

Uso defensivo del espacio de interacción en fútbol **Defensive use of the interaction space in soccer**

Julen Castellano y David Álvarez
Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

Resumen

El objetivo del trabajo fue conocer el uso estratégico en defensa del espacio de interacción desplegado por los equipos de fútbol en la dinámica de competición. Se codificaron seis partidos de la Liga española, registrándose la ubicación espacial de jugadores y el balón en cada una de las posesiones individuales de balón ($n = 6793$) que ocurrieron durante la competición. Los registros se codificaron a partir de la salida bidimensional de datos que aporta la tecnología video tracking del sistema AMISCO®, que permitió registrar las siguientes variables: amplitud (AMP), profundidad (PRO), distancia de la defensa a la portería que defiende (DDP) y distancia del balón a la defensa (DBD) cuando los equipos estuvieron sin la posesión del balón o en defensa. Las variables espaciales se correlacionaron con la distancia del balón a la portería adversaria (DBP), en metros, cuando el equipo rival tuvo la posesión del balón. Los resultados mostraron que los equipos hacen un uso estratégico del espacio cuando no están en posesión del balón. Existió una correlación positiva y significativa entre DBP con el resto de las variables, especialmente con DDP y DBD. Las conclusiones de este trabajo permiten aumentar el conocimiento respecto al uso del espacio de interacción que los equipos adoptan cuando no tienen la posesión del balón, con el objetivo de contrarrestar el ataque rival, y que debería ser aplicado en el proceso de entrenamiento.

Palabras clave: fútbol; análisis de partido; video tracking; espacio de interacción; posesión.

Abstract

The aim of the study was to determine the ways in which soccer players use in defense the pitch space during a competitive match. Six matches from the Spanish league were studied, recording the spatial location of players and the ball in each of the individual ball possessions ($n = 6793$) that occurred during competitive play. Coding was performed with the 2 dimensional data obtained through the AMISCO® video tracking system, which enabled the following variables to be recorded: width (AMP), depth (PRO), distance between defensive line in relation to the goal being defended (DDP) and distance from the ball to the defensive line (DBD). All these variables were coded only when the team did not have possession. Four spatial variables were correlated with the distance from the ball to the opponent goal (DBP), in meters, when the other team had possession of the ball. The results showed that teams make use of space of interaction when they had not the possession of the ball. The correlations were positive and significant among DBP with the others variables, especially with DDP and DBD. The conclusions of this paper can enhance knowledge regarding the use of interaction space that teams develop when they do not have the possession of the ball, in order to counter the rival attack, and that it should be applied in the training process.

Key words: soccer; match analysis; video tracking; tactical behavior; possession.

Correspondencia/correspondence: Julen Castellano Paulis
Universidad del País Vasco (UPV/EHU). Departamento de Educación Física y Deportiva, doctorando.
E-mail: julen.castellano@ehu.es

Introducción

La presencia de incertidumbre en el fútbol obliga a los investigadores a un esfuerzo **L**ímprobo para explicar y predecir una realidad hasta cierto punto, incierta, como es el resultado de un partido de fútbol. Cada vez más, el análisis de los partidos es comúnmente usado en muchos deportes, y es visto como un proceso clave para permitir que los entrenadores puedan disponer de información objetiva que proporcione retroalimentación del rendimiento (Carling, Williams, y Reilly, 2005) con la que optimizar el proceso de formación de jugadores y equipos (Hughes y Franks, 2004). El objetivo principal del análisis del partido es identificar las fortalezas del equipo propio o rival, que luego puedan ser potenciados o evitados, y las debilidades, lo que supondrían áreas de mejora o de entrenamiento (Carling, Bloomfield, Nelsen, y Reilly, 2008).

En los últimos años la investigación en el deporte ha avanzado a gran velocidad, facilitado por la incorporación de las nuevas tecnologías (Brekaoui, Cazorla, y Léger, 2010), lo que ha permitido aumentar el conocimiento a aplicar a jugadores y equipos en el entrenamiento para incrementar el rendimiento. Aunque el análisis del rendimiento pueda ser un buen recurso para analizar la interacción del juego (Camerino, Chaverri, Anguera, y Jonsson, 2012; Castellano, 2000; Castellano, Perea, y Hernández-Mendo, 2008; Seabra y Dantas, 2006; Perea, Castellano, Alday, y Hernández-Mendo, 2012; Robles, Castellano, Perea, Martínez-Santos, y Casamichana, 2011; Tenga, Holme, Ronglan, y Bahr, 2010a y b; Suzuki y Nishijima, 2004) y conocer más acerca del equilibrio inestable del mismo (Gréhaigne, Godbout, y Zerai, 2011), las nuevas tecnologías como radiofrecuencia, videotracking o dispositivos GPS (Leser, Baca, y Ogris, 2012), que permiten una recogida de datos más objetiva, precisa y fiable (McGarry, Anderson, Wallace, Hughes, y Franks, 2002) de la localización de los jugadores (y, en consecuencia, de los equipos) abren nuevas perspectivas para indagar en torno a las perturbaciones (Hughes, Dawkins, David, y Mills, 1998) que anteceden a las situaciones críticas de gol, y que podrían desvelar aspectos reveladores de los procesos tácticos de jugadores y equipos.

