

Godoy-Hernández, E.; Gómez-Carmona, C.D.; Gamonales, J.M.; Ibáñez, S.J. (2023) Influence of game period and game action in the physical requirements of basketball referees. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. XX (XX) pp. XXX-XXX
Http://cdeporte.rediris.es/revista/XXXX

DOI:

ORIGINAL

INFLUENCIA DEL PERIODO Y ACCIÓN DE JUEGO EN LAS EXIGENCIAS FÍSICAS DE ÁRBITROS DE BALONCESTO

INFLUENCE OF GAME PERIOD AND GAME ACTION IN THE PHYSICAL REQUIREMENTS OF BASKETBALL REFEREES

Godoy-Hernández, E.¹; Gómez-Carmona, C.D.²; Gamonales, J.M.³ y Ibáñez, S.J.⁴

¹ Graduado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Miembro del Grupo de Optimización del Entrenamiento y el Rendimiento Deportivo (GOERD). Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Extremadura (España) egodoyhe@alumnos.unex.es

² Personal Investigador con contrato Pre-Doctoral (FPU/MCIU) en Grupo de Optimización del Entrenamiento y el Rendimiento Deportivo (GOERD). Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Extremadura (España) cdgomezcarmona@unex.es

³ Doctor y Profesor en la Facultad de Educación de la Universidad de Extremadura. Miembro del Grupo de Optimización del Entrenamiento y el Rendimiento Deportivo (GOERD) (España) martingamonales@unex.es

⁴ Catedrático y Profesor en la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Extremadura. Director del Grupo de Optimización del Entrenamiento y el Rendimiento Deportivo (GOERD) (España) sibanez@unex.es

FINANCIACIÓN

Este trabajo ha sido desarrollado dentro del Grupo de Optimización del Entrenamiento y el Rendimiento Deportivo (GOERD) de la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Extremadura. El autor Carlos D. Gómez Carmona es beneficiario de una beca del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (FPU17/00407). El estudio ha sido parcialmente subvencionado por la Consejería de Economía e Infraestructuras de la Junta de Extremadura (España) a través de los Fondos de Desarrollo Regional (FEDER) de la Unión Europea (GR21149); y por el Ministerio de Ciencia e Innovación a través del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2019, dentro del Programa Estatal de Generación de Conocimiento y Fortalecimiento Científico y Tecnológico del Sistema de I+D+I y del Programa Estatal de I+D+I Orientada a los Retos de la Sociedad (PID2019-106614GB-I00).

Código UNESCO / UNESCO code: 5899 Otras especialidades pedagógicas (Educación Física y Deporte).

Clasificación Consejo de Europa / Council of Europe Classification: 17. OTRAS (Análisis de las exigencias deportivas) / OTHER (Sport demands analysis)

Recibido 1 de abril de 2021 **Received** April 1, 2021

Aceptado 4 de febrero de 2022 **Accepted** February 4, 2022

RESUMEN

Los objetivos del estudio fueron identificar las demandas de carga interna y externa en árbitros profesionales, y estudiar la influencia de las variables situacionales *Periodo* y *Acción de juego*. Tres árbitros profesionales de máxima categoría fueron monitorizados durante un partido de élite nacional. Dispositivos inerciales WIMUPRO™ fueron empleados para monitorizar las exigencias mediante microtecnología, radiofrecuencia de ultra-banda ancha y frecuencia cardiaca (FC). Los árbitros trabajaron al 82%FC_{MAX} y se desplazaron un 75% del tiempo andando-trotando (0-12km/h). La *Acción de juego* influyó en la carga externa (Distancia total y por velocidades, impactos, PlayerLoad, velocidad media y máxima) mientras que el *Periodo de juego* afectó a la carga interna (FC_{MAX}, FC_{MEDIA}, %FC_{MAX} y por intensidades). La cuantificación de las demandas en competición y evaluar el efecto de las variables situacionales es fundamental para generar perfiles de rendimiento y diseñar programas individuales que mejoren el entrenamiento en árbitros de baloncesto.

PALABRAS CLAVE: Demandas físicas, dispositivos inerciales, competición, árbitros, baloncesto.

ABSTRACT

This study aimed to identify internal and external workload demands in professional referees, and to analyse the influence of the situational variables *Game Period* and *Game Action*. Three professional referees of the highest category were monitored during a national elite game. WIMU PRO™ inertial devices were used for workload monitoring via microtechnology, ultra-wide band and heart rate (HR) telemetry. The referees worked at around 82%HR_{MAX} and spent 75% of the time at walking-jogging speed (0-12km/h). *Game Action* influenced the external workload (total distance and per intensities, impacts, player load, maximum and mean speed) while *Game Period* influenced the internal load (HR_{MEAN}, HR_{MAX}, %HR_{MAX} and per intensities). Workload quantification in competition and the evaluation of the effect of situational variables are essential for setting up performance profiles and designing individual programmes that improve the training of basketball referees.

KEYWORDS: Physical demands, inertial devices, competition, referees, basketball.

1. INTRODUCCIÓN

El baloncesto es un deporte de cooperación-oposición que se disputa entre dos equipos de 5 jugadores cada uno, con el objetivo de introducir el balón dentro de la canasta del adversario, e impedir que este enceste en la propia, siendo uno de los más practicados a nivel mundial. El baloncesto ha evolucionado

reglamentariamente desde sus orígenes para mejorar positivamente su desarrollo (Ibáñez, García-Rubio, Gómez & González-Espinosa, 2018). Uno de los agentes que participan en el juego del baloncesto son los árbitros. Su intervención es fundamental para el desarrollo de un partido, pues son los encargados de velar por el cumplimiento de las disposiciones reglamentarias. La figura del árbitro es fundamental en todos los niveles competitivos (García-Santos & Ibáñez, 2016), su intervención es progresiva durante todas las etapas formativas y nivel competitivo (Vizcaíno, Saénz-López & Rebollo, 2016), pues conforme se incrementa el nivel competitivo se requiere una aplicación más estricta del reglamento y una condición física superior (García-Santos, Gómez-Ruano, Vaquera & Ibáñez, 2020a). Mitjana (2009) identifica que el árbitro de baloncesto debe tener: (a) la habilidad para coordinar un conjunto de conocimientos sobre el juego, el reglamento y aquellos que aporta la experiencia; (b) acciones sobre ubicación y comunicación no verbal; (c) habilidades como la agudeza visual y la condición física; y (d) recursos psicológicos o comunicativos necesarios para controlar un partido. El colectivo arbitral, al igual que sucede con el resto de protagonistas del juego, necesita una formación completa (González, 2005) y una gestión del estrés durante la competición (García-Santos, Vaquera, Calleja-González, González-Espinosa & Ibáñez, 2017b).

La técnica de arbitraje cambia en función del número de árbitros que intervienen durante un partido. En la actualidad se pueden encontrar competiciones con diferente número de árbitros. Cabe señalar, que, en categorías de formación, el arbitraje se lleva a cabo con la presencia de dos árbitros, cuyos movimientos distan mucho de los que se realizan en arbitraje FIBA, donde existe el arbitraje de tres árbitros. En este caso el reparto de responsabilidades viene determinado por dónde se encuentre el lado fuerte o débil del juego (García-Santos et al., 2020a). Los árbitros de cabeza y cola se encargarán de controlar el lado fuerte del juego, mientras que el árbitro de centro será el encargado de controlar el lado débil. Leicht, Connor, Conduit, Vaquera & Gómez (2020) destacan en su investigación que el arbitraje a tres jueces reduce los movimientos de los árbitros, la intensidad del ejercicio y la fatiga física y psicológica, lo que permitirá que exista una mejor disposición para la toma de decisiones.

En el contexto deportivo, las investigaciones y estudios se centran principalmente en los jugadores y los entrenadores, siendo escasos los trabajos que focalizan la atención en los árbitros (García-Santos & Ibáñez, 2016). Por ello, es necesario trabajar sobre este colectivo para llevar a cabo una caracterización del contexto arbitral (Guillén & Jiménez, 2000). García-Santos et al. (2020a) señalan que los árbitros de baloncesto tienen que trabajar para mejorar en tres aspectos principales: toma de decisiones, condición física/psicológica y situaciones de estrés. Específicamente, el árbitro de baloncesto se enfrenta a un entorno de constante cambio en el que debido a la limitación temporal en la que estos se encuentran para poder desempeñar su función, la destreza que tengan para percibir acontecimientos del juego de forma rápida y precisa resulta esencial para un arbitraje hábil (Mitjana, 2009). Por tanto, la capacidad del árbitro para responder a las exigencias físicas y

fisiológicas es la clave del éxito del arbitraje en muchos deportes, y específicamente en el baloncesto (García-Santos et al., 2020a).

