

ANÁLISIS BIOMECÁNICO APLICADO A LA VALORACIÓN DEL RENDIMIENTO TÉCNICO DEL ÁRBITRO DE FÚTBOL

Mallo Sainz, J.* , García-Aranda Encinar, J.M.** y Navarro Cabello, E.*

*Laboratorio de Biomecánica Deportiva. I.N.E.F. Madrid

**Departamento de Arbitraje de la F.I.F.A.

Este estudio pretende profundizar en el conocimiento del rendimiento técnico del árbitro de fútbol. Para ello se filmaron y analizaron a 11 árbitros de categoría Internacional y se calculó la distancia a las infracciones, controlando el tiempo y el espacio (zona) en las que ocurrían, mediante una técnica basada en la Fotogrametría en 2 dimensiones. Los datos constataron cómo los árbitros disminuyen su rendimiento durante los partidos, lo que hace que sigan el juego a una distancia mayor en el segundo tiempo en relación al primero. Las distancias medias a las infracciones en la zona de ataque izquierda aumentaron ($p < 0.05$) del primer al segundo tiempo, al igual que lo hicieron las 5 máximas distancias a las infracciones en cada período ($p < 0.05$). Los resultados obtenidos reafirman la idea de que, incluso los árbitros de alto nivel, experimentan fatiga en el transcurso de los partidos de fútbol.

Árbitro; Fútbol; Infracciones; Fotogrametría 2D

INTRODUCCIÓN

El papel de los árbitros en la Alta Competición en el deporte del fútbol se antoja fundamental para el correcto funcionamiento del mismo. Es por esto que la más alta institución encargada del desarrollo y control del deporte a nivel mundial, la F.I.F.A. (Federación Internacional de Fútbol Asociado) muestra una gran preocupación en cómo optimizar la preparación y el rendimiento de los árbitros y de los árbitros asistentes.

Diversos estudios han constatado la aparición de fatiga en los árbitros en el transcurso de los partidos, bien sea por recorrer una menor distancia (D'Ottavio y Castagna, 2001) o bien por correr menos tiempo a una alta intensidad (Krustrup y Bangsbo, 2001) al comparar los valores obtenidos en el primer y segundo período.

Otro parámetro que podría emplearse para caracterizar la aparición de esta fatiga y que afecta al rendimiento técnico del árbitro, es el control de la distancia a las infracciones señaladas durante el juego. En condiciones normales, el seguimiento cercano del juego otorga al árbitro una perspectiva idónea para favorecerle en el proceso de toma de decisión. Por el contrario, la aparición de fatiga le induciría a no seguir el juego de cerca y por ende, aumentar la probabilidad de tomar decisiones incorrectas, con la importancia que ello pudiera significar para el devenir del resultado del partido.

Los objetivos de este trabajo de investigación son:

- Desarrollar y validar una herramienta que permita calcular distancias sobre el terreno de juego de una manera fiable.
- Calcular la distancia de los árbitros a cada una de las infracciones señaladas durante el juego en partidos de competición oficial.
- Clasificar las infracciones atendiendo a dos variables: la zona en las cuales ocurren y el tiempo real de juego en las cuales se señalan.

MÉTODOS

Once árbitros (edad: 33 ± 4 años; altura: 183 ± 7 cm y peso: 81 ± 11 kg) con una experiencia en categoría Internacional de 2 ± 1 años, fueron filmados y analizados durante 12 partidos pertenecientes a la primera fase del Campeonato del Mundo Sub-17 de la FIFA, celebrado en Finlandia entre los días 13 y 30 de Agosto de 2003.

La técnica experimental utilizada en el presente estudio se denomina Fotogrametría en Dos Dimensiones y permite calcular la proyección de puntos en el plano a partir de las imágenes de vídeo. Para llevar a cabo esta técnica, los partidos fueron filmados utilizando 3 cámaras de vídeo ubicadas en la tribuna principal de los estadios. Cada una de las cámaras filmaba aproximadamente un tercio del terreno de juego, registrándose con la suma de las tres, la totalidad del campo.

