

Trabajo Fin de Grado

Análisis fisiológico y del comportamiento motor
del árbitro de fútbol desde los “mixed methods”:
un estudio piloto.

*Physiological analysis and motor behaviour in
football referees from the “mixed methods” point
of view: a pilot study.*

Autor/es

Pedro Barrio Menoyo

Director/es

José Antonio Casajús Mallén

Jaime Casterad Seral

Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte

2016

Análisis fisiológico y del comportamiento motor del árbitro de fútbol desde los “mixed methods”: un estudio piloto.

Índice

1. INTRODUCCIÓN	5
2. MARCO TEÓRICO	7
3. OBJETIVO	11
4. MATERIALES Y METODOLOGÍA	13
4.1. Materiales.....	13
4.2. Sujetos.....	14
4.3. Procedimiento general.	15
4.4. Métodos mixtos.....	16
4.5. Metodología observacional.....	17
4.5.1. Instrumento de observación.....	19
4.5.2. Instrumento de análisis de datos.....	23
4.5.3. Procedimiento de registro.....	23
4.6. Herramienta GPS.	24
5. TEMPORALIZACIÓN	27
6. RESULTADOS	29
6.1. Resultados del análisis observacional.....	29
6.2. Resultados del GPS.....	34
7. DISCUSIÓN.....	37
8. FORTALEZAS Y DEBILIDADES	43
9. CONCLUSIONES	45
9.1. Perspectivas de futuro.....	46
10. BIBLIOGRAFÍA	47

Análisis fisiológico y del comportamiento motor del árbitro de fútbol desde los “mixed methods”: un estudio piloto.

1. INTRODUCCIÓN

El fútbol se define como un deporte de equipo de colaboración-oposición que se juega en un espacio común y con participación simultánea [1], pero para poder analizar el tipo de exigencia física que le corresponde al árbitro principal durante un partido lo que realmente nos interesa es la característica primordial que define a este deporte como un modo de ejercicio muy intermitente [2]; es decir donde el juego se desglosa en acciones diferentes y los participantes no mantienen un nivel físico regular sino que la intensidad varía en función de estas acciones.

El fútbol como deporte institucionalizado contiene un reglamento, uno de los parámetros estructurales de todos los deportes [3] que engloba una serie de normas que determinan la lógica interna. En el caso que nos concierne, el primer reglamento se redactó en diciembre de 1863 compuesto por catorce reglas, y fue ampliándose hasta las diecisiete reglas actuales en 1898; esta serie de reglas han sufrido y sufren cada año modificaciones adaptándose a la evolución del propio deporte. Para deliberar y definir las “Reglas de Juego” se creó en Londres en 1882 la “International Football Association Board” (IFAB), compuesta inicialmente por los delegados de las federaciones de fútbol de Inglaterra, Escocia, Gales e Irlanda, y en 1913 los delegados de la “Fédération Internationale de Football Association” (FIFA) [4]. En la actualidad, las Reglas de Juego, en su regla número 5, detallan las tareas que debe llevar a cabo un árbitro de fútbol durante un partido estableciendo que tendrá “autoridad total” en dicho encuentro. Los requisitos, por tanto, son multidisciplinarios, debiendo conocer a la perfección el reglamento, añadir conocimientos psicológicos, manejar situaciones de presión y poseer un elevado nivel de condición física que les permita seguir el juego de cerca, sin experimentar un deterioro del rendimiento durante un partido [5].

En las últimas décadas el fútbol se ha constituido como un fenómeno social que moviliza a miles de personas transformándose en uno de los segmentos más rentables en términos de marketing, publicidad y comercialización; del mismo modo se ha convertido en un deporte mucho más competitivo y más rápido, obligando a la figura del árbitro a evolucionar en el mismo sentido [6], ya que para el correcto funcionamiento de un partido de fútbol el papel del árbitro se antoja fundamental [5].

Se propone en este trabajo el uso como materiales la grabación durante un partido del árbitro principal del encuentro para su posterior análisis observacional para obtener datos descriptivos en cuanto a los tipos de desplazamientos y las diversas acciones motrices que realiza, y la utilización de un gps como instrumento de registro ya que se trata de una herramienta muy provechosa para obtener datos en relación a velocidades, aceleraciones, desaceleraciones, entre otros.

Por último destacar que el motivo de este trabajo nace a partir de mi relación durante estos últimos años dentro del mundo del fútbol y dentro del papel de árbitro, a la par de mi desarrollo de conocimientos en materia de ciencias del deporte, que me ha introducido la inquietud de conocer de primera mano las necesidades físicas y fisiológicas de esta figura imprescindible en esta disciplina deportiva. Con la evolución del fútbol tanto a nivel social como a nivel de capacidades físicas, es necesario que el árbitro progrese en la misma línea. Es por estos motivos que este trabajo se centra en la descripción de las capacidades motrices de un árbitro de fútbol durante un partido de alto nivel, para más adelante tratar sobre hacia qué sentido debe programarse el entrenamiento físico.

2. MARCO TEÓRICO

En los últimos años, las exigencias físicas y el perfil de actividad del árbitro de fútbol han sido bien examinados por diversos estudios [7, 8, 9], centrándose en el análisis de los requerimientos físicos y fisiológicos durante los partidos o en la evaluación de distintos parámetros para determinar la condición física en condiciones de laboratorio o a través de test de campo [9].

Algunos de estos estudios recogen que durante un partido de competición oficial, un árbitro de fútbol recorre entre 9 y 13 km, al 85-90% de la frecuencia cardíaca máxima y al 70-80% del consumo máximo de oxígeno [10, 11, 12, 13, 14]; datos muy similares a los que presenta un jugador. Y es que son varios los autores que establecen que el rendimiento físico del árbitro durante un partido está muy relacionado con el rendimiento de los jugadores, y que varía en función de aspectos tácticos y del nivel físico de los equipos y/o futbolistas [5, 7, 11, 13, 15, 16, 17, 18]. De este modo, al igual que el fútbol se define como un deporte de tipo intermitente, la actividad física que aborda el árbitro durante un partido se caracteriza de la misma manera.

Y aunque algunos estudios demuestran que el arbitraje es un modo de ejercicio basado fundamentalmente en el metabolismo aeróbico [10, 12], también existe una gran contribución de energía anaeróbica [19]. Es la propia naturaleza del árbitro la que determina sus necesidades físicas, su responsabilidad por supervisar la aplicación de las reglas del juego y por controlar la conducta de los jugadores establece la necesidad de seguir de cerca cada acción del partido [20]. De este modo el arbitraje se caracteriza por ser un modo de ejercicio muy intermitente donde cada 4-6 segundos el árbitro modifica su actividad [8, 21], donde realizan en torno a 1200-1300 cambios de ritmo [19] y donde realiza acciones de alta intensidad como acelerar, frenar y cambiar de dirección

Análisis fisiológico y del comportamiento motor del árbitro de fútbol desde los “mixed methods”: un estudio piloto.

[11] que les permite estar más cerca del juego y poder realizar así una mejor observación y análisis de las acciones [12]. Son estas acciones de sprint las que contribuyen a que el árbitro pueda seguir jugadas clave en un partido como un contrataque o una jugada de gol [20].

Por otro lado, la mayor parte del tiempo los árbitros realizan acciones de baja y media intensidad [20] y la distancia que se recorre durante un partido se ha registrado en varios artículos [10, 11, 12, 13, 14] como un dato de interés puesto que puede emplearse como un indicador global de la intensidad física del fútbol [22], e incluso se ha sugerido que la movilidad global durante un partido es importante para lograr la posición correcta en el momento correcto dentro de terreno de juego [10]; pero algunos autores establecen que las acciones de elevada intensidad son las que realmente interesan para el estudio, ya que la distancia recorrida no determina la prestación deportiva debido a que el ejercicio que realizan los deportistas es de tipo intermitente [5], por ello son las acciones de intensidad máxima la variable que mejor discrimina el nivel de la competición [16] y que puede revelar más información relevante para el desarrollo de la fatiga [7, 19].