De entre las tecnologías, la técnica de monitorización mediante vídeo o *videotracking* (como los sistemas ProZone® o Amisco®) aplicada en el fútbol, permite monitorizar a los 22 jugadores, el balón y el árbitro de manera semiautomática a partir de la cual analizar el juego. Actualmente, los investigadores utilizan esta tecnología, fundamentalmente para conocer el rendimiento físico (Castellano, Blanco-Villaseñor, y Álvarez, 2011; Di Salvo y col, 2007) o físico-técnico de los jugadores (Carling, 2011; Dellal, Wong, Moalla, y Chamari, 2010), aunque su aplicación en la identificación de indicadores tácticos de rendimiento (Lames y McGarry, 2007) es una realidad inminente (Sampaio y Maçãs, 2012). Con la implementación de esta tecnología al deporte, comienza a resultar no muy complicado disponer de las variables espacio-temporales que pueden ser relevantes para comprender la complejidad táctica del juego. La relación de fuerzas (Gréhaigne, Bothier, y David, 1997) puestas en juego en la competición puede ser analizada a partir de la distribución de los equipos sobre el terreno de juego y, por tanto, describiendo de qué manera los equipos hacen un uso estratégico del espacio. En este sentido, nuevas líneas de investigación tratan de identificar estas configuraciones, usando para tal fin conceptos como centroide o centros geométricos de los equipos mediante tecnología de radiofrecuencia (Frencken, De Poel, y Lemmink, 2011), videotracking (Frencken, De Poel, Visscher, y Lemmink, 2012) o dispositivos GPS (Sampaio y Maçãs, 2012).

Con todo, el objetivo del presente estudio es conocer cómo los equipos hacen uso estratégico del espacio cuando no están en posesión del balón considerando las variables: amplitud y profundidad del equipo, distancia de la línea defensiva a la portería y distancia del balón a la línea defensiva. Se contextualizarán, además, dichas variables a partir de la distancia del balón a la portería contraria cuando el equipo rival estuvo en posesión del balón.

Método

Participantes

Se analizaron todas las posesiones individuales de balón de los jugadores, es decir, cada vez que un jugador de cualquiera de los equipos que fueron analizados tocó el balón ($n = 6793$), durante seis partidos de la Liga española de 1ª división de la temporada 2005-06. El muestreo fue por conveniencia. De los partidos facilitados por el Club se optó buscar la mayor representatividad de los mismos seleccionando al azar tres partidos disputados en casa y otros tantos fuera, en el que estuviera repartidas por igual las victorias, derrotas y los empates. Además, solo se escogieron aquellos partidos que discurrieran sin incidencias extradeportivas o en los que no existieron expulsiones o lesiones que dejaran el partido desequilibrado numéricamente. Los seis partidos, que han supuesto 12 rendimientos de equipo, se disputaron en estadios con unas dimensiones medias de los terrenos de juego de 105,5 m de largo por 68,5 m de ancho, en los que intervinieron siete equipos diferentes. El club dio permiso para que esta información fuera utilizada. Además, para respetar la confidencialidad de los jugadores, los datos fueron anonimizados antes del análisis. El Comité de Ética de la Universidad del País Vasco (CEISH) dio informe positivo a la realización del estudio.

Material

Se utilizó un sistema multicámara de seguimiento computerizado (*AMISCO Pro®*, Nice, France) para obtener los datos de las posesiones de balón de los jugadores y, por tanto, las distancias que existieron entre ellos. La fiabilidad y validez de este sistema semiautomático de seguimiento ha sido evaluado en Zubillaga (2006). También se utilizaron el reproductor de video *Windows media player*, la hoja de cálculo *Excel* y el paquete estadístico *SPSS v.19*.

Variables

Las variables estudiadas relacionan la ubicación de los jugadores entre sí y el balón en el espacio. En todos los casos no se tuvo en cuenta a los porteros. Con relación a la primera, la relación espacial entre jugadores, se definieron las siguientes variables: 1) amplitud (AMP), como la distancia que separa a los dos jugadores del equipo en defensa más separados en el eje transversal del terreno de juego; 2) profundidad (PRO), como la distancia entre los dos jugadores del equipo en defensa más separados en el eje longitudinal del terreno de juego; 3) distancia de la defensa a la portería que defiende (DDP), como la distancia que separa al jugador más retrasado del equipo en defensa respecto a la portería que defiende; y 4) distancia del balón a la defensa (DBD), como la distancia entre el balón, cuando estuvo en posesión del equipo rival, y el último jugador de la defensa. Como variable independiente se tomó la distancia del balón a la portería adversaria (DBP), cuando el equipo rival tuvo la posesión del balón (figura 1). La distancia de todas las variables fue medida en metros.

