Associates*.
- Corvino, M., Tessitore, A., Minganti, C., & Sibila, M. (2014). Effect of court dimensions on players' external and internal load during small-sided handball games. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13(2), 297–303.
- Cowley, E. S., Olenick, A. A., McNulty, K. L., & Ross, E. Z. (2021). "Invisible sportswomen": the sex data gap in sport and exercise science research. *Women in Sport and Physical Activity Journal*, 29(2), 146-151. <https://doi.org/10.1123/wspaj.2021-0028>
- Elliott-Sale, K. J., Minahan, C. L., de Jonge, X. A., Ackerman, K. E., Sipilä, S., Constantini, N. W., ... & Hackney, A. C. (2021). Methodological considerations for studies in sport and exercise science with women as participants: a working guide for standards of practice for research on women. *Sports Medicine*, 51(5), 843-861. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01435-8>
- Font, R., Karcher, C., Loscos-Fàbregas, E., Altarriba-Bartés, A., Peña, J., Vicens-Bordas, J., Mesas, J., & Iruiria, A. (2023). The effect of training schedule and playing positions on training loads and game demands in professional handball players. *Biology of Sport*, 40(3), 857–866. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2023.121323>
- Font, R., Karcher, C., Reche, X., Carmona, G., Tremps, V., & Iruiria, A. (2021). Monitoring external load in elite male handball players depending on playing positions. *Biology of Sport*, 38(3), 475–481. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2021.101123>
- García-Sánchez, C., Navarro, R. M., Karcher, C., & de la Rubia, A. (2023). Physical Demands during Official Competitions in Elite Handball: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4), 3353. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043353>
- Karcher, C., & Buchheit, M. (2014). On-Court demands of elite handball , with special reference to playing positions. *Sports Medicine*, 44, 797–814. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0164-z>
- Kniubaite, A., Skarbalius, A., Clemente, F. M., & Conte, D. (2019). Quantification of external and internal match loads in elite female team handball. *Biology of sport*, 36(4), 311–316. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2019.88753>
- Luteberget, L. S., & Spencer, M. (2017). High-Intensity Events in International Women's Team Handball Matches. *International journal of sports physiology and performance*, 12(1), 56–61. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0641s>
- Manchado, C., Pueo, B., Chiroso-Rios, L. J., & Tortosa-Martínez, J. (2021). Time–motion analysis by playing positions of male handball players during the european championship 2020. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6), 1–15. <https://doi.org/10.3390/ijerph18062787>
- Manchado, C., Tortosa-Martínez, J., Vila, H., Ferragut, C., & Platen, P. (2013). Performance factors in women's team handball: Physical and Physiological aspect - A review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(6), 1708–1719.
- Manchado, Carmen, Tortosa Martínez, J., Pueo, B., Cortell Tormo, J. M., Vila, H., Ferragut, C., Sánchez Sánchez, F., Busquier, S., Amat, S., & Chiroso Ríos, L. J. (2020). High-Performance Handball Player's Time-Motion Analysis by Playing Positions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 6768. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186768>
- McBurnie, A. J., Harper, D. J., Jones, P. A., & Dos'Santos, T. (2022). Deceleration Training in Team Sports: Another Potential 'Vaccine' for Sports-Related Injury? *Sports Medicine*, 52(1), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01583-x>
- McKay, A. K. A., Stellingwerff, T., Smith, E. S., Martin, D. T., Mujika, I., Goosey-Tolfrey, V. L., Sheppard, J., & Burke, L. M. (2022). Defining Training and Performance Caliber: A Participant Classification Framework. *International journal of sports physiology and performance*, 17(2), 317–331. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0451>
- Michalsik, L. B., & Aagaard, P. (2015). Physical demands in elite team handball: Comparisons between male and female players. *J Sports Med Phys Fitness*, 55(9), 878-891.
- Michalsik, L., Aagaard, P., & Madsen, K. (2015). Technical activity profile and influence of body anthropometry on playing performance in female elite team handball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(4), 1126–1138. <https://doi.org/doi:10.1519/JSC.0000000000000735>
- Michalsik, L. B., Madsen, K., & Aagaard, P. (2015). Technical Match Characteristics And Influence Of Body Anthropometry On Playing Performance In Male Elite Team Handball. *Journal OfStrength and Conditioning Research*, 29(2), 416–428. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000595>
- Müller, C., Willberg, C., Reichert, L., & Zentgraf, K. (2022). External Load Analysis in Beach Handball Using a Local Positioning System and Inertial Measurement Units. *Sensors*, 22(8), 3011. <https://doi.org/10.3390/s22083011>
- Ortega-Becerra, M., Belloso-Vergara, A., & Pareja-Blanco, F. (2020). Physical and Physiological Demands During Handball Matches in Male Adolescent Players. *Journal of Human Kinetics*, 72(1), 253–263. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0111>
- Povoas, S. C. A., Seabra, A. F. T., AscensaO, A. N. A. M. R., MagalhaEs, J., Soares, J. M. C., & And Rebelo, A. N. N. C. (2012). Physical and physiological demands of elite team handball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(12), 3365–3375. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318248aeee>
- Román Seco, J. D. (2008). Tactical collective of group in attack: The models Spanish handball. *E-Balonmano.Com - Revista de Ciencias Del Deporte*, 4(2), 29–51.
- Saal, C., Baumgart, C., Wegener, F., Ackermann, N., Sölter, F., & Hoppe, M. W. (2023). Physical match demands of four LIQUI-MOLY Handball-Bundesliga teams from 2019–2022: effects of season, team, match outcome, playing position, and halftime. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5(May), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1183881>
- Wagner, H., Finkenzeller, T., Würth, S., & Von Duvillard, S. P. (2014). Individual and team performance in team-handball: A review. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13(4), 808–816.
- Wik, E. H., Luteberget, L. S., & Spencer, M. (2017). Activity Profiles in International Women's Team Handball Using PlayerLoad. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(7), 934–942. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0732>