Una de las variables fisiológicas más empleadas para cuantificar la carga interna de los árbitros en deportes de invasión ha sido la frecuencia cardíaca, por ser una variable de fácil registro con diferentes dispositivos portátiles. Existen diversos ejemplos para el baloncesto (García-Santos, Pino-Ortega, García-Rubio, Vaquera & Ibáñez, 2019a; García-Santos, Pino-Ortega, García-Rubio, Vaquera & Ibáñez, 2020b; Vaquera, Mielgo-Ayuso, Calleja-González & Leicht, 2016a; Montgomery & Maloney, 2018), fútbol (Gómez-Carmona & Pino-Ortega, 2016), fútbol sala (Ahmed, Davison & Dixon, 2017), o balonmano (García-Santos, Gamonales, León, Mancha-Triguero & Muñoz, 2017a).

Otros estudios han utilizado otros parámetros derivados de las demandas externas de trabajo cinemática y neuromuscular, como pueden ser la distancia recorrida, la velocidad, las aceleraciones o el PlayerLoad en diferentes deportes de invasión como el fútbol (Ahmed et al., 2017; Gómez-Carmona & Pino-Ortega, 2016), baloncesto (García-Santos et al., 2019b; García-Santos et al., 2019a; Leicht et al., 2019; Rojas-Valverde, Gómez-Carmona, Oliva-Lozano, Ibáñez & Pino-Ortega, 2020), y balonmano (García-Santos et al., 2017a). Todos estos parámetros permitirán aportar información adicional sobre múltiples variables, como el nivel de condición física, el tipo de competición, el número de árbitros que hay en el partido, el género de los competidores o las características del partido (Nabli et al., 2019).

Como se muestra anteriormente, las investigaciones realizadas en el ámbito de la carga interna y externa en árbitros de baloncesto se han centrado principalmente en la caracterización de las demandas de forma global (García-Santos et al., 2020a) y analizando la interacción entre las variables de carga interna y externa (García-Santos et al., 2020b), pero no teniendo en cuenta el efecto de las variables situacionales que han demostrado tener un efecto directo en la carga externa como la situación de juego (Gonzalez-Espinosa, García-Rubio, Feu & Ibáñez, 2020). Esta actuación también se verá alterada por factores intrínsecos a la dinámica del juego como son el período de juego (Rojas-Valverde et al., 2020), así como las diferentes acciones específicas del juego como la transición, ataque posicional o situaciones en las que el balón se encuentra muerto y el juego detenido. Hasta donde se conoce, no existen investigaciones que analicen la carga interna y externa que soporta un árbitro durante la competición atendiendo a la acción de juego. Por tanto, los objetivos del presente estudio son: (a) describir y caracterizar la carga interna y externa del árbitro de baloncesto durante la competición, y (b) identificar la influencia de las variables contextuales período de juego y acción de juego.

2. MÉTODO

2.1. Diseño y participantes

El presente estudio sigue un diseño transversal con grupos naturales con el objetivo de conocer las demandas de carga interna y externa de árbitros profesionales durante un partido de pre-temporada de la máxima competición oficial española de baloncesto, la Liga Endesa de la Asociación de Clubes de Baloncesto (ACB) (Ato, López y Benavente, 2013). Para ello, fueron evaluados tres árbitros de máxima categoría nacional (grupo 1), con una edad media de 34 años, una experiencia de 9 ± 8 temporadas en Liga Endesa y 18 ± 11 años en el arbitraje. Los equipos arbitrales están compuestos por un árbitro senior, un árbitro experimentado y un árbitro novel lo que representa la alta desviación estándar identificada. Los árbitros y los clubes fueron informados al inicio de la investigación de todo el procedimiento experimental, firmando un consentimiento informado. El presente estudio fue realizado siguiendo las disposiciones éticas de la Declaración de Helsinki, así como fue aprobado por el comité de Bioética de la Universidad (nº registro 67/2017).

2.2. Muestra

Fueron seleccionadas un total de 332 acciones a lo largo de los cuatro periodos de juego de un partido completo, cotejadas con varios especialistas para su catalogación. La distribución de las acciones por periodo de juego se produjo de la siguiente forma: 75 acciones tuvieron lugar en el primer periodo, 88 acciones en el segundo periodo, 84 acciones en el tercer periodo y 85 acciones en el cuarto periodo. Asimismo, se produjeron un total de 137 acciones de ataque Posicional, 141 acciones de Transición, 20 acciones de Balón Muerto sin Cambio de posesión, 18 acciones de Balón Muerto con Cambio de posesión y 16 acciones de Tiro Libre.

2.3. Variables de estudio

Las variables independientes del estudio son las variables situacionales *Período de juego* y *Acción de juego*. Por otra parte, las variables dependientes del estudio se agrupan en variables de carga interna y variables de carga externa.

Variables independientes

- *Período de juego*. Un partido de baloncesto cuenta con cuatro períodos de 10 minutos cada uno denominados como: Cuarto 1, Cuarto 2, Cuarto 3 y Cuarto 4.
- *Acción de juego*. Se han considerado las siguientes situaciones, establecidas y consensuadas por un comité de expertos compuesto por 4 árbitros de máximo nivel (grupo 1): *Posicional (P)*, cuando la defensa rival se encontraba correctamente posicionada para evitar la aproximación cómoda y rápida tanto del balón como de los jugadores hacia la canasta; *Transición (T)*, cuando no existía organización ni del ataque ni de la defensa en el avance hacia la canasta contraria; *Balón Muerto con Cambio de posesión (BMC)*, cuando el balón pasaba

de estar vivo a estar muerto con cambio de posesión; *Balón Muerto Sin cambio de posesión (BMS)*, cuando el balón pasaba de estar vivo a estar muerto aunque se mantenía en posesión del mismo equipo; *Balón Muerto con Tiro libre (BMTL)*, cuando el balón pasaba de estar vivo a estar muerto por una falta de equipo sancionada con tiros libres.

Variables dependientes de carga interna

- *Frecuencia Cardíaca Máxima (FC_{MAX})*: Número de latidos máximos por minuto obtenidos en la competición.
- *Frecuencia Cardíaca Media (FC_{MEDIA})*: Número de latidos medios por minuto obtenidos en la competición.
- *Porcentaje de la Frecuencia Cardíaca Máxima (%FC_{MAX})*: Relación entre la frecuencia cardíaca media obtenida y la frecuencia cardíaca máxima obtenida en competición, expresada en porcentaje.
- *Zonas de Frecuencia Cardíaca*. Siguiendo la propuesta de Vaquera, Mielgo-Ayuso, Calleja-González & Leicht (2017) se establecieron seis categorías: (a) Z1 (50-60% FC_{MAX}); (b) Z2 (60-70% FC_{MAX}); (c) Z3 (70-80% FC_{MAX}); (d) Z4 (80-90% FC_{MAX}); (e) Z5 (90-95% FC_{MAX}); (f) Z6 (>95% FC_{MAX}). Se estableció la FC_{MAX} de cada árbitro en función a la fórmula propuesta por Whaley, Kaminsky, Dwyer, Getchell & Norton (1992) para el sexo masculino:

$$FC_{Máx} (ppm) = 203,9 - [0,812 * Edad] + [0,276 * FC_{Basal}] - [0,084 * Índice de Masa Corporal (IMC)]$$

Variables dependientes de carga externa

- *Aceleraciones (Acc)*: Conteo del total de cambios de velocidad positivos desarrollados durante el juego.
- *Desaceleraciones (Dec)*: Conteo del total de cambios de velocidad negativos desarrollados durante el juego.
- *Distancia Recorrida (Distancia)*: Suma de los desplazamientos realizados por los árbitros, expresado en metros.
- *Velocidad máxima (V_{MAX})*: Velocidad máxima alcanzada durante el juego.
- *Velocidad Media (V_{MEDIA})*: Promedio de la velocidad de desplazamiento durante el partido.
- *Zonas de Velocidad*: Para establecer los criterios de las zonas de velocidad, se utilizaron las categorías utilizadas por defecto en el software del fabricante: (a) V1, andando (0-6 km/h); (b) V2, trotando (6-12 km/h); (c) V3, corriendo (12-18 km/h); (d) V4, corriendo (>18 km/h).
- *Impactos*: Fue calculado a partir de las Fuerzas G experimentadas por cada árbitro a lo largo de las diferentes situaciones de juego (Puente, Abián-Vicén, Areces, López & Del Coso, 2017). El valor total es un conteo de los impactos producidos cuando la suma vectorial de las fuerzas G ejercidas en los tres planos del movimiento (x, y, z) es superior a 2 G.