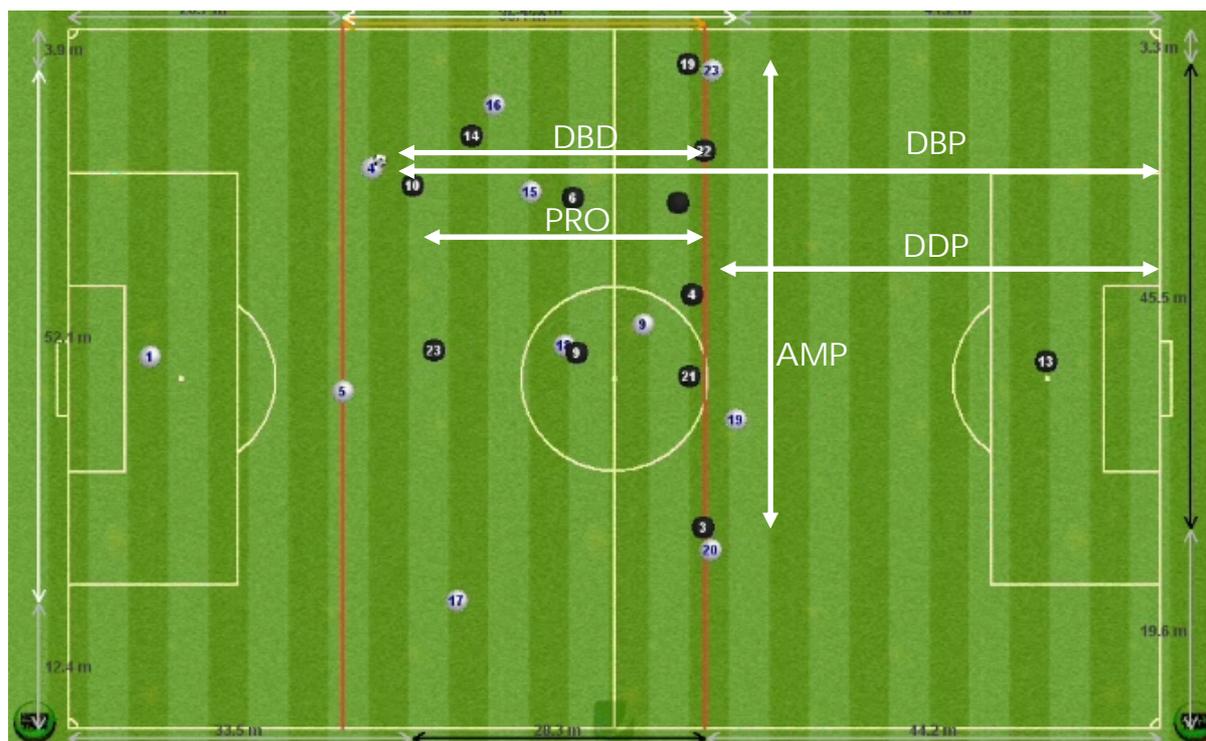


Figura 1. Variables espaciales del equipo (en negro) sin posesión del balón, donde AMP es amplitud, PRO es profundidad, DDP es distancia de la defensa a la portería que defiende, DBD es distancia del balón a la defensa y DBP es distancia del balón en posesión del equipo rival (en blanco) a la portería de ataque.

Procedimiento

Una vez los partidos fueron codificados a partir de sistema *AMISCO Pro*® (versión 3.2.1.11) y convertidos en una representación bidimensional, se activaron de entre las opciones que permite la aplicación *AMISCO Viewer*® aquellas que aportan en pantalla las distancias de los jugadores entre sí y con relación a las líneas de fondo, así como la ubicación del balón respecto a la línea de gol, es decir, al eje longitudinal del campo (Figura 2). El resultado del vídeo fue grabado en un nuevo vídeo que más tarde se utilizó para registrar manualmente dichos valores en una hoja de cálculo *Excel*. Cada vez que un jugador de cualquiera de los equipos tomaba contacto con el balón, se registraron todas las variables (AMP, PRO, DDP, DBD y DBP). Después del registro, los datos fueron filtrados para detectar posibles errores en la transcripción de los mismos.