Posteriormente, en el Laboratorio de Biomecánica Deportiva del I.N.E.F. de Madrid, se visualizaron todos los partidos y se capturaron en ordenador la totalidad de infracciones ocurridas durante el juego. Utilizando el software desarrollado al efecto, se digitalizaron cada uno de los fotogramas marcando en ellos la posición del árbitro y la del lugar donde ocurría la infracción.

A través de un procedimiento matemático, basado en los algoritmos de la DLT (Abdel-Aziz & Karara, 1971) y utilizando un sistema de referencia formado por 6 puntos para cada cámara, cuyas dimensiones reales se midieron sobre el terreno de juego, se pudieron transformar las coordenadas digitalizadas en el ordenador (pixels) en unidades reales (metros). Una vez conocidas las posiciones reales del árbitro y del lugar de la infracción, se pudo calcular la distancia entre los puntos aplicando la siguiente fórmula:

$$\sqrt{(x_1-x_2)^2 + (y_1-y_2)^2}$$

Todas las infracciones fueron clasificadas atendiendo a dos variables: tiempo real de juego y espacio (zona del campo) donde ocurrían. En relación al tiempo de juego, las faltas fueron agrupadas en intervalos de 15 minutos, mientras que para ubicar el lugar de las faltas, se utilizó como referencia el modelo de análisis de Krustup y Bangsbo (2001), que dividía el campo en dos grandes zonas: central y de ataque.

La zona central del campo quedaba marcada 20 metros a cada lado de la línea divisoria de ambos terrenos, mientras que las zonas de ataque ocupaban el resto del campo. Partiendo de este modelo, éstas zonas se dividieron horizontalmente en dos partes iguales, nombradas derecha e izquierda según el sentido del equipo que atacaba. Debido a la simetría diagonal del campo, se establecieron finalmente un total de 4 zonas: zona de ataque derecha, zona de ataque izquierda, zona media derecha y zona media izquierda (Figura 1).

El motivo de haber ampliado las zonas iniciales propuestas por Krustup y Bangsbo (2001) es intentar comprobar si los árbitros asistentes tienen algún influencia sobre la aparición de fatiga en los árbitros.

Para cada uno de los árbitros, se calculó la distancia media a la infracción para cada 15 minutos y para cada zona. Al mismo tiempo, se registraron también las 5 máximas distancias a las infracciones en cada período y en cada zona.

Las diferencias en cuanto a frecuencia y distancia a las faltas entre el primer y segundo período se calcularon mediante un t-test de Student para muestras dependientes. Cuando los datos a comparar abarcaban intervalos de 15 minutos, se utilizó una prueba ANOVA para muestras repetidas. De igual modo, se utilizó un análisis de la varianza para ver las

diferencias entre las distintas zonas del terreno de juego. En el caso de detectarse alguna diferencia significativa, se utilizó la prueba post-hoc de Newman-Keuls. El grado de significación establecido a priori fue de $p < 0.05$.