- *PlayerLoad (PL)*: Es una medición derivada del acelerómetro de la carga corporal total (Body Load) en sus 3 ejes (vertical, antero-posterior y medio-lateral). Esta variable se ha utilizado para evaluar la carga neuromuscular en diferentes deportistas. Se representa en unidades arbitrarias (a.u.) y se calcula a partir de la siguiente ecuación donde PL_n es el *PL* calculado en el instante actual; n es el instante actual de tiempo; $n-1$ es el instante previo de tiempo; X_n , Y_n y Z_n son los valores de “Body Load” en cada eje de movimiento en el instante actual; y X_{n-1} , Y_{n-1} y Z_{n-1} son los valores de “Body Load” en cada eje de movimiento en el instante previo (Gómez-Carmona, Bastida-Castillo, Ibáñez & Pino-Ortega, 2020):

$$PL_n = \sqrt{\frac{(X_n - X_{n-1})^2 + (Y_n - Y_{n-1})^2 + (Z_n - Z_{n-1})^2}{100}}$$

$$Accumulated\ PL = \sum_{n=0}^m PL_n \times 0,01$$

2.4. Instrumentos

Para la recogida de las variables de carga externa, se utilizó un dispositivo inercial denominado WIMU PRO™ (RealTrack Systems, Almería, España), ubicado en un arnés anatómico en la zona interescapular del árbitro. Este dispositivo se compone de diferentes sensores para la detección del movimiento como sensores microelectromecánicos (cuatro acelerómetros, tres giróscopos y un magnetómetro) con una frecuencia de muestreo ajustable desde 10 hasta 1000 Hz, sensores de localización dual mediante sistemas de navegación global por satélite a 10 Hz y ultra banda ancha (UWB) a 20 Hz para condiciones de interior, así como tecnologías de comunicación inalámbricas para vincular otros sensores como Wi-Fi, Bluetooth y Ant+. Para el registro de la carga interna, cada árbitro fue equipado con una banda de Frecuencia Cardíaca GARMIN™, la cual enviaba el registro al dispositivo inercial con una frecuencia de muestreo de 4 Hz mediante tecnología Ant+.

Para el análisis del posicionamiento en condiciones de interior, se utilizó la tecnología de localización en interior UWB. Para la instalación del sistema, se requiere situar dentro del recinto deportivo antenas que simulan la constelación de satélites del exterior y que forman un campo de referencia mediante radio frecuencias para determinar la posición de cada árbitro o jugador. Su uso es relativamente reciente para la monitorización arbitral (García-Santos et al., 2019a; Rojas-Valverde et al. 2020), obteniendo valores satisfactorios de validez y fiabilidad tanto en baloncesto (Pino-Ortega, Bastida-Castillo, Gómez-Carmona & Rico-González, 2020) como en balonmano (Bastida-Castillo, Gómez-Carmona, Hernández-Belmonte & Pino-Ortega, 2018). En la presente investigación, se utilizaron 8 antenas que fueron colocadas fuera de la pista a 2.5 metros en las esquinas del campo y a 4 metros detrás de las canastas, así como en la línea media del terreno de juego. Estas antenas se colocaron en el exterior del campo formando un octógono para una mejor señal de emisión y recepción (Figura 1).

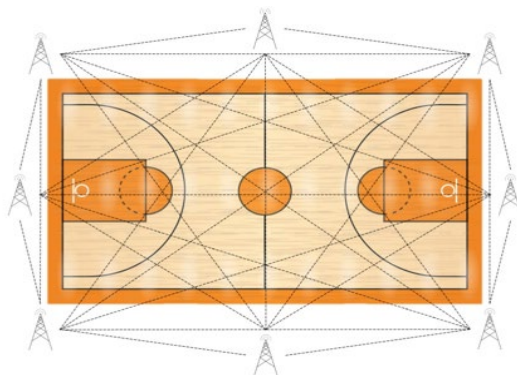


Figura 1. Disposición del sistema de antenas en el terreno de juego.

2.5. Procedimiento

El registro de la información se realizó en el partido de pretemporada de dos equipos profesionales de baloncesto de la Liga Endesa (ACB), celebrado el día 26 de agosto de 2020 a las 19:15 horas en el Palacio Municipal de Deportes San Pablo de la ciudad de Sevilla. El resultado final fue de 74-90 (1Q: 22-20, 2Q: 18-29, 3Q: 17-16, 4Q: 17-25). Además, 75 minutos antes del comienzo del partido se instaló el sistema de localización en interior mediante UWB, colocando las antenas alrededor de la pista. Posteriormente, antes del inicio del calentamiento, se procedió a la colocación de las bandas de frecuencia cardíaca GARMIN™ y los dispositivos WIMU PRO™ en cada árbitro. Durante el transcurso del partido, se realizaron las marcas temporales de períodos de juego y acciones de juego mediante el software SVIVO™ para realizar marcas correspondientes a las diferentes variables situacionales determinadas previamente. De esta forma, se realizaron marcas para diferenciar entre periodos de juego y entre acciones de juego.

Al finalizar el encuentro, los dispositivos inerciales fueron recogidos en cada uno de los árbitros y descargado la información de los mismos. Tras la descarga, los archivos de los dispositivos inerciales junto con las marcas temporales del software SVIVO™ fueron importados en el software SPRO™ para el análisis de las variables de carga externa e interna incluidas en el estudio. Las marcas temporales realizadas (*Períodos de juego* y *Acciones de juego*) fueron revisadas y ajustadas mediante la sincronización del video del partido en el software SPRO™. Tras el ajuste de las marcas temporales, los datos fueron exportados a Microsoft Excel donde se llevó a cabo la organización de los mismos y la creación de la base de datos. Para finalizar, los datos se importaron en SPSS para proceder a su análisis estadístico.

2.6. Análisis de datos

En primer lugar, se llevó a cabo un análisis exploratorio mediante las pruebas de asunción de criterios. Se realizaron las pruebas de contraste del supuesto de Normalidad, de contraste del supuesto de Aleatorización y de contraste del supuesto de Homocedasticidad para establecer el modelo de contrastación de la hipótesis adecuado (Field, 2013). Todas las variables presentaron una distribución normal, excepto las variables velocidad media y máxima que reportaron una distribución no

normal. Para el análisis de la carga, se han suprimido las acciones de *Tiempo Muerto* y los descansos tanto entre periodos como a mitad del partido, debido a que se ha considerado que pueden contaminar los resultados de la muestra al no ser acciones específicas de juego.

Posteriormente, se realizó un análisis descriptivo de los datos mediante media y desviación estándar. El análisis de la varianza, ANOVA de un factor, fue utilizado para determinar las diferencias en las cargas de trabajo entre los diferentes periodos de juego y entre las diferentes acciones de juego. Para determinar dicha varianza se analizó F, así como el nivel de significación observado (p) y el tamaño del efecto mediante omega parcial al cuadrado (ω_p^2). Está fue interpretada como: insignificante $\omega_p^2 < 0.01$; bajo $\omega_p^2 < 0.06$; moderado $\omega_p^2 < 0.14$; alto $\omega_p^2 > 0.14$ (Kirk, 1996). Además, las diferencias post-hoc fueron analizadas mediante Bonferroni (igualdad de varianzas) en todas las variables analizadas excepto en las variables velocidad media y máxima donde se realizó Games-Howell (no igualdad de varianzas). El análisis estadístico se llevó a cabo con el software SPSS 25 (IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS Statistics para Windows, Version 25.0. (Armonk, NY, EEUU: IBM Corp.). Los gráficos fueron diseñados con el software GraphPad Prism, Versión 7.0 (La Jolla, CA, EEUU, GraphPad Software). Los criterios de significación fueron establecidos en $p < .05$.