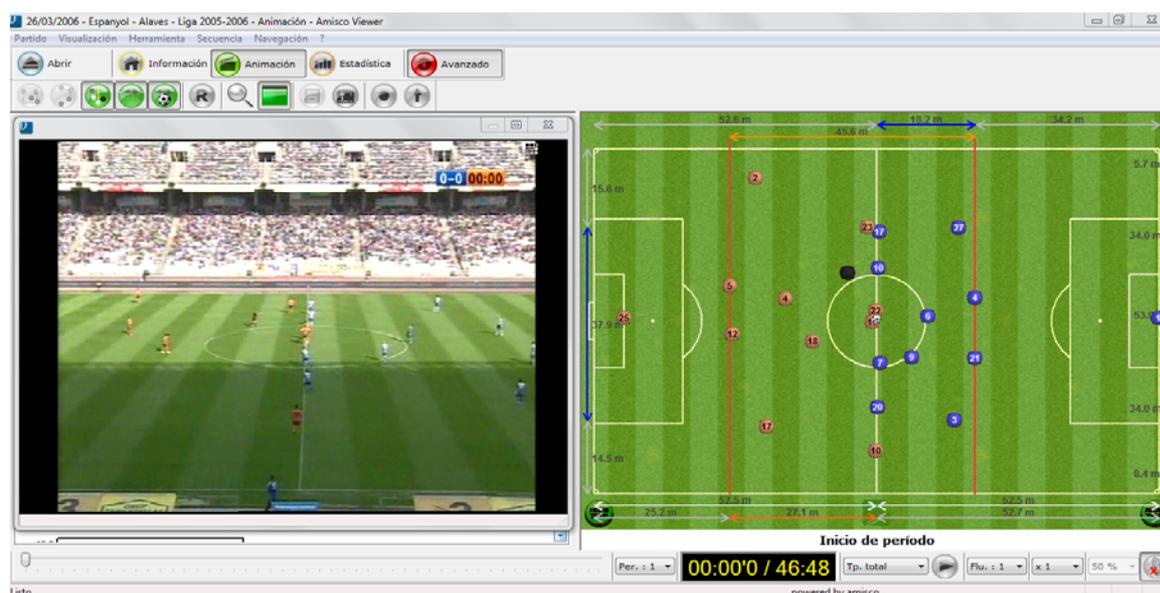


Figura 2. Captura de pantalla del programa *AMISCO Pro*® (Nice, France) a partir de la cual se extraen los valores de las distancias de las variables estudiadas de la ubicación de jugadores y el balón.

Análisis estadísticos

Los datos son presentados como medias, desviaciones estándar ($\pm ds$) e intervalos de confianza al 95 % (IC95%). Para la prueba de homogeneidad de las varianzas se utilizó el estadístico de *Levene* y la normalidad fue comprobada utilizando el test de *Kolmogorov-Smirnov*. Dos modelos de regresión lineal fueron utilizados para identificar, cuando el equipo se encontraba en defensa, en qué manera las variables DBD y DDP se vieron influenciadas por la variable DBP teniendo el equipo rival la posesión del balón. Los modelos estimados fueron los siguientes: 1) $DBD = \beta_0 + \beta_1 * DBP + \mu$, y 2) $DDP = \beta_0 + \beta_1 * DBP + \mu$. Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el paquete estadístico SPSS v.19.0 para Windows y el nivel de significación admitido fue de $p < 0.01$.

Resultados

Cuando los equipos no tuvieron el balón, la amplitud (AMP) que abarcaron fue de $36,8 \pm 7,0$ (36,6-36,8) m, y la profundidad (PRO) fue $33,8 \pm 7,6$ (33,6-34,0) m. La distancia media donde se situó la línea defensiva respecto al balón (DBD) fue $25,1 \pm 14,5$ (24,7-25,4) m. Finalmente, la defensa se situó respecto a la portería que defendían (DDP) a una distancia de $33,0 \pm 12,8$ (32,7-33,3) m cuando el equipo no tuvo la posesión del balón (figura 3).