Es el desarrollo de la fatiga uno de los puntos que más interrogantes presenta en la literatura científica. Algunas investigaciones anteriores han demostrado que existen diferencias en el rendimiento entre la primera mitad y la segunda mitad de un partido [23], otros estudios establecen que encontraron una disminución en la distancia recorrida y la frecuencia cardíaca media, pero otros no presentaron ningún tipo de diferencia entre ambas partes [24]. Distintos autores determinan que cuanto mayor sea la cantidad de ejercicio de alta intensidad que se realice durante la primera parte, menor será la capacidad de mantener una actividad física de la misma intensidad en la segunda [7]. Pero el mayor problema se encuentra a la hora de determinar si estas diferencias en

el rendimiento son causadas por un estado deficitario de la condición física, por estrategias tácticas propias de los árbitros o si por el contrario se trata de una respuesta adaptativa a las exigencias del juego el cual disminuye su intensidad por los futbolistas [7, 15, 24].

De este modo existen diversos frentes abiertos todavía por investigar y aclarar en relación con la figura del árbitro de fútbol, y dado que se trata de una figura fundamental [5] y vital para el desarrollo del juego, es importante que su formación y desempeño esté debidamente considerado por las ciencias del deporte [11].

Análisis fisiológico y del comportamiento motor del árbitro de fútbol desde los “mixed methods”: un estudio piloto.

3. OBJETIVO

Describir el comportamiento motor, elaborar el perfil de actividad física y establecer las características de rendimiento físico del árbitro de fútbol profesional durante un partido de competición oficial.

Análisis fisiológico y del comportamiento motor del árbitro de fútbol desde los “mixed methods”: un estudio piloto.

4. MATERIALES Y METODOLOGÍA

4.1. Materiales.

- Cámara: Modelo Sony HDR-CX260. Grabación de larga duración con calidad 1440 1080/60i, AVC HD 5M (LP).

Figura 1 - Cámara Sony HDR-CX260.



- GPS: Modelo Viper Pod de la marca STATSports. Realiza el registro de datos a una velocidad de 10Hz.

Figura 2 - GPS Viper Pod



Análisis fisiológico y del comportamiento motor del árbitro de fútbol desde los “mixed methods”: un estudio piloto.

- Sensor de frecuencia cardiaca: Marca Polar.

Figura 3 - Sensor de frecuencia cardiaca Polar



4.2. Sujetos.

Se analizaron a 3 árbitros de fútbol profesionales de la Liga2 (2ª División del campeonato nacional) durante su intervención en cada uno de sus respectivos partidos de competición oficial.

Cada uno de ellos cuenta con una experiencia dentro del mundo profesional del arbitraje en fútbol, donde el de menor bagaje actuaba en su primera temporada en dicha categoría y contaba con 2 años más en una categoría inferior (2ª División B); otro de los sujetos actúa como árbitro de 2ª División durante 4 temporadas y otras 8 en 2ª División B; y el tercero de ellos cuenta con 7 temporadas en 2ª División y 4 temporadas en 2ª División B.

4.3. Procedimiento general.

En primer lugar para poder llevar a cabo el trabajo se necesitó solicitar permiso a la Liga de Fútbol Profesional (LFP) para poder llevar a cabo las grabaciones debido a los derechos audiovisuales que poseen, el cual además impedía poder utilizar las filmaciones para otros usos que no fueran el propio estudio.

Una vez con el permiso de la LFP, fue necesario contactar con la Real Federación Española de Fútbol (RFEF) y a su vez con el Comité Técnico de Árbitros (CTA) perteneciente a la propia federación, para informar sobre el trabajo y obtener el visto bueno para actuar con los árbitros en primera persona y utilizarles como sujetos.

A partir de ahí, con los permisos necesarios, se podía proceder a registrar los datos. Para ello, antes del miércoles de cada semana en la cual se iba a trabajar con el árbitro en cuestión, se debía informar a la LFP para obtener su acreditación y poder acceder al estadio de fútbol con la cámara y grabar el partido.

En el día de actuación el protocolo a seguir consistía en personarse en el estadio de fútbol 1 hora antes al inicio del partido con la herramienta de gps ya activaba, presentarse con identificación personal en la entrada principal para confirmar la acreditación solicitada, y posteriormente acceder al vestuario arbitral para que el árbitro principal que iba a dirigir el encuentro se colocara el gps y el sensor de frecuencia cardiaca.

A continuación, durante el partido se grababa el mismo desde una posición central al terreno de juego y con un enfoque del árbitro en plano entero.

Análisis fisiológico y del comportamiento motor del árbitro de fútbol desde los “mixed methods”: un estudio piloto.

Tras la finalización del encuentro, se accedía de nuevo al vestuario arbitral a recoger los instrumentos utilizados para más tarde conectarlos a un ordenador y proceder a la extracción de los registros. Los cuales, en relación al gps, se guardaron en un documento Excel para su posterior análisis.

4.4. Métodos mixtos.

La investigación del deporte ha estado condicionada primordialmente por procedimientos cuantitativos pero en las últimas décadas han aparecido con fuerza los procedimientos y planteamientos de la metodología cualitativa [25]. En los últimos años se ha desarrollado un movimiento denominado “mixed methods” el cual tiene el objetivo de combinar las dos opciones metodológicas: la cualitativa y la cuantitativa [25]. Este trabajo propone utilizar dicha metodología para estudiar los diferentes movimientos y acciones que ejecuta un árbitro profesional de fútbol durante un partido con la unión de otros aspectos como la frecuencia cardiaca y la velocidad del movimiento. Esta combinación de datos cualitativos y cuantitativos es la esencia de los mixed methods [25].

El uso de este tipo de metodología aportará resultados relevantes al combinar diferentes aspectos de la práctica deportiva, optimizando las dinámicas y estrategias de análisis, comprendiendo la eficacia de las acciones motrices, la calidad del aprendizaje y las repercusiones en el practicante [26, 27].

Investigar la actividad física y el deporte implica enfrentarse a una gran complejidad de múltiples relaciones dinámicas entre los fenómenos de la motricidad y los deportistas. Por ello, diseñar y aplicar investigaciones basadas en los mixed methods

permite aproximarnos de manera más completa a los contextos y a los efectos en los que se llevan a cabo las prácticas motrices y deportivas [26].

4.5. Metodología observacional.

Tomando como referencia a Anguera [28] y atendiendo a las características que deben seguir los diseños observacionales, este trabajo se ajusta a tres ejes referenciales:

- La temporalidad del registro, para ajustar la configuración básica del diseño: puntuales o de seguimiento.
- Las unidades observadas en función de los sujetos, contemplando estudios idiográficos o nomotéticos.
- El nivel de respuesta o dimensionalidad de las categorías incluidas, distinguiendo entre estudios unidimensionales o multidimensionales, atendiendo a si se baraja un único nivel de respuesta o combinación de varios de ellos.

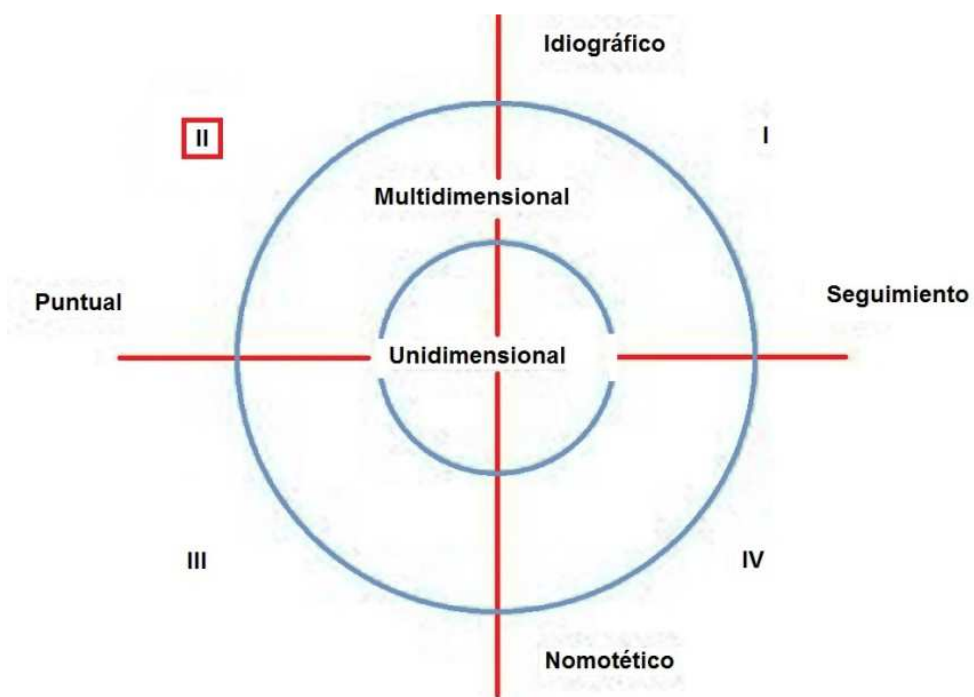
Con esto, nuestro diseño se ubica en un diseño observacional puntual, idiográfico y multidimensional.