3. RESULTADOS

3.1. Periodo de juego

En la Figura 2, se presentan los resultados descriptivos e inferenciales de las variables de carga interna en relación con el *Periodo* de juego. Se observa que los árbitros del estudio trabajan sobre el 82% FC_{MAX} ($\bar{X}=82.47$; $DE=2.42$), con una FC_{MAX} alrededor de 160 latidos por minuto (lpm) ($\bar{X}=160.67$; $DE=7.95$) y una FC_{MEDIA} de 136 lpm ($\bar{X}=136.39$; $DE=7.37$). Además, los sujetos del estudio permanecen aproximadamente un 82% del partido entre el 70-90% FC_{MAX} .

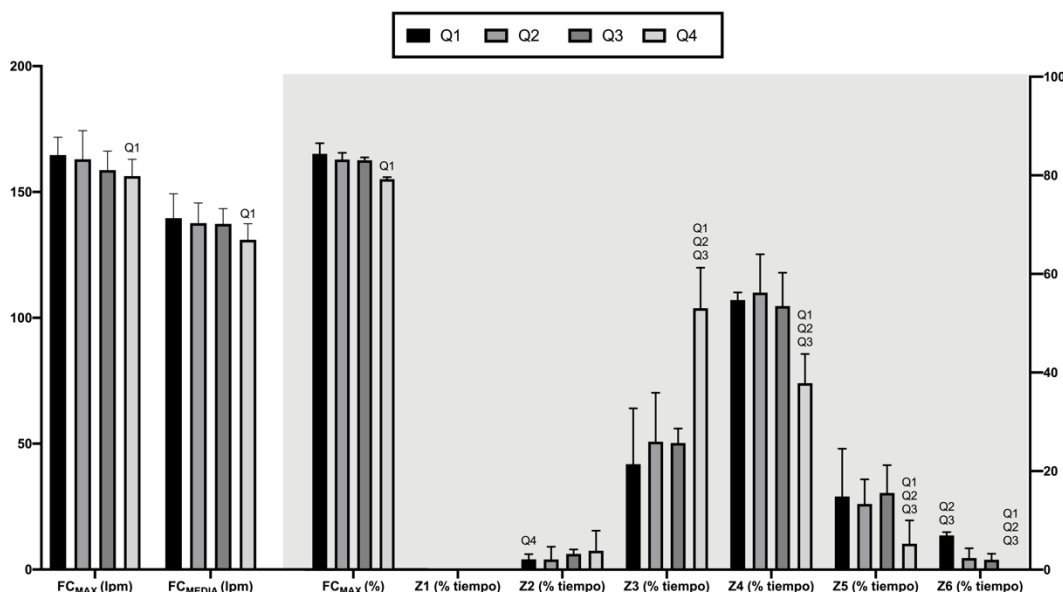


Figura 2. Representación gráfica de las variables de carga interna en función del período de juego. Diferencias significativas ($p < .05$) con ^{Q1}primer, ^{Q2}segundo, ^{Q3}tercer, y ^{Q4}cuarto periodo. Variables en sombreado blanco se sitúan en eje y izquierdo, sombreado gris en eje y derecho.

Respecto a la influencia del período de juego, se identificaron diferencias significativas en todas las variables ($p < .05$; FC_{MEDIA}, $F=24.34$, $\omega_p^2=0.17$ alto; FC_{MAX}, $F=21.07$, $\omega_p^2=0.15$ alto; %FC_{MAX}, $F=22.23$, $\omega_p^2=0.16$ alto; Z2, $F=5.93$, $\omega_p^2=0.04$ bajo; Z3, $F=33.44$, $\omega_p^2=0.22$ alto; Z4, $F=9.58$, $\omega_p^2=0.07$ moderado; Z5, $F=6.60$, $\omega_p^2=0.05$ bajo; Z6, $F=8.80$, $\omega_p^2=0.06$ moderado), salvo en la zonas de frecuencia cardíaca Z1 ($p=1.00$; $F=0.00$; $\omega_p^2 < 0.01$ insignificante). Específicamente, estas diferencias se encuentran en todas las variables analizadas entre el primer y último cuarto ($p < .05$; Q1 vs Q4; FC_{MAX}: 165 vs 156 lpm; FC_{MEDIA}: 140 vs 130 lpm; %FC_{MAX}: 85 vs 79%; Z2: 2 vs 4%; Z3: 21 vs 53%; Z4: 55 vs 37%; Z5: 15 vs 5%), excepto en la zona de frecuencia cardíaca Z6 en la que se encontraron diferencias significativas entre todos los periodos (Q1=6.9; Q2=2.4; Q3=2.03; Q4=0).

En la Figura 3, se muestran los resultados de carga externa cinemática en función del periodo de juego, donde se aprecia que los árbitros del estudio recorrieron de media una distancia de 4032.6 ± 52.1 metros, realizando un total de aproximadamente 2300 aceleraciones (2304.7 ± 209.1), y 2300 desaceleraciones (2307.3 ± 208.9), alcanzando una V_{MAX} de 27.1 km/h, con una V_{MEDIA} de 5.2 ± 0.2 km/h. Todo ello, conllevó 5377.3 ± 148.6 impactos y una carga total mediante PlayerLoad de 36.3 ± 0.8 a.u.

Respecto al efecto del período de juego en las variables de carga externa solo se identificaron diferencias significativas en las variables V_{MAX} ($p=0.01$; $F=3.63$; $\omega_p^2=0.02$ bajo), y en la V4 ($p=0.01$; $F=3.03$; $\omega_p^2=0.02$ bajo). En el análisis por pares mediante Games-Howell, identificó diferencias entre el primer, segundo y tercer periodo respecto al cuarto periodo (Q1=Q2=Q3>Q4; 22.1, 24.5 y 22.8 vs 20.0 km/h,

respectivamente) en V_{MAX} y mediante Bonferroni en V4 entre el tercer y el cuarto periodo ($Q3 > Q4$; 61.8 vs 17.9 metros).

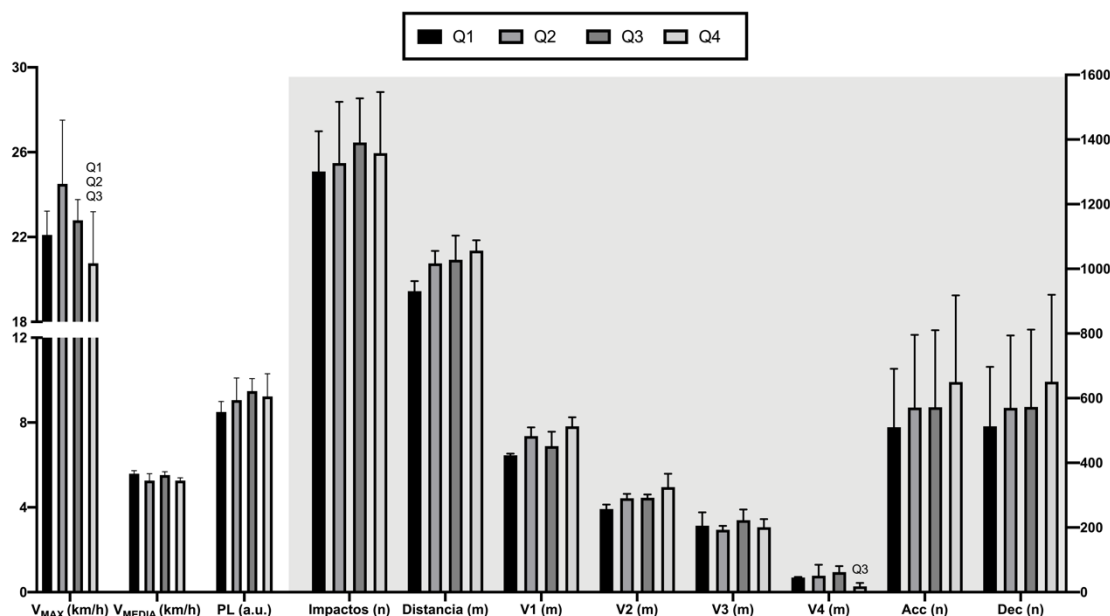


Figura 3. Representación gráfica de las variables de carga externa en función del período de juego. Diferencias significativas ($p < .05$) con Q_1 primer, Q_2 segundo, Q_3 tercer, y Q_4 cuarto periodo. Variables en sombreado blanco se sitúan en eje y izquierdo; sombreado gris en eje y derecho.