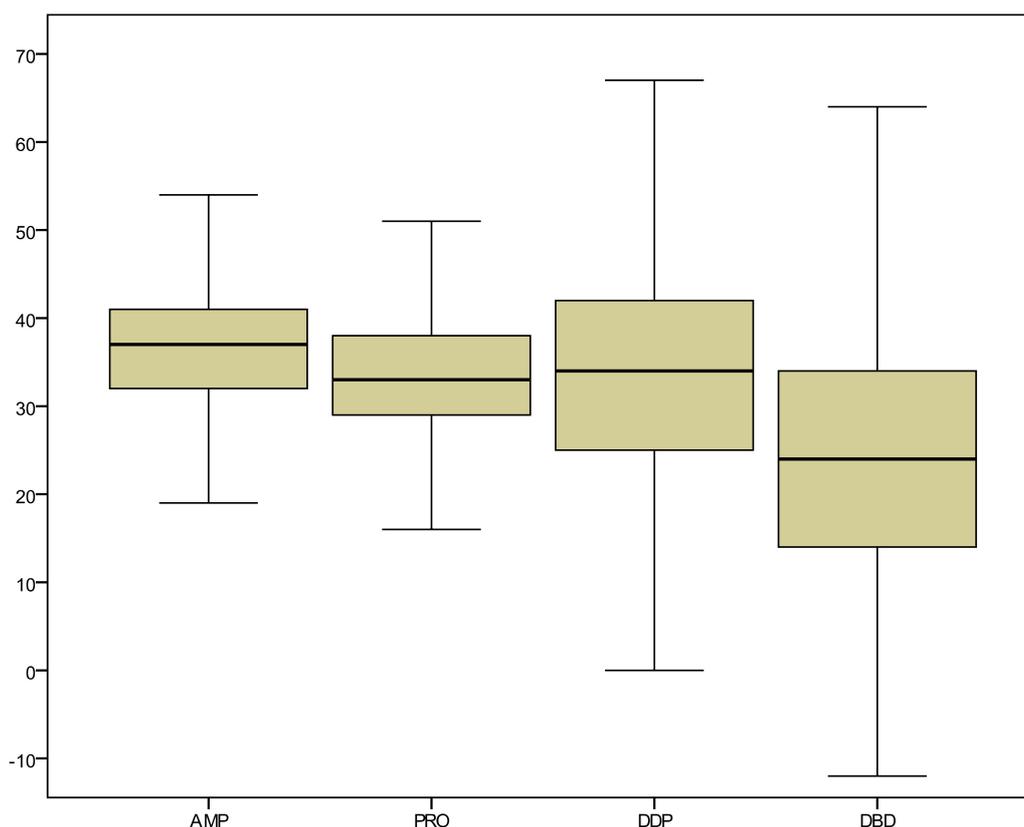


Figura 3. Representación gráfica de los valores, en metros (m), obtenidos de las variables espaciales de interacción: amplitud (AMP), profundidad (PRO), distancia de la defensa a la portería (DDP) y distancia del balón a la defensa (DBD) cuando el equipo no tiene posesión del balón.

Como puede apreciarse en la figura 3, y a pesar de que el terreno de juego en el fútbol sea más largo que ancho, la amplitud de los equipos es mayor que su profundidad cuando se defiende. Destaca también como los equipos cuando están en defensa se mantienen más cerca del balón que de la portería que defienden; aunque para estas dos últimas variables espaciales (DDP y DBD) la variabilidad de los valores registrados resultó mayor. Los valores negativos en la variable DBD tuvieron que ver con aquellas jugadas en las que el rival consiguió llevar el balón a la espalda de la defensa.

En la tabla 1 se recogen los valores de las correlaciones entre las cuatro variables estudiadas (AMP, PRO, DBD y DDP) cuando el equipo no tuvo posesión del balón, y la distancia del balón respecto a la portería a la que se ataca teniendo el rival la posesión del balón (DBP). Como puede apreciarse las correlaciones son altas y significativas entre DBP cuando el rival tenía posesión del balón respecto a DDP y DBD del equipo en defensa, 0,859 y 0,891 respectivamente. También fue positiva y significativa la correlación, por encima de 0,5 entre las variables DDP y DBD.

Tabla 1. Valores de correlación de Pearson y la significación bilateral (entre paréntesis) entre las variables del espacio de interacción de los equipos.

Variables	AMP	PRO	DDP	DBD
DBP	0,215** (<0,01)	0,214** (<0,01)	0,859** (<0,01)	0,891** (<0,01)
AMP		0,113** (<0,01)	0,249** (<0,01)	0,136** (<0,01)
PRO			0,193** (<0,01)	0,182** (<0,01)
DDP				0,533** (<0,01)

**La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Finalmente, se llevaron a cabo la estimación de dos modelos de regresión para estudiar la distancia a la que la línea defensiva estuvo respecto al balón (DBD), figura 4A, y a la portería que debía defender (DDP), figura 4B, cuando el equipo estuvo en la fase defensiva respecto a la distancia entre el balón y la portería de ataque (DBP) cuando el rival tuvo la posesión del balón.