- Puntual, debido a que el análisis se centra en un único partido.
- Idiográfico, ya que se analiza el comportamiento de un único sujeto en cada partido.
- Multidimensional, ya que las categorías de observación se centran en 3 dimensiones: el tipo de desplazamiento, la intensidad de desplazamiento, y otras acciones motrices.

Análisis fisiológico y del comportamiento motor del árbitro de fútbol desde los “mixed methods”: un estudio piloto.

De este modo, este trabajo se contempla dentro del cuadrante II que propone Anguera [29].

Ilustración 1 - Cuadrante diseño observacional



4.5.1. Instrumento de observación.

Para la elaboración del instrumento de observación se llevó a cabo un listado de rasgos de distintas acciones que se observaban en el análisis de un árbitro de fútbol durante un partido.

Figura 4 - Listado de rasgos

Caminar hacia delante
Correr hacia delante
Esprintar hacia delante
Caminar hacia atrás
Correr hacia atrás
Esprintar hacia atrás
Caminar hacia el lateral izquierdo
Correr hacia el lateral izquierdo
Esprintar hacia el lateral izquierdo
Caminar hacia el lateral derecho
Correr hacia el lateral derecho
Esprintar hacia el lateral derecho
Sin movimiento
Girar
Cambiar de dirección
Frenar
Interferencias
Otros



Ilustración 2 - Árbitro sin movimiento



Ilustración 3 - Árbitro corriendo hacia delante



Ilustración 4 - Árbitro corriendo hacia detrás

Análisis fisiológico y del comportamiento motor del árbitro de fútbol desde los “mixed methods”: un estudio piloto.

A partir de allí, se agruparon las acciones por características comunes para la definición de las distintas variables.

Figura 5 - Variables y categorías

VARIABLES	CATEGORÍAS
Tipo de desplazamiento	Delante (D)
	Atrás (A)
	Lateral izquierdo (Li)
	Lateral derecho (Ld)
	Sin movimiento (NoM)
Intensidad de desplazamiento	Baja (B)
	Media (M)
	Alta (Alt)
Acciones motrices	Giro (G)
	Cambio de dirección (Cd)
	Frenada (F)
	Interferencias (Int)
	Otros (O)

A continuación se establece la siguiente definición categorial.

Figura 6 - Definición de categorías

NÚCLEO CATEGORIAL	DEFINICIÓN
• Desplazamiento hacia delante (D)	→ Movimiento de las piernas producido desde el eje corporal de la cadera hacia la parte frontal del sujeto.
• Desplazamiento hacia atrás (A)	→ Movimiento de las piernas producido desde el eje corporal de la cadera hacia la parte trasera del sujeto.
• Desplazamiento lateral izquierdo (Li)	→ Movimiento de las piernas producido desde el eje corporal de la cadera hacia la parte izquierda del sujeto.
• Desplazamiento lateral derecho (Ld)	→ Movimiento de las piernas producido desde el eje corporal de la cadera hacia la parte derecha del sujeto.
• Sin movimiento (NoM)	→ No existe movimiento, el sujeto se encuentra parado.
• Intensidad baja (B)	→ Movimiento del sujeto cuando camina.
• Intensidad media (M)	→ Movimiento del sujeto cuando corre.
• Intensidad alta (Alt)	→ Movimiento del sujeto cuando realiza un sprint.
• Giro (G)	→ Acción donde el sujeto realiza una rotación sobre su propio eje vertical.
• Cambio de dirección (Cd)	→ Acción de alta intensidad donde se produce una desaceleración y una aceleración a rápida velocidad.
• Frenada (F)	→ Acción donde se realiza una desaceleración de forma rápida.
• Interferencias (Int)	→ Acciones donde se intenta evitar a un jugador o al balón, o movimientos de obstrucción con un jugador o con el balón.
• Otros (O)	→ Otras acciones que no se recogen anteriormente como: utilizar el spray para colocar una barrera, atarse la zapatilla, etc.

Análisis fisiológico y del comportamiento motor del árbitro de fútbol desde los “mixed methods”: un estudio piloto.

Una vez con la definición y agrupación de cada una de las categorías se realizó el instrumento de registro a través del programa Lince [30].

Figura 7 - Hoja de registro de datos Lince

Lince

Archivo Reproductor Calidad del dato Idioma Ayuda

Instrumento observacional Registro

Registro Visualización selectiva

Tipo de desplazamiento

D A Li Ld NoM

Intensidad

B M Alt

Acciones motrices

G Cd F Int O

Segundos Frames Tipo de desplazamiento Intensidad Acciones motrices

x1.0 0:00

0,5

Editar datos fijos Eliminar registro Limpiar selección Añadir registro

Además se llevó a cabo el índice Kappa a partir del registro de 15 minutos aleatorios de uno de los partidos por un observador adiestrado, para así verificar la calidad del dato.

Se obtienen valores de 33% de acuerdo y un valor máximo de Kappa de 0,91 considerados como aceptables [25].

4.5.2. Instrumento de análisis de datos.

Una vez registrados los datos, el propio programa LINCE nos posibilita guardar esos registros en distintos modelos como el programa Microsoft Excel, el cual fue el que se utilizó.

El programa Microsoft Excel nos ofrece poder contabilizar las distintas variables y de esta manera obtener una cuantificación de cada uno de los registros para su posterior estudio.

4.5.3. Procedimiento de registro.

Para la elaboración del instrumento de observación se necesitaron varias propuestas diferentes hasta conseguir la que mejor se adaptaba a las necesidades del trabajo y posibilitaba su uso.

En primer lugar se observaban claramente los diferentes tipos de desplazamiento pero la definición de la intensidad de esos movimientos era más compleja, de este modo se configuró basándose en movimientos claros como son caminar, correr y realizar un sprint.

A parte de lo anterior, se encontraban múltiples y diferentes acciones motrices que podía realizar un árbitro durante un partido. Se registraron las de mayor importancia como categorías independientes (girar, cambiar de dirección, frenar), pero se tuvieron en cuenta otras categorías para acciones menos corrientes como las interferencias con otros jugadores o el propio balón y una categoría que recoge todo aquello no registrado anteriormente.

Análisis fisiológico y del comportamiento motor del árbitro de fútbol desde los “mixed methods”: un estudio piloto.

De este modo se llegó al instrumento que finalmente se utilizó para realizar todos los registros. Para llevarlos a cabo en primer lugar se procedía a grabar al árbitro en cuestión para posteriormente utilizar ese video en la herramienta de análisis, la cámara se ubicó enfrente del centro del terreno de juego colocada en la zona más alta de la grada. Una vez finalizado el registro se guardaban los datos en un documento Excel para su posterior análisis.

4.6. Herramienta GPS.

El gps Viper pod de Statsports se trata de una herramienta muy útil para el registro de datos en cuanto a distancias, velocidades y frecuencia cardiaca. Este implemento contiene 4 procesadores, acelerómetro 3D, giroscopio 3D, brújula digital 3D, radio de largo alcance y receptor del ritmo cardiaco. Se caracteriza además por procesar todos los datos a 10 Hz [31].

Para este trabajo se ha utilizado dicha herramienta para obtener datos en cuanto a la distancia total recorrida, la distancia recorrida en diferentes zonas metabólicas, la velocidad media, la distancia recorrida a velocidades máximas, la velocidad máxima, el número de esprints realizados y la frecuencia cardiaca máxima.

En cuanto a la distribución de las diferentes zonas que establece Viper pod encontramos dos categorías distintas en función de si es a partir de la velocidad o de la potencia metabólica, definida esta última como la intensidad a partir de la relación entre la potencia y el peso corporal del sujeto. De este modo se nos presentan las siguientes clasificaciones:

- En función de la velocidad de desplazamiento:

- Zona 1 \rightarrow 0 – 5,4 Km/h.
- Zona 2 \rightarrow 5,4 – 10,8 Km/h.
- Zona 3 \rightarrow 10,8 – 14,4 Km/h.
- Zona 4 \rightarrow 14,4 – 19,8 Km/h.
- Zona 5 \rightarrow 19,8 – 25,2 Km/h.
- Zona 6 \rightarrow 25,2 – 39,6 Km/h.