3.2. Acción de juego

En la Figura 4, se muestran los resultados descriptivos e inferenciales de carga interna en función a la acción de juego (rango de valor medio; FC_{MAX} = 164.7 a 157.0 lpm; FC_{MEDIA} = 136.7 a 131.8 lpm; $\%FC_{MAX}$ = 82.7 a 79.5%; Z_1 = 0%; Z_2 = 6.03 a 2.00%; Z_3 = 44.5 a 27.7%; Z_4 = 59.0 a 42.72%; Z_5 = 13.4 a 5.7%; Z_6 = 5.3 a 0.9%). No se encontraron diferencias significativas en las variables de carga interna analizadas ($p > .10$; $F < 1.93$; $w_p^2 < 0.01$ insignificante), excepto en el $\%FC_{MAX}$ ($p = .02$; $F = 4.48$; $w_p^2 < 0.03$ bajo) con mayores valores en acciones de transición respecto a acciones de tiro libre (82.7 vs 79.5%).

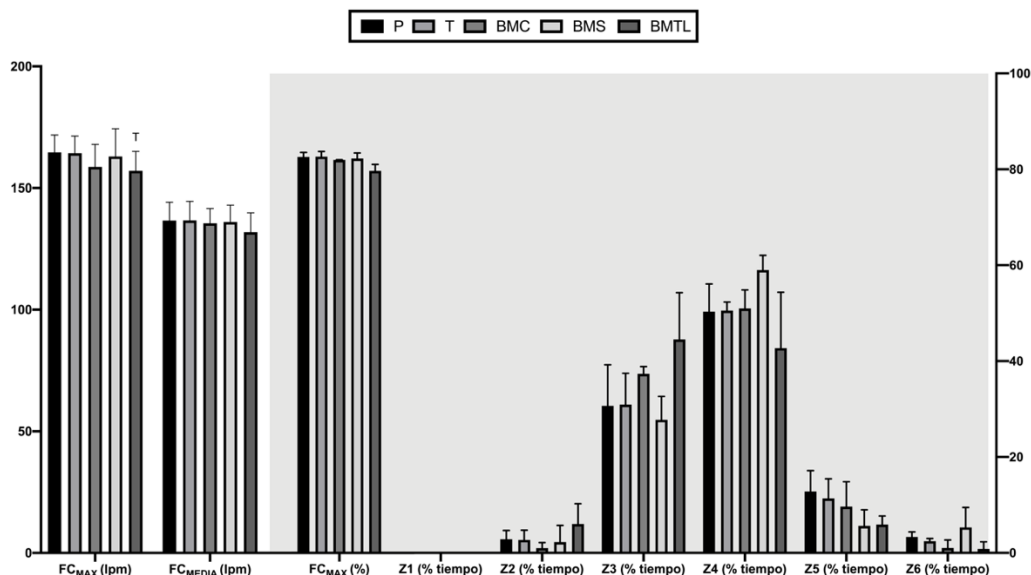


Figura 4. Representación gráfica de las variables de carga interna en función de la acción de juego. Diferencias significativas ($p < .05$) con ^PPosicional, ^TTransición, ^{BMC}Balón Muerto con Cambio de posesión, ^{BMS}Balón Muerto Sin cambio de posesión, y ^{BMTL}Balón Muerto en Tiro Libre. Variables en sombreado blanco se sitúan en eje y izquierdo; sombreado gris en eje y derecho.

Finalmente, en la Figura 5 se presentan los resultados descriptivos e inferenciales de carga externa cinemática en función de la acción de juego. Se encuentran diferencias estadísticamente significativas en todas las variables analizadas ($p < .01$; $F > 23.01$; $\omega_p^2 > 0.17$ alto). De manera específica, se encuentran diferencias significativas en Distancia, V_{MAX} , V_{MEDIA} en las zonas de velocidad V2 y V3, así como en impactos y PlayerLoad con mayores valores en las acciones de transición ($T > P > BMS = BMC = BMTL$; Distancia: 2204, 949, 267, 246 y 364 metros; V_{MAX} : 22.9, 16.2, 10.8, 16.3 y 13.5 km/h; V_{MEDIA} : 8.4, 3.2, 3.5, 3.1 y 2.9 km/h; V2: 837, 187, 55, 50 y 36 metros; V3: 786, 22, 1, 6 y 6 metros; Impactos: 3286, 1410, 216, 217 y 247 impactos; PlayerLoad: 23.3, 7.4, 1.6, 1.7 y 2.3 a.u.). En cambio, se encuentran diferencias significativas en las variables Aceleraciones, Desaceleraciones y zona de velocidad V1 con mayores valores en las acciones con juego posicional ($P > T > BMS = BMC = BMTL$; Aceleraciones: 832, 532, 246, 269 y 325 aceleraciones; Desaceleraciones: 878, 480, 248, 273, 327 desaceleraciones; V1: 741, 408, 212, 188 y 222 metros). Además, se encontraron diferencias significativas en la zona de velocidad V4 con mayores valores en transición ($T > P = BMS = BMC = BMTL$; 173 vs 0 metros). No se encontraron diferencias entre las acciones de balón muerto sin cambio de posesión, balón muerto con cambio de posesión y balón muerto en acciones de tiro libre.

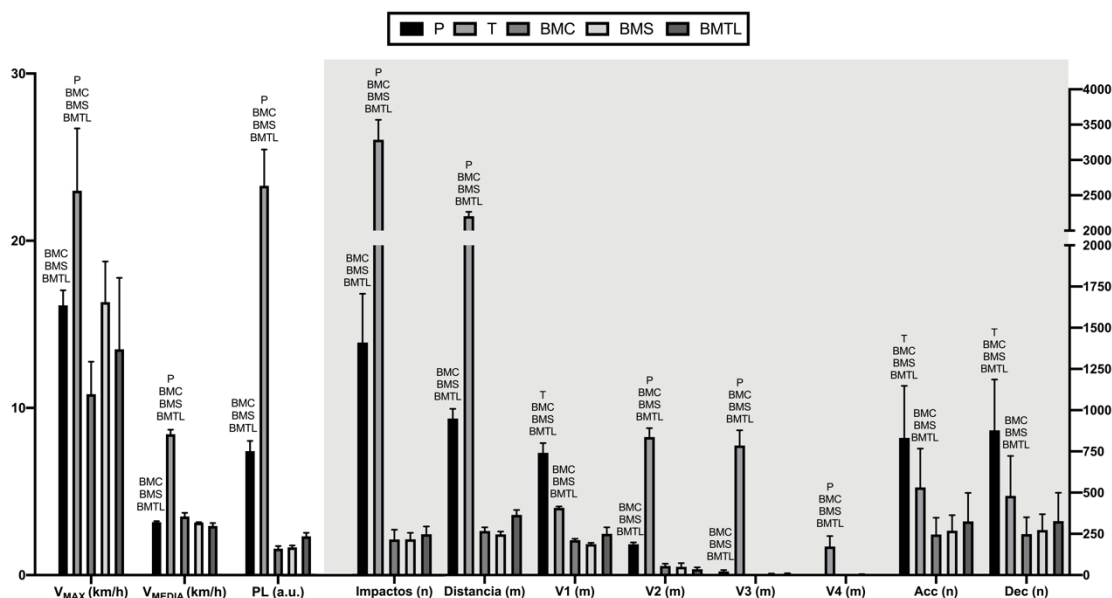


Figura 5. Representación gráfica de las variables de carga externa en función de la acción de juego. Diferencias significativas ($p < .05$) con ^PPosicional, ^TTransición, ^{BMC}Balón Muerto con Cambio de posesión, ^{BMS}Balón Muerto Sin cambio de posesión, y ^{BMTL}Balón Muerto en Tiro Libre. Variables en sombreado blanco se sitúan en eje y izquierdo; sombreado gris en eje y derecho.