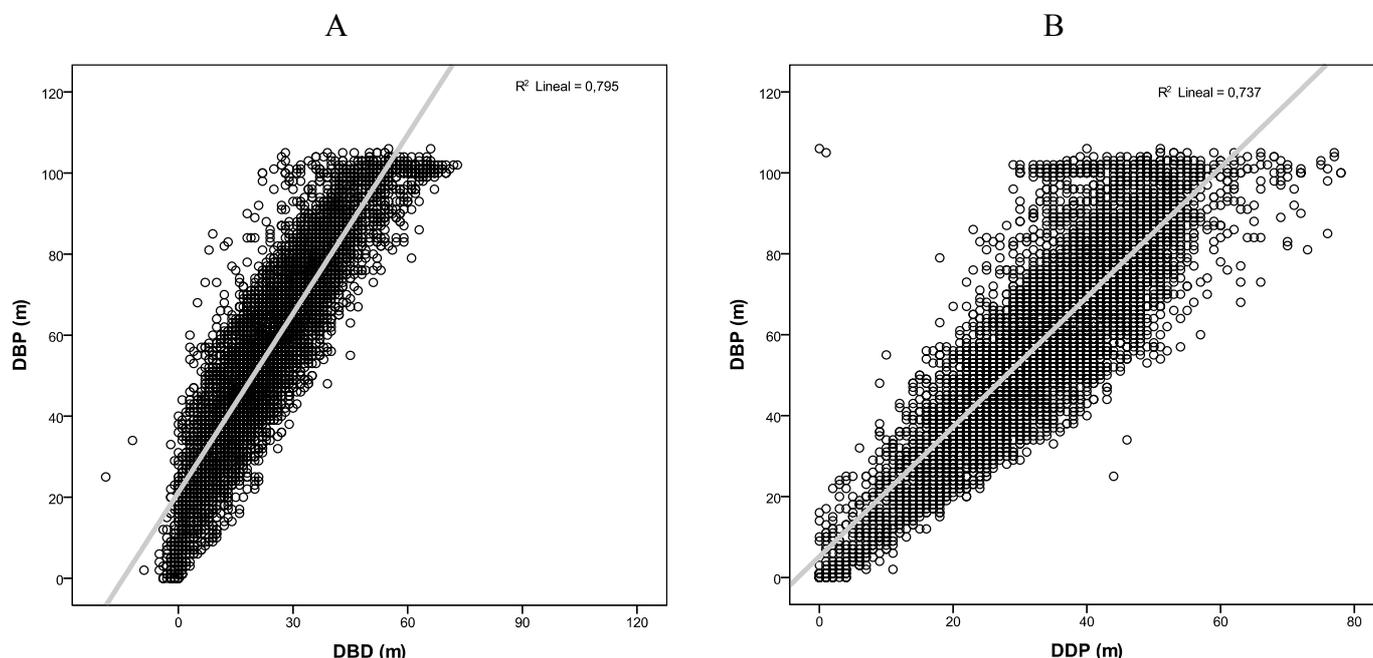


Figura 4. Diagrama de dispersión y línea de tendencia de la correlación entre la variable DBP (distancia del balón a la portería) con relación a las variables: A) DBD (distancia del balón a la defensa) y B) DDP (distancia defensa a la portería que se defiende).

El primer modelo (1) explica casi el 80% de la varianza de la distancia del balón a la defensa (DBD). Las estimaciones realizadas para el modelo de regresión de la variable DBD viene explicada por la variable distancia en la que el equipo con posesión tiene el balón multiplicada por 0,54 más la constante negativa -6,3 m y el error residual, con un nivel de significación <0,01. El segundo modelo (2) explica casi el 74% de la varianza de la distancia de la defensa a la portería que se defiende (DDP) a partir de la variable DBP. Las estimaciones realizadas para el modelo de regresión de la variable DDP viene explicada por la variable DBP multiplicada por 0,46 más la constante 6,3 m y el error residual, con un nivel de significación <0,01.

Tabla 2. Valores de regresión para los modelos estimados de manera individual para las variables DBD (distancia del balón a la línea defensiva) y DDP (distancia de la línea defensiva a la portería que defiende) respecto a la variable independiente (VI) distancia a la que tiene el balón el equipo rival en posesión del balón a la portería (DBP).

Modelo	VI	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados		Sig.
		B	Error típico	Beta	t	
[1] DBD	Constante	-6,3	0,209		-30,119	<0,01
	DBP	0,54	0,003	0,891	162,112	<0,01
[2] DDP	Constante	6,30	0,209		30,119	<0,01
	DBP	0,46	0,003	0,859	138,049	<0,01

Discusión

El objetivo de este estudio fue conocer el uso estratégico que del espacio hacen los equipos cuando están en labores defensivas. Para ello se registraron las distancias entre los jugadores de un mismo equipo y, en especial, la ubicación de la defensa en relación al lugar donde los rivales tuvieron la posesión del balón en la fase de ataque. Para el conocimiento de los autores este es el primer trabajo que estudia cuál es la configuración del equipo y la ubicación respecto a la portería que se defiende de la línea más retrasada del equipo en función de la distancia del balón a la portería que defienden, tomando como unidad de registro cada una de las posesiones individuales de balón. Además, es novedosa la propuesta de conocer la traslación de la línea defensiva de los equipos sin posesión del balón a partir de dos modelos explicativos de regresión lineal.

En el fútbol el despliegue espacial cuando el equipo tiene la posesión del balón atiende principalmente a la necesidad de generar incertidumbre y desequilibrar al equipo adversario sin posesión del balón, con el objetivo de acercarse a la portería adversaria. Mientras, el equipo sin posesión del balón, si no ha podido influir en el juego de ataque del rival (obligando al adversario a un tipo de juego ofensivo no deseado por ellos), procura hacer frente a las propuestas ofensivas rivales, temporizando, replegando y defendiendo su portería. La cercanía al portador del balón de jugadores rivales en defensa y las ayudas de sus compañeros a estos últimos, integrados en el equilibrio defensivo de los equipos es determinante (en gran medida) para la probabilidad de fracaso del ataque de los rivales (Tenga y col., 2010b). En este sentido la amplitud y profundidad defensivas de los equipos guarda su importancia para el juego. De entre los resultados obtenidos para estas dos variables cabe destacar que los equipos dispusieron a sus jugadores abarcando más ancho que largo, es decir, haciendo que desde el jugador más adelantado respecto al más retrasado del equipo (sin contar el portero) abarcaran una tercera parte de la longitud del terreno de juego. En este sentido únicamente ha sido posible comparar la profundidad media registrada en nuestro estudio (>33 m) con otro trabajo (Okihara y col., 2004), que presenta valores inferiores (30 m) al valor medio de este trabajo. La anchura en defensa no excede lo que mide el área grande (<40 m), pero no manteniéndose centrada, se desplaza o bascula hacia el lado del balón. Respecto a la variable DDP hemos podido conocer en qué medida los equipos manejan el uso del fuera de juego con el propósito de proteger la portería que defienden en función, además, del lugar donde los rivales disponen del balón en su fase ofensiva. La distancia de los jugadores más retrasados del equipo en relación a su portería varía con la ubicación del balón y marca una pauta en el planteamiento defensivo de los equipos. Su correlación fue muy alta con la distancia del balón a la portería (DBP). Lo mismo ocurrió con la DBD que mostró una correlación cercana al 0,90. Ambas distancias debe 'manejar' la línea defensiva que le permita con garantías disuadir el ataque rival. La línea defensiva debe decidir si acercarse al balón, reduciendo los espacios 'internos' entre líneas y, por tanto, favoreciendo la presión, al tiempo que guardar las 'espaldas' para evitar pases rivales a adelantados a su espalda que provoque un desequilibrio en el dispositivo defensivo.