- En función de la potencia metabólica:

- Zona 1 \rightarrow 0 – 5 W/Kg.
- Zona 2 \rightarrow 5 – 10 W/Kg.
- Zona 3 \rightarrow 10 – 15 W/Kg.
- Zona 4 \rightarrow 15 – 25,5 W/Kg.
- Zona 5 \rightarrow 25,5 – 50 W/Kg.
- Zona 6 \rightarrow 50 – 500 W/Kg.

Análisis fisiológico y del comportamiento motor del árbitro de fútbol desde los “mixed methods”: un estudio piloto.

5. TEMPORALIZACIÓN

Atendiendo al objeto fundamental de trabajo sobre árbitros profesionales, este estudio se enmarca esencialmente en el calendario de competición de la Liga2 puesto que la grabación de los partidos para su posterior análisis dependía de la jornada en la que el club S.D.Huesca Sad. acontecía en su propio estadio. De este modo, se podían llevar a cabo la recogida de datos cada dos semanas, siempre y cuando la fecha y horario establecido lo permitiera.

A continuación se presenta el cronograma de trabajo de las distintas tareas necesarias para la realización de este estudio:

Figura 8 - Cronograma de trabajo

TAREAS	TEMPORALIZACIÓN									
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	
Objetivos e hipótesis										
Desarrollo de la introducción										
Desarrollo del marco teórico										
Herramienta para la recogida de datos										
Recogida de datos										
Análisis de datos										
Desarrollo de resultados										
Desarrollo de la discusión y conclusiones										
Estructuración del trabajo										
Presentación										

Análisis fisiológico y del comportamiento motor del árbitro de fútbol desde los “mixed methods”: un estudio piloto.

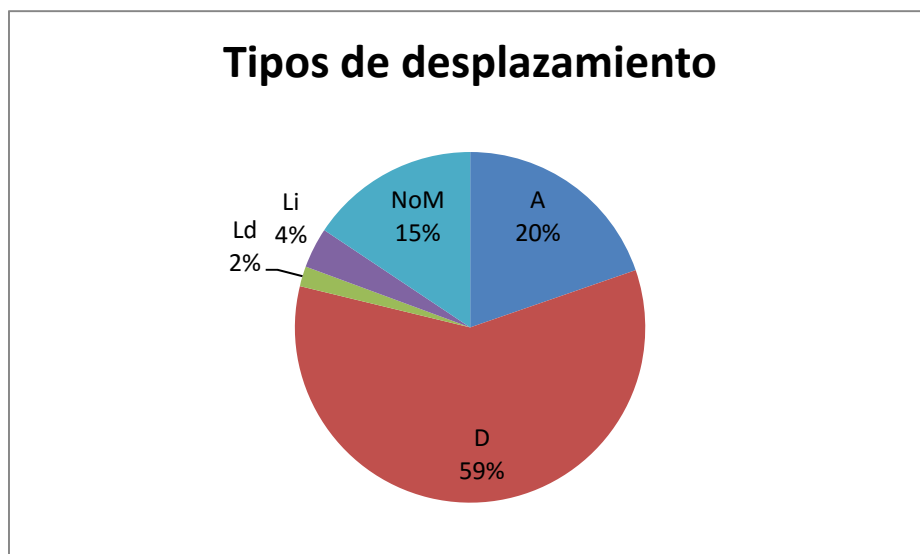
6. RESULTADOS

6.1. Resultados del análisis observacional.

En este primer apartado se presentan los resultados obtenidos en relación a la herramienta de observación LINCE [30].

Entre los 3 partidos analizados encontramos en base al promedio que un 59% de la duración del encuentro el árbitro de fútbol realizó desplazamientos hacia delante (D), un 20% hacía atrás (A) y un 15% del tiempo no realizó ningún tipo de desplazamiento manteniéndose en el sitio (NoM); además un 4% y un 2% corresponden a desplazamientos hacia el lateral izquierdo (Li) y lateral derecho (Ld) respectivamente.

Figura 9 - % de tiempo en cada tipo de desplazamiento. D: desplazamiento hacia delante; A: desplazamiento hacia atrás; NoM: sin desplazamiento; Li: desplazamiento lateral izquierdo; Ld: desplazamiento lateral derecho.



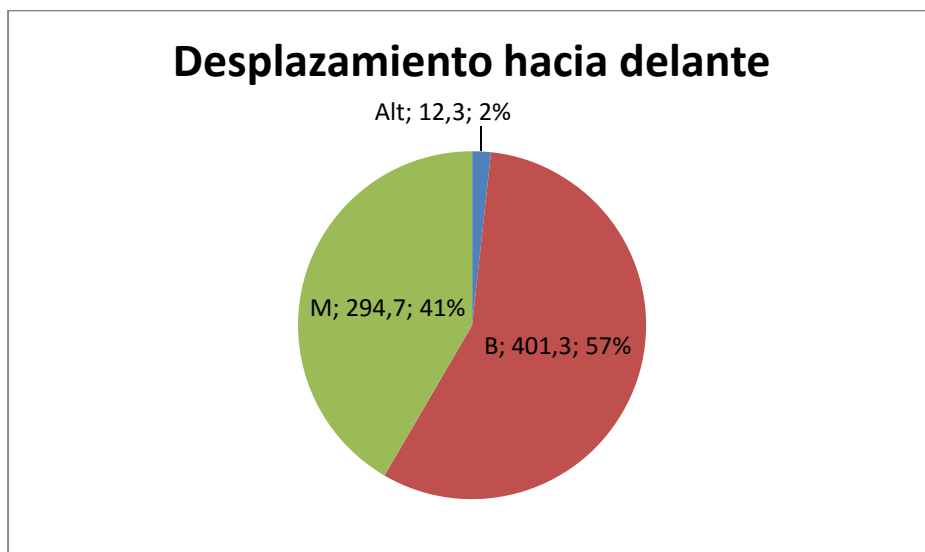
Además, a partir de las categorías correspondientes a la variable “Intensidad de desplazamiento” (Alta; Alt, Media; M, Baja; B) podemos establecer el promedio entre los tres casos del número de situaciones en las que cada uno de los tipos de

Análisis fisiológico y del comportamiento motor del árbitro de fútbol desde los “mixed methods”: un estudio piloto.

desplazamientos tuvieron una u otra intensidad. De este modo obtenemos los siguientes resultados:

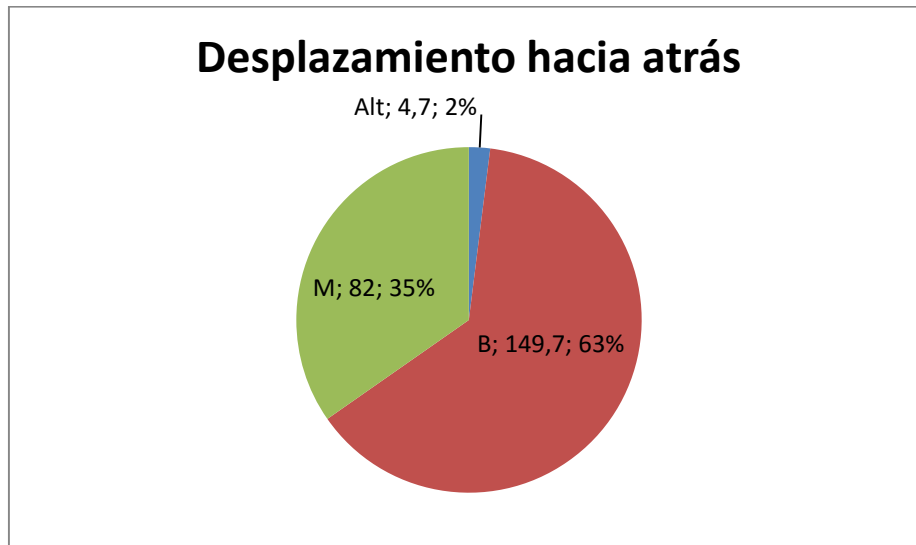
- En relación al desplazamiento hacia delante encontramos que el 57% de las acciones de este tipo fueron a una intensidad baja (B), el 41% a intensidad media (M) y el 2% a intensidad alta (Alt).