4. DISCUSIÓN

El objetivo general de este trabajo fue estudiar la carga que soportan los árbitros de baloncesto en situación real de competición, encontrándose que existen diferencias significativas en la carga interna en función del periodo de juego y en la carga externa en función de la acción de juego. El análisis de la carga de trabajo en árbitros y jugadores de baloncesto es muy importante a la hora de conocer los diferentes factores que intervienen en esta, así como con el objetivo de establecer diferentes pautas para la planificación del entrenamiento (García-Santos et al., 2020a; Rojas-Valverde et al., 2020).

La FC ha sido tradicionalmente el principal indicador utilizado para valorar el rendimiento físico de los deportistas y árbitros en el contexto deportivo (Reina, García-Rubio, Antúnez & Ibáñez, 2020; Vaquera et al., 2016a; Vaquera, Mielgo-Ayuso, Calleja-González & Leicht, 2016b; García-Santos et al., 2020a). En el presente trabajo, el porcentaje de la FC_{MAX} fue superior al 82%. Investigaciones previas han mostrado niveles de intensidad semejantes en árbitros profesionales (Vaquera et al., 2016a; Matković, Rupčić & Knjaz, 2014). En cambio, árbitros de categorías inferiores muestran valores más reducidos (60-70% FC_{MAX}) (García-Santos, Pino-Ortega et al., 2019a). Las demandas experimentadas por los árbitros son semejantes a las obtenidas por jugadores profesionales durante la competición (Leich et al., 2019). Por tanto, se presenta necesaria la especialización de la preparación física del árbitro en función del nivel competitivo, así como alcanzar un estado óptimo de condición física que sea igual o superior al nivel de los jugadores, lo que conllevará a un mejor posicionamiento y menor fatiga para una óptima toma de decisiones.

Respecto a la evolución de la frecuencia cardíaca durante el partido, se encontraron menores valores en el último período. En la literatura científica, se han encontrado tanto exigencias crecientes a lo largo del partido con mayor carga en el último cuarto (Vaquera et al., 2017), como valores inferiores en el último cuarto respecto al resto de periodos (García-Santos et al., 2019a). Por tanto, esta disparidad de resultados podría indicarnos que la dinámica de carga interna del árbitro de baloncesto en competición podría explicarse por dos factores: (1) dinámica de juego, donde la diferencia de puntos en el marcador entre cuartos en partidos cerrados y equilibrados presentó un efecto en las exigencias, no existiendo diferencias significativas en partidos desequilibrados (Rojas-Valverde et al., 2020), así como mayor variabilidad en los primeros períodos debido a que los equipos buscan imponer su ritmo desde el principio y menor variabilidad en los últimos períodos debido al alto número de interrupciones que se experimentan (García-Rubio, Gómez, Cañadas & Ibáñez, 2015); y (2) el aumento de la fatiga tanto de los árbitros como de los jugadores, debido a que la carga externa e interna que soportan los árbitros y jugadores durante el juego está interrelacionada (García-Santos et al., 2020b; Vaquera et al. 2016b). Otros factores que podrían afectar a la carga interna son la categoría de la competición, el género de los jugadores o la mecánica de arbitraje (García-Santos et al., 2019a; García-Santos et al. 2017b; Vaquera et al., 2016a). Por tanto, es necesario el diseño de un entrenamiento global del árbitro considerando los factores internos y externos que pueden influenciar su respuesta fisiológica durante la competición.

Asimismo, la carga externa soportada por un árbitro de baloncesto es un parámetros que debe conocerse con precisión en función del nivel competitivo para adecuar su preparación a diversos escenarios competitivos (García-Santos et al., 2020a). Los árbitros analizados recorrieron un total de 4032 metros de media, siendo estas exigencias similares a las previamente registradas en árbitros de baloncesto profesionales (García-Santos et al., 2019b; Nabli et al., 2016, 2019; Leicht et al., 2019). Sin embargo, la distancia recorrida es un indicador insuficiente a la hora de medir la exigencia física del árbitro de baloncesto, porque la mayor cantidad de sus desplazamientos son andando o trotando (Nabli et al., 2016), representando estas demandas más de un 75% del partido (entre 0-12 km/h). El entrenamiento específico de un árbitro debe llevar implícito al menos un trabajo continuado de la distancia que puede recorrer en un partido, realizada con diversas intensidades.

Por esto, es necesario identificar otros indicadores como las exigencias máximas registradas a través de la velocidad máxima alcanzada, siendo esta superior a los 27 km/h en el presente estudio, superior a la registrada en arbitraje de categorías de formación (García-Santos et al., 2019a). En este sentido, un mayor nivel de los jugadores exige a los árbitros llegar lo más rápido posible al fondo de pista del campo contrario para encontrarse parados y en las condiciones ideales para aplicar correctamente la decisión técnica durante la competición, lo que implica llegar antes a la posición final que los jugadores. El trabajo de esprint a máxima intensidad y con distancias semejantes a un campo de baloncesto debe estar presente en la preparación física de un árbitro.

Respecto al número de aceleraciones y desaceleraciones, cabe señalar que se trata de un aspecto importante, sobre todo en deportes intermitentes, pues van a determinar parcialmente el rendimiento del árbitro durante el partido y la toma de decisiones del mismo (Delaney, Cummins, Thornton & Duthie, 2018). Los resultados del estudio sitúan alrededor de 2300 el número tanto de aceleraciones como de desaceleraciones en el partido, siendo inferior a lo encontrado en categorías de formación (García-Santos et al., 2019b). Este aspecto podría explicarse debido a que la dinámica del baloncesto en baloncesto profesional se caracteriza por posesiones más largas y con menores transiciones que en baloncesto formativo (Conte et al., 2018; García-Rubio, Ibáñez, Parejo, Feu & Cañadas, 2011). Por tanto, es importante tener en cuenta que el riesgo lesivo en categorías inferiores es superior a los partidos de nivel élite debido a la dinámica del juego con ataques más cortos y un mayor número de transiciones y acciones de juego. Para su preparación y evaluación, el diseño de baterías compuestas por pruebas específicas que pueden ser utilizadas como tareas de entrenamiento y test de evaluación que integren cambios de velocidad de forma interválica simulando las exigencias competitivas para el trabajo de la capacidad aeróbica y anaeróbica (Ibáñez, Sáenz-López, & Gutiérrez, 1995a, 1995b), debe ser empleado por los árbitros durante su preparación (Mancha-Triguero, García-Rubio & Ibáñez, 2019).

Otro indicador fundamental en el análisis del perfil de rendimiento de un árbitro de baloncesto va a ser la carga acelerométrica acumulada (PlayerLoad) que permite conocer las demandas físicas que pueden provocar riesgo de lesión por el tipo de desplazamientos y movimientos específico de la disciplina (García-Santos, Pino-Ortega et al., 2019a; Gómez-Carmona et al., 2020). Esta variable, junto al número de impactos va a ser uno de los indicadores más predictivos del rendimiento de los árbitros en competición, ya que explica la mayor parte de las variables de carga externa e interna analizadas (García-Santos et al., 2020b). En baloncesto, varios estudios concluyen que los árbitros presentan niveles inferiores a los jugadores en estas variables de carga externa neuromusculares (Leicht et al., 2019; Leicht et al., 2020), debido a que el movimiento de los primeros está limitado por las zonas de acción y responsabilidad durante el juego. Respecto a la dinámica de carga a lo largo del partido, las investigaciones realizadas una disminución de la misma a lo largo del partido (Leicht et al., 2020; García Santos et al., 2019b; Vaquera et al., 2017; Rojas-Valverde et al., 2020). En cambio, el presente estudio muestra mayores valores en los últimos dos periodos. Este aspecto puede estar relacionado con la dinámica del juego, teniendo en cuenta que los dos últimos periodos fue donde existió mayor diferencia en el marcador, una investigación previa identificó que los árbitros de baloncesto tienen mayores exigencias de carga externa en partidos desiguales (Rojas-Valverde et al., 2020). Por tanto, un partido desigualado en el que existen menos interrupciones en el juego afectará directamente a la carga externa soportada por el árbitro de baloncesto incrementando sus exigencias por el mayor número de transiciones y ataques. Este hecho es de vital importancia para el entrenamiento, por lo que los árbitros deben estar preparados tanto en partidos cerrados y equilibrados con ataques más largos y mayor número de interrupciones como en partidos desequilibrados con mayor número de transiciones.