Las limitaciones del estudio tuvieron que ver con el hecho de no registrar cómo fue la disposición de los jugadores rivales en el desarrollo de su posesión del balón, dónde se ubicaron, lo que hubiera aportado una información relevante para descifrar el entramado de fuerzas que supone la interacción del juego del fútbol y, por tanto, mayor información sobre la respuesta defensiva más contextualizada. La segunda limitación tuvo que ver con el momento de registro de las distancias que luego fueron analizadas, ya que únicamente se codificaron dichas distancias cuando el jugador tomó contacto con el balón por primera vez, con lo que no se pudo conocer que ocurrió durante el tiempo que duró la posesión del balón del jugador respecto a la traslación y transformación de las configuraciones espaciales que

probablemente ocurrieron. En tercer lugar, aunque el número de registro fue elevado (casi siete mil), la muestra utilizada de seis partidos no deja de ser insuficiente, entre otras cosas, para desgranar las particularidades de equipos o modelos de juego que hubiera permitido conocer las diferentes alternativas que se proponen cuando se desarrolla la fase defensiva del juego. Finalmente, también podríamos incluir en este apartado la ausencia de un muestreo suficientemente elevado de partidos, como para incluir variables contextuales a partir de las cuales aportar información relativa a jugar en casa o fuera, resultado del partido o nivel de los equipos como ya se aplican en otros estudios en la vertiente física del rendimiento (Castellano y col., 2011; Carling y col., 2008).

Conclusión

El fútbol no deja de ser una lucha por el espacio para solventar con eficiencia los desajustes que surgen o se trasladan en el juego. Cada vez disponemos de una mayor conocimiento sobre la eficacia que los ataques tienen en función de las defensas que plantean los rivales (Tenga et al., 2010a y b). La aproximación a este duelo colectivo descifrando el uso estratégico que del espacio hacen los equipos cuando no tienen la posesión del balón abre una vía para conocer con mayor precisión la relación de fuerzas que supone el despliegue de la interacción en la competición. El uso de modelos explicativos del funcionamiento defensivo permite operativizar el equilibrio inestable propio de la dinámica del juego. Conocer cómo gestionan los requerimientos estratégicos espaciales en el juego ayudará a los entrenadores a proponer alternativas cada vez más precisas de intervención para desarrollarse en el proceso de entrenamiento y optimizar el rendimiento de los equipos. Así por ejemplo, a partir de este estudio, los entrenadores pueden disponer de dimensiones reales sobre la amplitud (AMP) y profundidad (PRO) aplicables en las tareas de entrenamiento, proponiendo a sus jugadores que basculen, replieguen o achiquen espacios para mantener al equipo compacto en su fase defensiva. Del mismo modo, un mayor o menor repliegue de la línea defensiva (DDP y DBD) a partir de ciertas pautas defensivas propuestas por el entrenador en torno a variables propias del juego (distancia del balón a la portería o DBP, existencia de presión al portador del balón, orientación del portador del balón, grado de repliegue del resto de líneas del equipo, etc.), todo ello a través de tareas de entrenamiento, podría ayudar a perfilar la optimización del juego defensivo del equipo. En definitiva, creemos que a partir de estas primeras aportaciones presentas en este trabajo se abre una vía por la que desarrollar la investigación en el análisis de rendimiento de los equipos y las posibles aplicaciones a la práctica diaria.

Referencias

- Bekraoui, N.; Cazorla, G., & Léger, L. (2010). Les systèmes d'enregistrement et d'analyse quantitatifs dans le football. *Quantitative notational systems in football. Science & Sports*, 25, 177-187.
- Camerino, O.; Chaverri, J.; Anguera, M. T. & Jonsson, G. (2012). Dynamics of the game in soccer: Detection of T-patterns. *European Journal of Sport Science*, 12(3), 216-224.
- Carling, C. (2011). Influence of opposition team formation on physical and skill-related performance in a professional soccer team. *European Journal of Sport Science*, 11(3), 155-164.
- Carling, C.; Bloomfield, J.; Nelsen, L., & Reilly, T. (2008). The role of motion analysis in elite soccer: contemporary performance measurement techniques and work rate data. *Sports Medicine*, 38(10), 839-862.