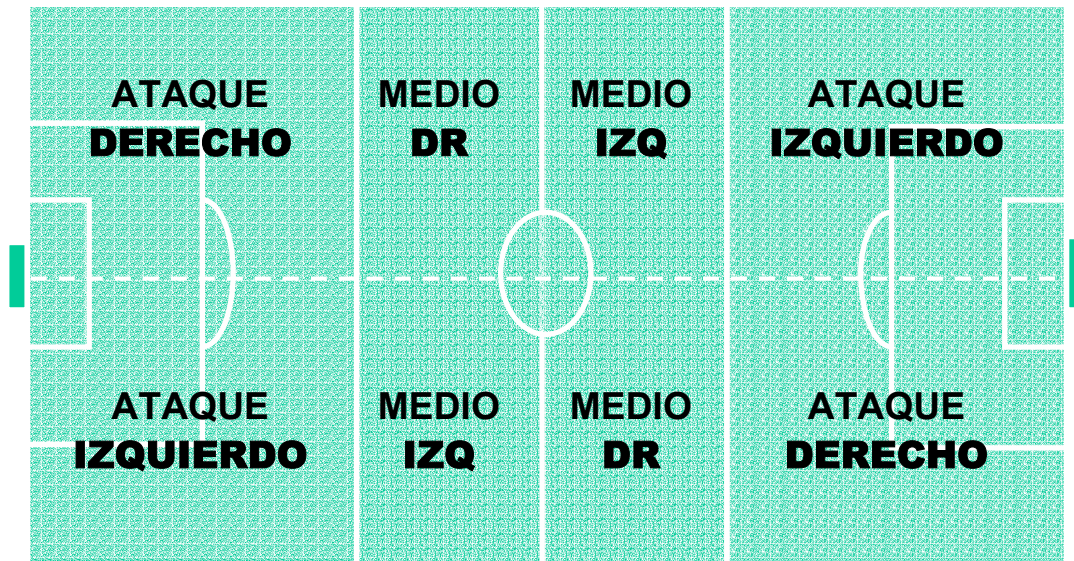


Figura 1. Modelo de análisis para clasificar el lugar en el cuál ocurrían las infracciones

RESULTADOS

El número total de faltas analizadas durante el juego fue de 408. No hubo ninguna diferencia significativa al comparar el número de faltas señaladas en el primer y segundo tiempo ($p > 0.05$), ni en intervalos de 15 minutos ($p > 0.05$) ni tampoco al comparar la distribución de faltas en las 4 zonas planteadas en este estudio ($p > 0.05$).

La distancia media a las infracciones para el total del partido, sin clasificarlas en zonas, fue de 16.46 metros. Aunque la distancia aumento del segundo al primer tiempo (16.69 a 16.18 m) las diferencias no fueron significativas. Tampoco se encontraron diferencias significativas al comparar la distancia media a las infracciones en intervalos de 15 minutos.

Al clasificar las infracciones por la zona en la que ocurrieron, se encontró que en la zona de ataque derecha, la distancia a la cual se indicaban las mismas era significativamente mayor ($p < 0.05$) que en las otras 3 zonas, lo cual vendría a plasmar la colaboración entre el árbitro y árbitro asistente, puesto que se trata de la zona donde mayor influencia operativa tiene el árbitro asistente, de ahí que el árbitro no tenga la necesidad de seguir el juego tan de cerca.

Cuando en el análisis se combinaron ambos criterios: tiempo y espacio de las infracciones, se pudo comprobar como en la zona de ataque izquierda, fue en la única en la que la distancia a las infracciones aumentó significativamente del primer al segundo tiempo. ($p < 0.05$) (Figura 2a). Cuando se utilizó la clasificación de Krustup y Bangsbo (2001) para dividir el campo, no se encontró un aumento significativo entre periodos de juego.

Un fenómeno similar se pudo encontrar al comparar la evolución de las 5 máximas distancias a las faltas en el primer y segundo tiempo, siendo en la zona de ataque izquierda en la única en la que se aumentó significativamente (Figura 2b). De nuevo, al utilizar el criterio de Krustup y Bangsbo (2001) no se encontraron diferencias significativas.