Finalmente, cabe resaltar que este estudio ha sido el primer trabajo que ha analizado la demanda de los árbitros en baloncesto en relación a la acción de juego. Se trata, por tanto, de un estudio vanguardista que sigue la línea de otros que han utilizado el periodo de juego o las diferencias en el marcador como factor de análisis (Rojas-Valverde et al., 2020). Se ha puesto de manifiesto que los árbitros experimentan niveles de carga interna superiores en las situaciones de ataque posicional y de transición, es decir, aquellas en las que el juego implica necesariamente la actividad arbitral. Además, cabe señalar que más de un 75% de la distancia recorrida por los árbitros durante el partido corresponde a estas dos acciones, lo que equivale a más de 3000 metros de situaciones específicas que permiten avanzar en la caracterización del perfil de rendimiento arbitral. Por tanto, el entrenamiento específico de los árbitros de baloncesto debe implicar la realización de acciones intermitentes, con fases de alta intensidad (P y T) y periodos de baja intensidad (BMC, BMS, BMTL). Se ha puesto de manifiesto el carácter interválico de la intervención del árbitro de baloncesto, con exigencias diferenciadas en función de las acciones de juego específicas, las cuales deben ser tenidas en cuenta en su preparación.

En el mismo sentido, será en las acciones de transición en la que se alcancen niveles más elevados de V_{MEDIA} y V_{MAX} . En particular, los árbitros recorren una distancia en Transición de aproximadamente 900 metros a una velocidad mayor de 12 km/h, casi un 90% del total recorrido en todo el partido a esta velocidad. Por último, solo 700 impactos de los casi 5400 totales se produjeron en acciones que no correspondían a acciones de Transición o ataque Posicional, así como es también reseñable el hecho de que un 65% del total del PlayerLoad se encuentre englobado en acciones de Transición. Las acciones de Transición son las que mayor grado de exigencia física suponen para el árbitro, pues son situaciones en las que el equipo que ataca trata de avanzar hacia la canasta rival sin que el oponente consiga establecer un sistema defensivo claro. Por tanto, el colectivo arbitral deberá focalizar sus esfuerzos de preparación física en aquellos planteamientos que se asemejen en mayor medida a la dinámica real del juego.

5. CONCLUSIONES

El perfil de los árbitros de baloncesto en competición oficial muestra una distancia total recorrida de 4 km, siendo aproximadamente un 75% andando o trotando, con una velocidad media superior a los 5 km/h y alcanzado velocidades máximas superiores a los 25 km/h. Las exigencias de desplazamiento intermitente durante el juego producen un total de 2300 aceleraciones y desaceleraciones, que conllevan más de 5300 impactos y un PlayerLoad acumulado superior a los 36 a.u. Estas demandas de carga externa afectan las demandas de carga interna donde los árbitros trabajan alrededor del 82% de la frecuencia cardíaca máxima, alcanzando periodos con exigencias superiores a los 160 lpm.

Los indicadores de carga interna (FC_{MAX} , $\%FC_{MAX}$, FC_{MEDIA} y Zonas de $\%FC_{MAX}$) se han visto influenciados por el *Periodo de juego* del partido con mayores exigencias en el primer cuarto respecto al último cuarto del partido. En cambio, la *Acción de juego* tendrá un efecto determinante en las demandas de carga externa (Distancia, Aceleraciones, Desaceleraciones, V_{MAX} , V_{MEDIA} , V1, V2, V3, V4, Impactos y PlayerLoad), siendo mayores las demandas en acciones de transición, donde se requiere un rápido desplazamiento hacia el campo contrario para estar en la mejor disposición para la toma de decisión en el juego.

6. APLICACIONES PRÁCTICAS

La monitorización de la carga interna y externa en competición oficial o durante los entrenamientos permite conocer de forma objetiva el rendimiento físico, siendo esta información útil para establecer perfiles de rendimiento individuales y poder enfrentar así de forma más eficiente la planificación de la competición y del entrenamiento.

Este conocimiento de las demandas también será de vital importancia para el diseño de las pruebas de evaluación de la condición física arbitral ajustadas a las demandas intermitentes propias del contexto real. Esto es debido a que las exigencias de los árbitros son muy elevadas en los desplazamientos en la acción de Transición. En este sentido, también se propone una modificación de la estructura de entrenamiento en la que no sólo se utilice la carrera continua en línea recta para el trabajo aeróbico y anaeróbico, sino que se incorpore un entrenamiento interválico de alta intensidad con cambios de ritmo, cambios de dirección y acciones a máxima velocidad en los que se realice una toma de decisiones con alta exigencia física, lo que conllevará a tener una preparación más específica y obtener el máximo rendimiento en la toma de decisión en competición. Teniendo en cuenta la estructura de trabajo identificada en los árbitros de alta competición, sería conveniente diseñar un circuito de trabajo interválico en el que se incluyeran secuencias semejantes a las que soporta el árbitro durante la competición.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, H., Davison, G., & Dixon, D. (2017). Analysis of activity patterns, physiological demands and decision-making performance of elite Futsal referees during matches. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 17(5), 737-751. <https://doi.org/10.1080/24748668.2017.1399321>
- Ato, M., López, J.J. & Benavente, A. (2013). A classification system for research designs in psychology. *Anales de Psicología*, 29(3), 1038-1059. <http://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
- Bastida-Castillo, A., Gómez-Carmona, C. D., Hernández-Belmonte, A., & Pino-Ortega, J. (2018). Validity and reliability of an inertial device (WIMU PROTM) to tracking analysis in handball. *E-balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte*, 14(1), 9-16.

- Conte, D., Tessitore, A., Gjullin, A., Mackinnon, D., Lupo, C., & Favero, T. (2018). Investigating the game-related statistics and tactical profile in NCAA division I men's basketball games. *Biology of Sport*, 35(2), 137–43. <https://doi.org/10.5114%2Fbiolsport.2018.71602>
- Dehesa, R., Vaquera, A., García-Tormo, J.V., & Bayón, P. (2015). Heart rate analysis of high-level basketball players during training sessions. *Revista de Psicología del Deporte*, 24, 17-19.
- Delaney, J. A., Cummins, C.J., Thornton, H.R., & Duthie, G. M. (2018). Importance, reliability, and usefulness of acceleration measures in team sports. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(12), 3485-3493. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001849>
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using SPSS*, 4ª edición. SAGE: Londres, Reino Unido, 854 p.
- García-Rubio, J., Gómez, M.Á., Cañadas, M., & Ibáñez, S.J. (2015). Offensive Rating-Time coordination dynamics in basketball. Complex systems theory applied to Basketball. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15(2), 513-526. <https://doi.org/10.1080/24748668.2015.11868810>
- García-Rubio, J., Ibáñez, S.J., Parejo, I., Feu, S., & Cañadas, M. (2011). Diferencias entre nivel de juego y categoría de los jugadores en etapas de formación. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, (395), 1-13.
- García-Santos, D., & Ibáñez, S.J. (2016). Diseño y validación de un instrumento de observación para la valoración de un árbitro de baloncesto (IOVAB). *SPORTTK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 5(2), 15-26. <https://doi.org/10.6018/264601>
- García-Santos, D., Gamonales, J.M., León, K., Mancha, D., & Muñoz, J. (2017a). A case study: characterization of physiological, cinematic and neuromuscular demands of handball referee during competition. *E-Balonmano: Revista de Ciencias del Deporte*, 13(3), 207-216.
- García-Santos, D., García-Rubio, J., Reina, M., Pino-Ortega, J., Vaquera, A. & Ibáñez, S. J. (2019b). Perfil de acelerometría de los árbitros de baloncesto durante el Eurobasket femenino U-16. *Revista de Psicología del Deporte*, 28(1), 55-64.
- García-Santos, D., Gómez-Ruano, M.A., Vaquera, A., & Ibáñez, S.J. (2020a). Systematic Review of Basketball Referees. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 20(3), 495-533. <https://doi.org/10.1080/24748668.2020.1758437>
- García-Santos, D., Pino-Ortega, J., García-Rubio, J., Vaquera, A., & Ibáñez, S.J. (2020b). Relationship between External and Internal Load in Basketball Referees. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, *Pendiente de Publicación*, 1-18.
- García-Santos, D., Pino-Ortega, J., García-Rubio, J., Vaquera, A., & Ibáñez, S.J. (2019a). Internal and External Demands in Basketball Referees during the U-16 European Women's Championship. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(18), 3421. <https://doi.org/10.3390/ijerph16183421>