- Carling, C.; Williams, M., & Reilly, T. (2005). *Handbook of soccer match analysis. A systematic approach to improving performance.* New York: Routledge.
- Castellano, J. (2000). *Observación y análisis de la acción de juego en fútbol.* Tesis Doctoral. San Sebastián: Universidad del País Vasco.
- Castellano, J.; Blanco-Villaseñor, A., & Álvarez, D. (2011). Contextual variables and time-motion analysis in soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 32, 415-421.
- Castellano, J.; Perea, A. y Hernández-Mendo, A. (2008). Análisis de la evolución del fútbol a lo largo de los mundiales. *Psicothema*, 20(4), 928-932.
- Dellal, A.; Wong, D. P.; Moalla, W., & Chamari, K. (2010). Physical and technical activity of soccer players in the French First League - with special reference to their playing position. *International SportMed Journal*, 11(2), 278-290.
- Di Salvo, V.; Baron, R.; Tschan, H.; Calderon, F. J.; Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *Sports Medicine*, 28, 222-227.
- Frencken, W. G.; De Poel, H. J., & Lemmink, K. A. P. M. (2011, May). Analysis of game dynamics and related game events in 11 vs 11 soccer. *7th World Congress on Science & football* (p. 102). May 26-30, Nagoya (Japan).
- Frencken, W.; De Poel, H.; Visscher, C., & Lemmink, K. (2012). Variability of inter-team distances associated with match events in elite-standard soccer. *Journal of Sports Science*. 30(12), 1207-1213.
- Grèhaigne, J-F.; Bouthier, D., & David, B. (1997). Dynamic-system analysis of opponent relationships in collective actions in soccer. *Journal of Sport Sciences*, 15(2), 137-149.
- Grèhaigne, J-F.; Godbout, P. & Zerai, Z. (2011). How the "rapport de forces" evolves in a soccer match: the dynamics of collective decisions in a complex system. *Revista de Psicología del Deporte*, 20(2), 747-765.
- Hughes M, Franks, I. (2004). *Notational Analysis of Sport Systems for better coaching and performance in sport.* London: Ed. Routledge.
- Hughes, M.; Dawkins, N.; David, R., & Mills, J. (1998). The perturbation effect and goal opportunities in soccer. *Journal of Sport Sciences*, 16(1), 20.
- Lames, M., & McGarry, T. (2007). On the search for reliable performance indicators in game sports. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 7. 16.
- Leser, R.; Baca, A. & Ogris, G. (2012). Local Positioning Systems in (Game) Sports. *Sensors*, 11, 9778-9797.
- McGarry, T.; Anderson, D. I.; Wallace, S. A.; Hughes, M. D., & Franks, I. M. (2002). Sports competition as a dynamical self-organizing system. *Journal of Sport Sciences*, 20(10), 771-781.
- Okihara, K.; Kan, A.; Shiokawa, M.; Choi, C. S.; Deguchi, T.; Matsumoto, M., & Higashikawa, Y. (2004). Compactness as a strategy in a soccer game in relation with the change in offence and defense. Part II: Game activity and analysis. *Journal of Sports Sciences*, 22(6), 500-520.
- Perea, A.; Castellano, J.; Alday, L. & Hernández-Mendo, A. (2012). Analysis of behaviour in sports through Polar Coordinate Analysis with MATLAB®. *Quality & Quantity*, 46(4), 1249-1260.

- Robles, F.; Castellano, J.; Perea, A.; Martínez-Santos, R., & Casamichana, D. (2011, May). Spatial strategy used by the world champion in south africa'10. *7th World Congress on Science & football* (p. 75). May 26-30, Nagoya (Japan).
- Tenga, A.; Holme, I.; Ronglan, L. T., & Bahr, R. (2010a). Effect of playing tactics on goal scoring in Norwegian professional soccer. *Journal of Sports Sciences*, 28(3), 237–244.
- Tenga, A.; Holme, I.; Ronglan, L. T., & Bahr, R. (2010b). Effect of playing tactics on achieving score-box possessions in a random series of team possessions from Norwegian professional soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 28(3), 245–255.
- Sampaio, J., & Maçãs, V. (2012). Measuring Football Tactical Behaviour. *International Journal of Sports Medicine*, 33, 1–7.
- Seabra, F., & Dantas, L. E. P. B. T. (2006). Space definition for match analysis in soccer. *International Journal of Performance Analysis in Sports*, 6(2), 97-102.
- Suzuki, K., & Nishijima, T. (2004). Validity of a soccer defending skill scale (SDSS) using game performance. *International Journal of Sport and Health Science*. 2 34-49.
- Zubillaga, A. (2006) *La actividad del jugador de fútbol en alta competición: análisis de variabilidad*. Tesis Doctoral: Universidad de Málaga.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte de la investigación *Observación de la interacción en deporte y actividad física: Avances técnicos y metodológicos en registros automatizados cualitativos-cuantitativos*, que ha sido subvencionado por la Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación del Ministerio de Economía y Competitividad [DEP2012-32124], durante el trienio 2012-2015