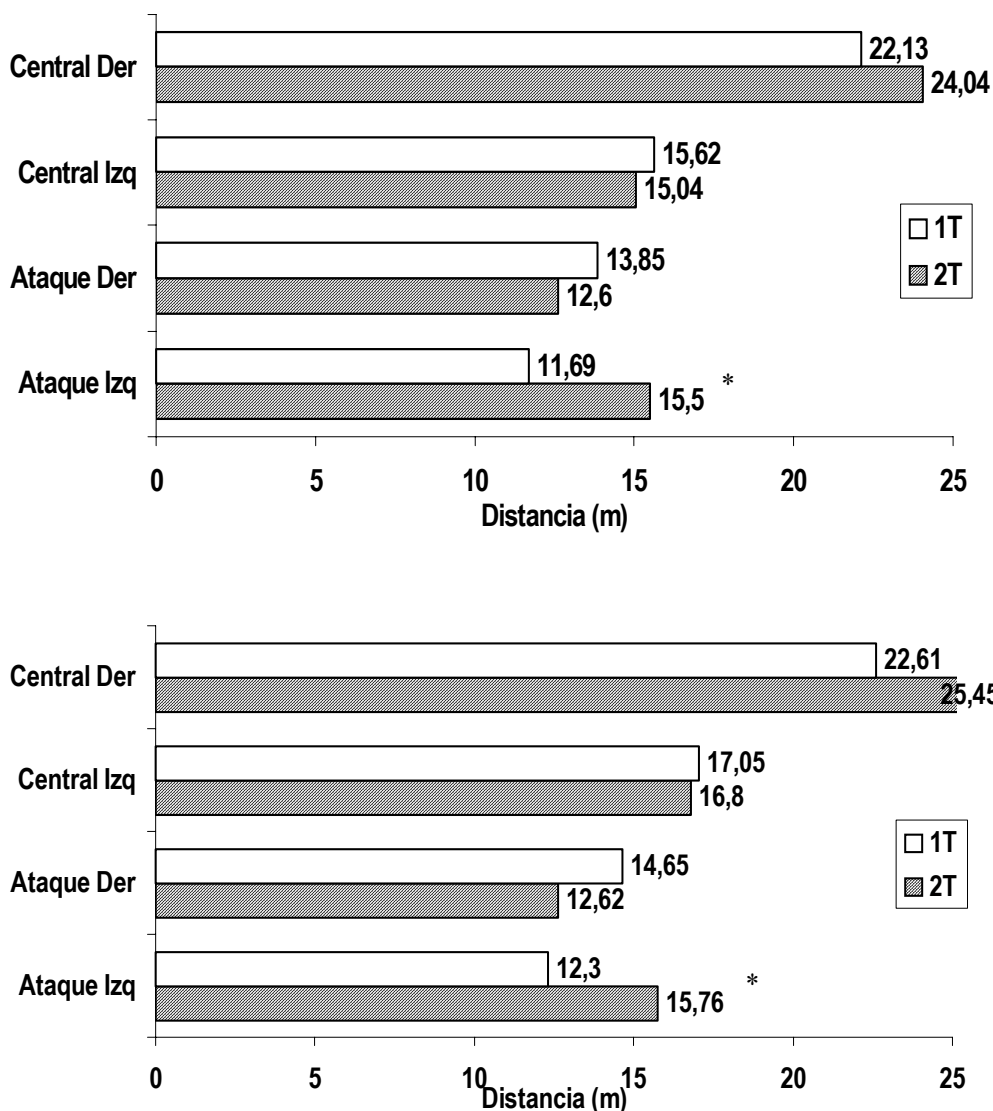


Figura 2. Evolución del primer al segundo tiempo de las distancias a las infracciones en las 4 zonas analizadas, (a) distancia media y (b) 5 máximas distancias a las infracciones.

CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación aporta un nuevo criterio a la hora de valorar la distancias a las faltas. La división horizontal del campo en dos mitades, permite circunscribir la influencia de los árbitros asistentes a la hora de indicar las infracciones.

Al mismo tiempo, se puede utilizar esta variable para constatar la aparición de fatiga en los árbitros de fútbol, puesto que tanto la distancia media como la distancia máxima a las faltas aumentaron a lo largo del juego.

Aunque las causas que originan la fatiga no son el motivo de estudio de esta investigación, sí es necesario reseñar que en los árbitros de nivel internacional ocurren estos episodios de fatiga y que su rendimiento técnico disminuye a lo largo del partido. Debido a la influencia que los árbitros tienen en el devenir de los partidos, deben requerir unos niveles de condición física superiores (principalmente de resistencia intermitente) para retrasar o evitar la aparición de fatiga.

Como conclusión final, queremos reseñar que la utilización de variables obtenidas mediante análisis biomecánico (objetivas y cualitativas), tales como las distancias a las infracciones, pueden ser de gran interés tanto para la obtención de datos generales expresados en forma de promedio (como es el caso del trabajo que se presenta) como para la valoración individual realista del rendimiento físico y técnico del árbitro.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado gracias al apoyo económico de la Federación Internacional de Fútbol Asociado (F.I.F.A.) y a los medios aportados por la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de Madrid.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDEL-AZIZ, Y.I. & KARARA, H.M. (1971). "Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry". Proceedings of the Symposium on Close-Range Photogrammetry. Falls Church, VA, American Society of Photogrammetry.
- D'OTTAVIO, S. & CASTAGNA, C. (2001). "Analysis of match activities in elite soccer referees during actual match play". Journal of Strength and Conditioning Research. 15 (2), 167-171.
- 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.