Figura 10 - % y número de acciones a las distintas intensidades en el desplazamiento hacia delante.
B: intensidad baja (caminar); M: intensidad media (correr); Alt: intensidad alta (esprintar).



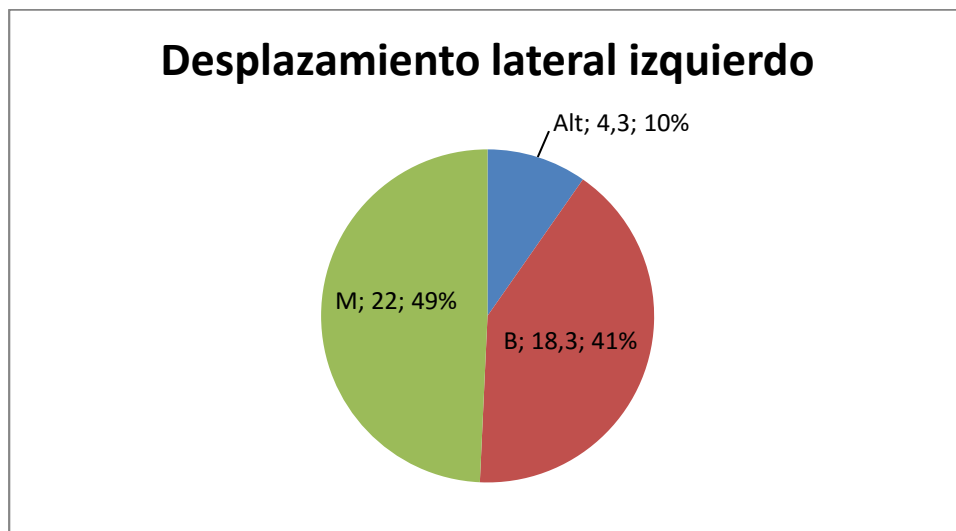
- En relación al desplazamiento hacia atrás encontramos que el 63% de las acciones de este tipo fueron a una intensidad baja (B), el 35% a intensidad media (M) y el 2% a intensidad alta (Alt).

Figura 11 - % y número de acciones a las distintas intensidades en el desplazamiento hacia atrás.
B: intensidad baja (caminar); M: intensidad media (correr); Alt: intensidad alta (esprintar).



- En relación al desplazamiento hacia el lateral izquierdo encontramos que el 41% de las acciones de este tipo fueron a una intensidad baja (B), el 49% a intensidad media (M) y el 10% a intensidad alta (Alt).

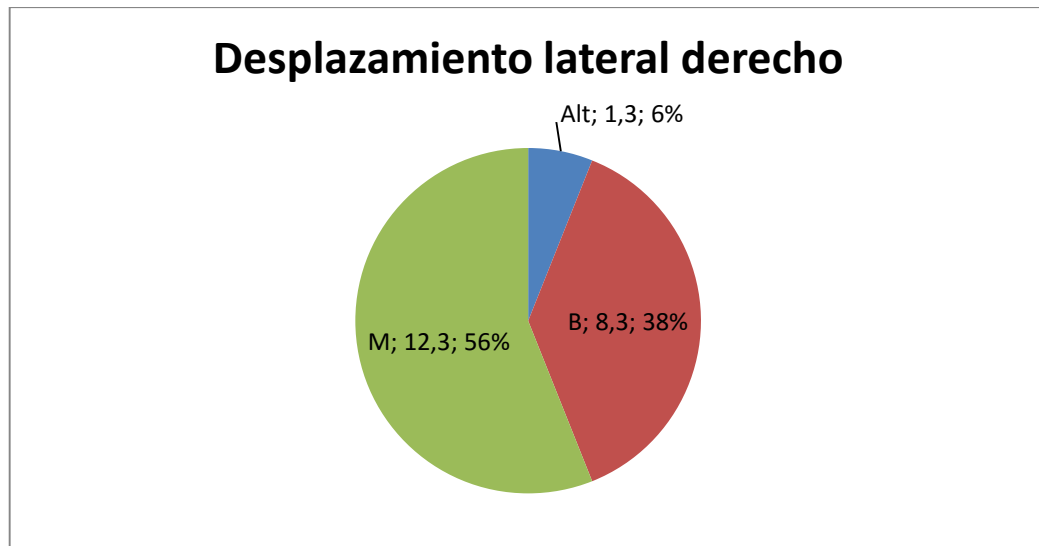
Figura 12 - % y número de acciones a las distintas intensidades en el desplazamiento lateral izquierdo.
B: intensidad baja (caminar); M: intensidad media (correr); Alt: intensidad alta (esprintar).



Análisis fisiológico y del comportamiento motor del árbitro de fútbol desde los “mixed methods”: un estudio piloto.

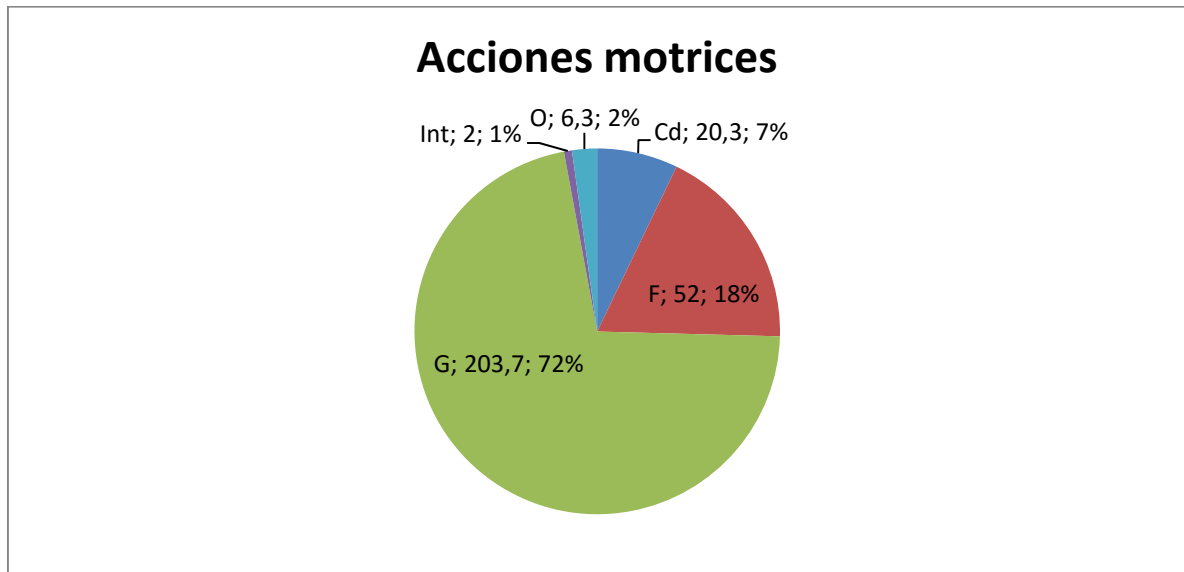
- En relación al desplazamiento hacia el lateral derecho encontramos que el 38% de las acciones de este tipo fueron a una intensidad baja (B), el 56% a intensidad media (M) y el 6% a intensidad alta (Alt).

Figura 13 - % y número de acciones a las distintas intensidades en el desplazamiento lateral derecho.
B: intensidad baja (caminar); M: intensidad media (correr); Alt: intensidad alta (esprintar).



Por último, en cuanto a la tercera y última de las categorías definidas: Acciones motrices, realizando el promedio del número de estas acciones entre los 3 partidos analizados encontramos que la acción más repetida se trata del giro (G) con un valor del 72% sobre el total, a continuación tenemos la frenada (F) con un 18%, seguidamente por los cambios de dirección (Cd) que se corresponden con el 7%, y por último con unos valores del 2% y 1% encontramos las categorías de otros (O) e interferencias (Int) respectivamente.

Figura 14 - % y número de acciones motrices. G: giro; F: frenada; Cd: cambio de dirección; O: otros; Int: interferencias.



6.2. Resultados del GPS.

En este segundo y último apartado de este punto se presentan los datos considerados como de mayor relevancia obtenidos a través del gps Viper pod de STATSports.

Estos datos se obtienen a partir de la realización de los promedios entre los valores obtenidos de cada uno de los árbitros registrados. De este modo obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 1 – Datos gps.