- García-Santos, D., Vaquera, A., Calleja-González, J., González-Espinosa, S., & Ibáñez, S. J. (2017b). Estrés y técnica de arbitraje en baloncesto en función del género. *Revista de Psicología del Deporte*, 26(1), 51-57.
- Gómez-Carmona, C.D., Bastida-Castillo, A., Ibáñez, S.J., & Pino-Ortega, J. (2020). Accelerometry as a method for external workload monitoring in invasion team sports. A systematic review. *PLoS one*, 15(8), e0236643. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236643>
- Gómez-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>
- González, J.L. (2005). Reflexiones sobre la formación del árbitro: el papel de la psicopedagogía en el sistema educativo arbitral. *Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxía e Educación*, 12, 187-194. <http://hdl.handle.net/2183/7022>
- González-Espinosa, S., García-Rubio, J., Feu, S., & Ibáñez, S. J. (2020). Carga externa según la situación de juego y metodología en baloncesto escolar. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 20(79), 395-417. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2020.79.002>
- Guillén, F., & Jiménez, H. (2000). Características deseables en el arbitraje y el juicio deportivo. *Revista de Psicología del Deporte*, 10(1), 23-34.
- Ibáñez, S.J., García-Rubio, J., Gómez, M.A., & González-Espinosa, S. (2018). The impact of rule modifications on elite basketball teams' performance. *Journal of Human Kinetics* 62(2), 181-193. <https://doi.org/10.1515%2Fhukin-2017-0193>
- Ibáñez, S.J., Sáenz-López, P., & Gutiérrez, A. (1995a). Test SIG/AER, aeróbico específico sobre el terreno, para jugadores de baloncesto. En Unisport (Ed.) Actas del Congreso Científico Olímpico 1992. Bioquímica, Fisiología del Ejercicio y Medicina del Deporte (Vol. IV, pp. 217-225). Málaga: Instituto Andaluz del Deporte.
- Ibáñez, S.J., Sáenz-López, P., & Gutiérrez, A. (1995b). Test SIG/ANA, anaeróbico específico sobre el terreno, para jugadores de baloncesto. En Unisport (Eds.), Actas del Congreso Científico Olímpico 1992. Bioquímica, Fisiología del Ejercicio y Medicina del Deporte (Vol. IV, pp. 209-216). Málaga: Instituto Andaluz del Deporte.
- Kirk, R.E. (1996). Practical significance: A concept whose time has come. *Educational and Psychological Measurement*, 56(5), 746-759. <https://doi.org/10.1177%2F0013164496056005002>
- Leicht, A.S., Connor, J., Conduit, N., Vaquera, A., & Gómez, M.A. (2020). Impact of Match Type on Exercise Volume and Intensity of Semi-Professional Basketball Referees During a Competitive Season. *Research Quarterly for Exercise and Sport, Pendiente de Publicación*, 1-8. <https://doi.org/10.1080/02701367.2020.1788207>
- Leicht, A.S., Fox, J., Connor, J., Sargent, C., Sinclair, W., Stanton, R., & Scanlan, A. (2019). External Activity Demands Differ Between Referees and Players During a Sub-Elite, Men's Basketball Match. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 90(4), 720-725. <https://doi.org/10.1080/02701367.2019.1645268>

- Mancha-Triguero, D., García-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2019). SBAFIT: a field-based test battery to assess physical fitness in basketball players. *E-balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte*, 15(2), 107-126.
- Matković, A., Rupčić, T., & Knjaz, D. (2014). Physiological load of referees during basketball games. *Kinesiology*, 46(2), 258-265.
- Mitjana, J.C. (2009). *La missió de l'àrbitre*. Circular número 11, temporada 2008-2009. Barcelona: Escuela y Comité Catalán de Árbitros de la Federación Catalana de Baloncesto.
- Montgomery, P.G., & Maloney, B.D. (2018). Three-by-three basketball: inertial movement and physiological demands during elite games. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13, 1169-1174. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2018-0031>
- Nabli, M.A., Ben Abdelkrim, N., Castagna, C., Jabri, I., Batikh, T., & Chamari, K. (2016). Physical and physiological demands of U-19 basketball refereeing: Aerobic and anaerobic demands. *The Physician and Sportsmedicine*, 44, 158-163. <https://doi.org/10.1080/00913847.2016.1149424>
- Nabli, M.A., Ben Abdelkrim, N., Fessi, M.S., DeLang, M.D., Moalla, W., & Chamari, K. (2019). Sport science applied to basketball refereeing: a narrative review. *The Physician and Sportsmedicine*, 47(4), 365-374. <https://doi.org/10.1080/00913847.2019.1599588>
- Pino-Ortega, J., Bastida-Castillo, J., Gómez-Carmona, C.D., & Rico-González, M. (2020). Validity and reliability of an eight antennae ultra-wideband local positioning system to measure performance in an indoor environment. *Sports Biomechanics*, Pendiente de Publicación, 1-11. <https://doi.org/10.1080/14763144.2020.1830162>
- Puente, C., Abián-Vicén, J., Areces, F., López, R., & Del Coso, J. (2017). Physical and physiological demands of experienced male basketball players during a competitive game. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(4), 956-962. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001577>
- Reina, M., García Rubio, J., Antúnez, A., & Ibáñez, S. (2020). Comparación de la carga interna y externa en competición oficial de 3 vs. 3 y 5 vs. 5 en baloncesto femenino. *Retos*, 37, 400-405. <https://doi.org/10.47197/retos.v37i37.73720>
- Rojas-Valverde, D., Gómez-Carmona, C.D., Oliva-Lozano, J.M., Ibáñez, S.J., & Pino-Ortega, J. (2020). Quarter's external workload demands of basketball referees during a European youth congested-fixture tournament. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 20(3), 432-444. <https://doi.org/10.1080/24748668.2020.1759299>
- Vaquera, A., Mielgo-Ayuso, J., Calleja-González, J., & Leicht, A.S. (2016a). Sex differences in cardiovascular demands of refereeing during international basketball competition. *The Physician and Sportsmedicine*, 44(2), 164-169. <https://doi.org/10.1080/00913847.2016.1158622>
- Vaquera, A., Mielgo-Ayuso, J., Calleja-González, J., & Leicht, A.S. (2016b). Match intensity and heart rate predictors in top level basketball referees during men's Eurobasket. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(9), 1034-1040.

- Vaquera, A., Mielgo-Ayuso, J., Calleja-González, J., & Leicht, A.S. (2017). Cardiovascular and perceptual stress of female basketball referees during women's International matches. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(4), 476-482. <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.16.06230-7>
- Vizcaíno, C., Sáenz-López, P., & Rebollo, J. (2016). Relación de las reglas con los medios técnico-tácticos en minibasket / Relationship Between Rules and Technical and Tactical Contents in Minibasket. *Revista Internacional De Medicina Y Ciencias De La Actividad Física Y Del Deporte*, (64). <https://doi.org/10.15366/rimcafd2016.64.012>
- Whaley, M.H., Kaminsky, L.A., Dwyer, G.B., Getchell, L.H., & Norton, J.A. (1992). Predictors of over-and underachievement of age-predicted maximal heart rate. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(10), 1173-1179.

Número de citas totales / Total references: 42 (100%)

Número de citas propias de la revista / Journal's own references: 3 (7%)

PENDIENTE DE PUBLICACIÓN PRESS