DATOS PULSÓMETRO-GPS	
Distancia recorrida	10.495,54 m.
Velocidad media	6,56 Km/h.
Distancia recorrida a alta velocidad	582,695 m.
Número de esprints	9
Velocidad máxima registrada	28,98 Km/h.
Frecuencia cardíaca media	155 ppm.
Frecuencia cardíaca máxima registrada	182 ppm.

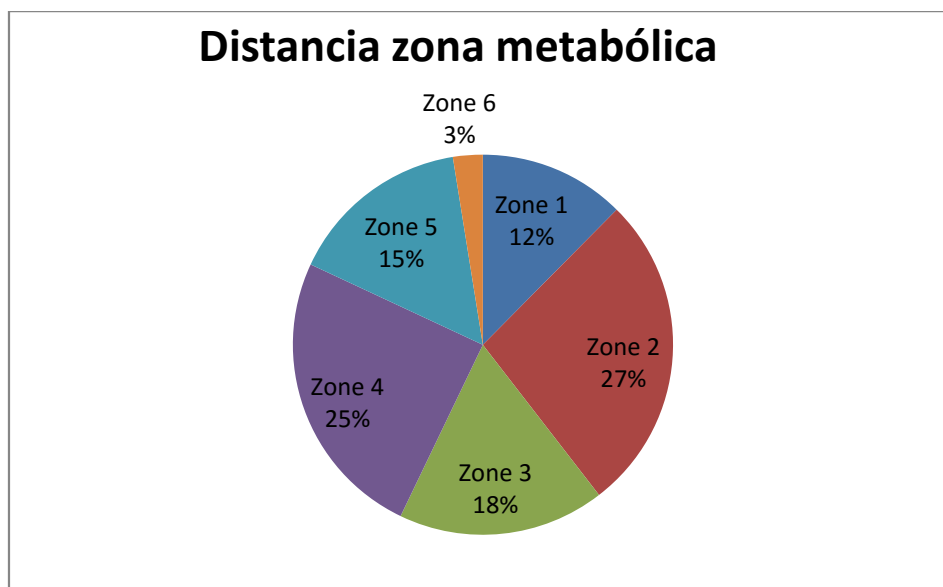
Además, a partir de las zonas de potencia metabólica, comentadas anteriormente y definidas por el aparato en cuestión, podemos obtener la distancia total recorrida en cada una de dichas zonas para cada uno de los sujetos.

Tabla 2 - Datos de distancia recorrida en cada zona metabólica

DISTANCIA ZONA METABÓLICA	
Distancia Zona metabólica 1	1303,5 m.
Distancia Zona metabólica 2	2845,455 m.
Distancia Zona metabólica 3	1848,55 m.
Distancia Zona metabólica 4	2601,19 m.
Distancia Zona metabólica 5	1629,93 m.
Distancia Zona metabólica 6	266,915 m.

De esta manera, a partir de la distancia total recorrida y de la distancia recorrida en cada una de las zonas metabólicas, podemos obtener el porcentaje de la distancia que se ha realizado en cada una de ellas. Encontramos que la zona 1 corresponde a un 12%, la zona 2 un 27%, la zona 3 un 18%, la zona 4 un 25%, la zona 5 un 15% y la zona 6 un 3% de la distancia total recorrida.

Figura 15 - % de distancia recorrida en cada zona metabólica



Análisis fisiológico y del comportamiento motor del árbitro de fútbol desde los “mixed methods”: un estudio piloto.

7. DISCUSIÓN

El comportamiento motor del árbitro principal de fútbol durante un encuentro está fuertemente condicionado por diversos aspectos del juego como las características de los equipos que participan en el partido [11, 17], el nivel competitivo y físico de estos mismos [7, 17], los aspectos tácticos [7] y las acciones e intervenciones de los propios jugadores con el balón [5, 15, 16], así como su nivel de rendimiento [16]. Está claramente demostrado por tanto que las demandas físicas de los jugadores de fútbol afectan a la actividad de los árbitros [11, 13, 18]. Por ello, dada la importante relación entre árbitros y jugadores es fundamental que los árbitros sean evaluados e interpretados en el contexto del juego [23].

Debido a la relación árbitro-jugadores, el árbitro se desplaza por el terreno de juego siempre con la intención de estar en la posición correcta para tomar la decisión correcta, esto conlleva que el árbitro debe mantenerse en constante movimiento independientemente del ritmo de juego del partido [11]. Además, para permitir que la perspectiva y control de las distintas situaciones sea la adecuada el desplazamiento lateral y el desplazamiento hacia atrás son de gran interés.

Diversos estudios han analizado la distancia recorrida y la frecuencia cardíaca máxima y media durante un partido en árbitros de fútbol de distintas ligas [7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 19, 24, 32, 33] obteniendo valores en torno a los 9-13 km recorridos llegando al 85-90% de la frecuencia cardíaca máxima individual [20] y valores medios entre 153 y 165 pulsaciones por minuto [24, 32]. Estas tensiones fisiológicas son similares a las que sufren jugadores que juegan en la línea de mediocampo de su equipo [12]. Tal y como establece Stølen [34], durante partidos oficiales los jugadores recorren distancias entre los 10 y 12 km a una intensidad máxima entre el 80 y el 90% de la

Análisis fisiológico y del comportamiento motor del árbitro de fútbol desde los “mixed methods”: un estudio piloto.

frecuencia cardíaca máxima; además estos jugadores también llevan a cabo acciones explosivas como carreras de alta velocidad, saltos, cambios de dirección [18], que influyen en la actividad del árbitro.

En nuestro caso, la distancia media recorrida por partido registrada se asemeja a las anteriores publicaciones acumulando 10.495,54 m durante un partido oficial. Pero aunque se trate de un parámetro frecuentemente estudiado y algún estudio determine que es importante la cantidad de kilómetros recorridos para lograr la posición correcta en el momento correcto [10], estas distancias recorridas pueden ser disminuidas por posicionamientos inteligentes y/o por la anticipación a acontecimientos futuros [8], lo que deja dudas en cuanto a su repercusión en las necesidades de rendimiento.

Krustrup [19], ya estableció que la distancia total recorrida se trataba de una mala medida de la tensión física del árbitro durante un partido, además constituía como medida de mayor importancia la cantidad de ejercicio a alta intensidad. Otros autores respaldan esta línea sugiriendo que la característica fundamental del fútbol como deporte de tipo intermitente produce que la distancia total recorrida no determine la verdadera prestación deportiva y sea la cantidad de ejercicio ejecutada a alta intensidad un mejor indicador del nivel de rendimiento en la competición [5, 7, 16, 24].

Como podemos observar, esta distancia recorrida no se trata del mismo tipo de carrera hacia delante durante toda la duración del partido, sino que se presentan distintos tipos de desplazamientos. A partir de la metodología de estudio propuesta podemos determinar la cantidad de tiempo con respecto al total que realiza un árbitro de fútbol durante un partido de competición oficial, observando en nuestro caso como la mayor parte del tiempo (59%) se realizan desplazamientos hacia delante, pero además un 20%

se trata de desplazamiento hacia atrás y un 15% del tiempo no se realiza ningún tipo de desplazamiento; utilizando además la herramienta de gps, sincronizando ambas metodologías podríamos determinar de forma más concreta el tiempo y la cantidad de metros recorridos en cada uno de los distintos tipos de desplazamiento.

Por otro lado, como se ha indicado anteriormente, son varios los autores que determinan la importancia de cuantificar la distancia recorrida a alta intensidad para conocer las exigencias físicas del arbitraje en fútbol [5, 7, 16, 19, 24]. En este caso, el gps nos determina que se recorrieron 582,695 metros a alta velocidad, establecida como una velocidad superior a los 19,8 km/h; utilizando esta herramienta junto con el análisis observacional podríamos aclarar en qué momentos y, sobre todo, en qué tipo de desplazamiento se alcanza esa intensidad determinada. Pero además, conociendo que el desplazamiento hacia atrás conlleva un mayor gasto energético a velocidades inferiores a la carrera hacia delante [21], la metodología mixed methods ayudaría a establecer la velocidad y la frecuencia cardíaca promedio determinada en cada momento para cada tipo de movimiento conociendo en mayor profundidad las necesidades reales de rendimiento físico. Del mismo modo, el gps establece la distancia recorrida para diferentes intensidades establecidas como zonas metabólicas (descritas anteriormente), la suma de esta herramienta al trabajo observacional puede determinar el tiempo y la distancia recorrida a distintas intensidades y para los distintos tipos de desplazamientos.

Tal y como determina Yanci-Irigoyen [20], la mayor cantidad de tiempo que dura un partido, el árbitro de fútbol desarrolla una actividad de intensidad baja y media. En nuestro caso, podemos apoyar esta línea además incluyendo todas las variantes de desplazamiento, y observando como en todas ellas la intensidad baja y media siempre fue predominante: 57% a intensidad baja y 41% a intensidad media en el

Análisis fisiológico y del comportamiento motor del árbitro de fútbol desde los “mixed methods”: un estudio piloto.

desplazamiento hacia delante; 63% y 35% hacia atrás; 41% y 49%, y 38% y 56% en el desplazamiento lateral izquierdo y derecho respectivamente.

Acerca de este tipo de desplazamiento lateral, para ambos de los sentidos, el número de acciones observadas en este estudio fueron muy inferiores con respecto a los otros dos tipos de desplazamientos. Esta característica la podemos encontrar debido a que el desplazamiento lateral se suele utilizar para ajustar la posición en el terreno de juego o en transiciones de desplazamientos hacia delante y hacia atrás [17], siendo de esta manera no predominante. Pero no por ello podemos establecer que no se trate de un movimiento importante de estudio ya que en nuestro caso por ejemplo se pudieron observar 4,3 acciones promedio de alta intensidad en un partido para el desplazamiento lateral izquierdo, mientras que para el desplazamiento hacia atrás, mucho más solicitado en general, fueron 4,7 acciones promedio.

Todos estos cambios y transiciones de movimientos se determinan debido a la característica clave del fútbol como deporte intermitente. Algunos autores establecen que el árbitro de fútbol modifica su actividad cada 4 a 6 segundos [8, 21], llegando a realizar en torno a 1200-1300 modificaciones de intensidad [19, 20]. De todas estas acciones, el esprint se determina como fundamental para seguir una jugada clave en el partido como puede ser un contrataque o una jugada de gol [20], esta capacidad de aceleración permite a los árbitros estar más cerca del juego mejorando así su observación y análisis [12, 20], aunque rara vez ejecutan el máximo esfuerzo [21]. En nuestro caso en los desplazamientos hacia delante se encontró a partir de la metodología observacional un promedio de 12,3 acciones de esprint por partido siendo el tipo de desplazamiento en el que más situaciones de alta intensidad se dieron, aunque por otro lado el gps nos establece un promedio de 9 acciones, por lo que la unión en un mismo

sistema de registro para su correcto análisis se antoja elemental; por otro lado, estudios anteriores indicaron que se realizan cerca de 17 carreras máximas o cerca de la velocidad máxima [8, 17]. Destacar además que estas acciones de máxima intensidad suelen tener una duración de 2-4 segundos y raramente se recorren más de 30 metros seguidos [20, 32], y que no solo debemos centrarnos en el esprint ya que existen otras acciones de alta intensidad como frenar y cambiar de dirección que se necesitan conocer para atender a las exigencias del juego [11], por lo que resulta importante que el árbitro de fútbol posea altos niveles de fuerza y capacidad de aceleración [20]. En cuanto a estas otras acciones, en este estudio se observó que la acción que más se repite es el giro tratándose de un 72% del total de las acciones promedio realizadas, principalmente en transiciones de un tipo de carrera a otro; seguidamente encontramos la frenada con un 18% y el cambio de dirección con un 7%. Todas estas acciones de alta intensidad se deben a la necesidad de ajustar la posición en el terreno de juego para seguirlo lo más cerca posible y sin estorbar en el desarrollo del mismo.

A parte de todo lo anterior, el registro de la frecuencia cardíaca para conocer las necesidades físicas también es necesario, pero sobre todo el registro de los picos máximos se trataría del dato más interesante puesto que la frecuencia cardíaca promedio puede variar debido a las diferencias de ritmo de juego en los partidos [7], así como también a situaciones de estrés emocional y a la deshidratación [19]. En este estudio se establece una frecuencia cardíaca promedio de 155 pulsaciones por minuto, la cual encaja con los valores detallados anteriormente por otros autores [24, 32], y se encuentra un pico de frecuencia cardíaca máxima promedio de 182 pulsaciones por minuto, alcanzando así el 85-90% que se establece también en otros estudios [7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 19, 24, 32, 33].

Una de las premisas básicas del proceso de entrenamiento deportivo es partir de un análisis objetivo del rendimiento en competición [5], y del mismo modo las pruebas físicas de evaluación deben corresponder lo máximo posible a las necesidades de la competición. Algunos autores anteriormente han establecido algunas necesidades físicas como un alto nivel de VO_2 máx. para proporcionar la oportunidad de ser más activos y así situarse más cerca de la acción durante el juego, y por lo tanto se debe hacer hincapié en el desarrollo de la potencia aeróbica máxima [10, 35]; y por otro lado, la necesidad de realizar acciones de alta intensidad nos indica la importancia de desarrollar la potencia anaeróbica [19], altos niveles de fuerza y la capacidad de aceleración [20]. Weston [36], en relación con las pruebas físicas de la FIFA para los árbitros de fútbol, establece que la prueba de velocidad de 6 repeticiones de 40 metros, y más concretamente sólo la repetición más rápida, mostró una validez apropiada para la evaluación física de este tipo de sujetos; por lo que es necesario una actualización de estas pruebas físicas para la mejora del rendimiento durante los partidos.

Por último, otro de los aspectos cruciales de rendimiento del arbitraje de fútbol, la toma de decisiones, aún no se ha examinado de forma exhaustiva. El alto volumen de decisiones realizadas por los árbitros, junto con su naturaleza subjetiva y la influencia de variables extrañas, significa que las demandas perceptivo-cognitivas son significativas. Sin embargo, pocas investigaciones han examinado los mecanismos perceptivos y cognitivos de las decisiones tomadas por los árbitros en la actualidad [13].

Se trata por tanto la figura del árbitro de fútbol como un deportista fundamental en el desarrollo del denominado “deporte rey”, una figura la cual debe modernizarse y actualizarse para no quedarse atrás en las demandas que el juego y la sociedad le exige. Y para ello debe ayudarse y apoyarse de la investigación en las ciencias del deporte.

8. FORTALEZAS Y DEBILIDADES

Este trabajo destaca fundamentalmente por la propuesta innovadora de estudio dentro del colectivo arbitral en el fútbol, la mayor y principal fortaleza por tanto es la propia metodología desarrollada. Se trata de una metodología de análisis que ayudaría a determinar con mayor exactitud las necesidades físicas y fisiológicas que demandan los partidos oficiales de alto nivel en este deporte, para así poder llevar a cabo una preparación de mayor calidad y poder afrontar las competiciones en las mejores condiciones.

Por otro lado, la debilidad de este estudio se encuentra en la muestra recogida, la cual es escasa y no permite poder establecer ningún tipo de conclusión relacionada directamente con los datos recogidos. Por ello es necesario una muestra mucho mayor con la que poder determinar aspectos relevantes que caractericen la actividad física que desarrolla un árbitro de fútbol durante un partido.

De este modo, definimos este trabajo como un estudio piloto con el que más adelante utilizando la misma propuesta de análisis se lleven a cabo una mayor cantidad de registros que ayuden a definir el comportamiento motor, el perfil de actividad física y las características de rendimiento físico del árbitro de fútbol profesional durante un partido de competición oficial.

Análisis fisiológico y del comportamiento motor del árbitro de fútbol desde los “mixed methods”: un estudio piloto.

9. CONCLUSIONES

- Although the quantity of analyzed subjects is very scarce, the collected data falls within the values that have occurred in many previous studies.

Aunque los sujetos analizados sean muy escasos, los datos recogidos se encuadran dentro de los valores que se han dado en múltiples estudios anteriores.

- Shares of high intensity are characterized as the most important in the analysis to understand the physical performance of a football referee.

Las acciones de intensidad elevada se caracterizan por ser las de mayor importancia en el análisis para comprender el rendimiento físico en el árbitro de fútbol.

- The presented methodology of "mixed methods" demonstrates its utility to get a description of greater accuracy and precision in the behavior of a football referee during a match.

La metodología "mixed methods" presentada demuestra su utilidad para conseguir una descripción de mayor exactitud y precisión en el comportamiento del árbitro de fútbol durante un partido.

- The football referee is a very important figure in the development of the game, so investigation on their physical preparation should be done in order so they can be at the same level of demand as the competition.

El árbitro de fútbol se trata de una figura muy importante para el desarrollo del juego por lo que se debe de investigar en cuanto a su preparación para que esta esté a la altura de las demandas de la competición.

9.1. Perspectivas de futuro.

La principal perspectiva de futuro se trata de llevar a cabo la metodología presentada en este trabajo de análisis de un árbitro de fútbol en un gran número de sujetos para así poder determinar de manera más exacta y precisa las necesidades físicas con el fin de poder obtener el mayor rendimiento durante los partidos.

Para ello se debe de conseguir un sistema donde se pueda realizar el análisis observacional a partir del video del partido junto con la velocidad y la frecuencia cardíaca a tiempo real, para de este modo determinar la velocidad y frecuencia cardíaca media en cada tipo de desplazamiento y en cada momento.

10. BIBLIOGRAFÍA

- 1- Blanco, A.; Castellano, J.; Hernández, A. (2000). Generalizabilidad de las observaciones de la acción del juego en el fútbol. *Psicothema*. Vol. 12, Supl. N° 2, pp. 81-86.
- 2- Da Silva, A.I.; Claudio, L.; Fernández, R. (2008). Energy expenditure and intensity of physical activity in soccer referees during match-play. *Journal of Sports Science and Medicine*. N°7, pp. 327-334.
- 3- Sampedro, J. (1999). Fundamentos de táctica deportiva. Análisis de la estrategia en los deportes. *Gymnos*.
- 4- Eissmann, H.J. (1994). The referee. In: Football (Soccer) (edited by B. Ekblom). Oxford: Blackwell Scientific Publishers. Pp. 100-101.
- 5- Mallo, J. (2006). Análisis del rendimiento físico de los árbitros y árbitros asistentes durante la competición en el fútbol. *European Journal of Human Movement*. N°17, pp. 25-40.
- 6- Da Silva, A.I.; De los Santos, H.; Cabrera, C. (2012). Comparative Analysis of Body Composition of Football (Soccer) Referees from Brazil and Uruguay. *International Journal of Morphology*. N°30(3), pp. 877-882.
- 7- Weston, M.; Castagna, C.; Impellizzeri, F.; Rampinini, E.; Abt, G. (2006). Analysis of physical match performance in English Premier League soccer referees with particular reference to first half and player work rates. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 10, 390-397.
- 8- Krstrup, P.; Helsen, W.; Randers, M.; Christensen, J.; MacDonald, C.; Natal Rebelo, A.; Bangsbo, J. (2009). Activity profile and physical demands of football referees and assistant referees in international games. *Journal of Sports Sciences*. 27:11, 1167-1176, DOI: 10.1080/02640410903220310.
- 9- Yanci-Irigoyen, J. (2014). Cambios en la condición física de árbitros de fútbol: un estudio longitudinal. *International Journal of Sport Science*.
- 10- Castagna, C.; D'Ottavio, S. (2001). Effect of Maximal Aerobic Power on Match Performance in Elite Soccer Referees. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 15(4), 420-425.
- 11- Castagna, C.; Abt, G.; D'Ottavio, S. (2007). Physiological Aspects of Soccer Refereeing Performance and Training. *Sports Medicine*. 37 (7): 625-646.
- 12- Casajus, J.A.; Castagna, C. (2007). Aerobic fitness and field test performance in elite Spanish soccer referees of different ages. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 10, 382-389
- 13- Weston, M.; Castagna, C.; Impellizzeri, F.; Bizzini, M.; Williams, A.M.; Gregson, W. (2012). Science and Medicine Applied to Soccer Refereeing. *Sports Medicine*. 42 (7): 615-631.
- 14- Castillo, D.; Cámara, J.; Yanci-Iragoyen, J. (2015). Análisis de la respuesta cardiaca de árbitros de fútbol en competición: estudio de caso. *Sportis*. Vol. I, n°. 2; p. 182-188.
- 15- Catterall, C.; Reilly, T.; Atkinson, G.; Coldwells, A. (1993). Analysis of the work rates and heart rates of association football referees. *British Journal of Sports Medicine*. 27(3).
- 16- Sous, J.O.; Ruiz, J.A.; Brito, M.E. (2010). Valores ergoespirométricos en árbitros de fútbol de Canarias. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. Vol. 10 (39) pp. 428-438.
- 17- Barbero, J.; Boullosa, D.A.; Nakamura, F.Y.; Andrin, G.; Castagna, C. (2012). Physical and physiological demands of field and assistant soccer referees during America's cup. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 26(5)/1383-1388.

- 18- Costa, E.C.; Vieira, C.M.A.; Moreira, A.; Ugrinowitsch, C.; Castagna, C.; Aoki, M.S. (2013). Monitoring External and Internal Loads of Brazilian Soccer Referees during Official Matches. *Journal of Sports Science and Medicine*. 12, 559-564.
- 19- Krustrup, P.; Bangsbo, J. (2001). Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training. *Journal of Sports Sciences*. 19, 881-891.
- 20- Yanci-Irigoyen, J.; Reina Vaíllo, R.; Granados Dominguez, C.; Salinero Martín, J.J.; Los Arcos Larumbe, A. (2014) Valoración y relación de las características antropométricas y la condición física en árbitros de fútbol. *Revista española de educación física y deportes*. Nº 406, 3er trimestre, 15-27.
- 21- Da Silva, A.I.; Fernandes, L.C.; Fernandez, R. (2011). Time motion analysis of football (soccer) referees during official matches in relation to the type of fluid consumed. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. Volume 44(8) 801-809.
- 22- Castagna, C.; Abt, G. (2003). Intermatch Variation of Match Activity in Elite Italian Soccer Referees. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 17(2), 388-392.
- 23- Weston, M.; Batterham, A.M.; Castagna, C.; Portas, M.D.; Barnes, C.; Harley, J.; Lovell, R.J. (2011). Reduction in Physical Match Performance at the Start of the Second Half in Elite Soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 6, 174-182.
- 24- Mallo, J.; Garcia Aranda, J.M.; Navarro, E. (2007). Evaluación del rendimiento físico de los árbitros y árbitros asistentes durante la competición en el fútbol. *Archivos de medicina del deporte*. Volumen 24, Nº 118.
- 25- Anguera, M.T.; Camerino, O.; Castañer, M.; Sánchez-Algarra, P. (2014). Mixed methods en la investigación de la actividad física y el deporte. *Revista de Psicología del Deporte*. Vol. 23, núm. 1, pp. 123-130.
- 26- Camerino, O.; Castañer, M.; Anguera, M.T. (2012). Mixed Methods Research in the Movement Sciences: Case studies in sport, physical education and dance. Londres: Routledge.
- 27- Castañer, M.; Camerino, O.; Anguera, M.T. (2013). Métodos mixtos en la investigación de las ciencias de la actividad física y el deporte. *Apunts*. Educación Física y Deporte. 112(2), 31-36.
- 28- Anguera, M.T. (2005). La observación. En *Evaluación psicológica* (1. ed., pp. 255-292).
- 29- Anguera, M.T. (2001). Cómo apresar las competencias del bebé mediante una aplicación de la metodología observacional. *Contextos educativos*, (4), 13-34.
- 30- Gabín, B.; Camerino, O.; Anguera, M.T.; Castañer, M. (2012). Lince: Multiplatform sport analysis software. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 46. 4692-4694.
- 31- Statsports.com, STATSports Viper Pod [sede Web]. Irlanda del Norte. Disponible en: <http://statsports.com/technology/viper-pod/>.
- 32- D'Ottavio, S.; Castagna, C. (2001). Physiological load imposed on elite soccer referees during actual match play. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 27-32.
- 33- Reilly, T.; Gregson, W. (2006). Special populations: The referee and assistant referee. *Journal of Sports Sciences*. 795-801.
- 34- Stølen, T.; Chamari, K.; Castagna, C.; Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer. *Sports Medicine*. 501-536.

- 35- Castagna, C.; Abt, G.; D'Ottavio, S. (2002). Relation between fitness tests and match performance in elite italian soccer referees. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 231-235.
- 36- Weston, M.; Castagna, C.; Helsen, W.; Impellizzeri, F. (2009) Relationships among field-test measures and physical match performance in elite-standard soccer referees. *Journal of Sports Sciences*. 1177-1184.