

Reche-Soto, P.; Cardona, D.; Díaz, A.; Gómez-Carmona, C.D.; Pino-Ortega, J. (2019). Tactical Demands of Small-Sided Games in Football: Influence of Tracking Technology. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 19 (76) pp. 729-744 [Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista76/artanalisis1071.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista76/artanalisis1071.htm)
DOI: 10.15366/rimcafd2019.76.011

ORIGINAL

DEMANDAS TÁCTICAS DE JUEGOS REDUCIDOS EN FÚTBOL: INFLUENCIA DE LA TECNOLOGÍA UTILIZADA

TACTICAL DEMANDS OF SMALL-SIDED GAMES IN FOOTBALL: INFLUENCE OF TRACKING TECHNOLOGY

Reche-Soto, P.¹; Cardona, D.²; Díaz, A.³; Gómez-Carmona, C.D.⁴ y Pino-Ortega, J.³

¹ Doctorando en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, Universidad de Murcia (España) pedrorechesto@gmail.com

² Doctor en Ciencias del Deporte. Profesor en Facultad de Educación Física, Recreación y Deporte, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid (Colombia) donaldpf@gmail.com

³ Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Profesor en Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, Universidad de Murcia (España) ardiar@um.es, josepinoortega@um.es

⁴ Doctorando en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Extremadura (España) cdgomezcarmona@gmail.com

FINANCIACIÓN

Para la realización de este estudio no se ha recibido ninguna ayuda por parte de la empresa encargada del desarrollo y comercialización de la tecnología utilizada en esta investigación. El autor Carlos D. Gómez Carmona es beneficiario de una beca del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (FPU17/00407).

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

Clasificación Consejo de Europa / Council of Europe Classification: 17. OTRAS (Análisis del Juego) / OTHER (Game analysis)

Recibido 1 de diciembre de 2017 **Received** December 1, 2017

Aceptado 30 de octubre de 2018 **Accepted** October 30, 2018

RESUMEN

Este estudio analiza el comportamiento táctico en Juegos Reducidos (JRs) a través de las variables área y centroide en función de: (1) tecnología empleada: Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y Ultra-Banda Ancha (UWB); (2) fase de juego (ataque y defensa); y (3) objetivo del JRs. Dieciséis jugadores semiprofesionales de fútbol participaron en esta investigación (Edad: 23.6±3.3

años; Peso: 78.1 ± 5.2 kg; Altura: 1.8 ± 0.1 metros). Para el registro se utilizaron dispositivos inerciales WIMU PRO™ (RealTrack System, Almería, España). Los principales resultados muestran diferencias significativas: (1) entre tecnologías de seguimiento (GPS y UWB) en la variable área, (2) entre fases de juego, y (3) en función del objetivo de los JRs. En conclusión, los datos obtenidos por ambas tecnologías no pueden compararse debido a las diferencias encontradas, siendo muy importante el análisis en función del objetivo y la fase de juego de los JRs por su influencia en la disposición táctica para conseguir una mejora en el rendimiento deportivo.

PALABRAS CLAVE: rendimiento, punto centroide, superficie, GPS, UWB.

ABSTRACT

This article analyses the tactical behaviour in Small-Sided Games (SSGs) over the geometrical centre and surface area according to: (1) Tracking technology: Global Position System (GPS) and Ultra-Wide Band (UWB); (2) playing phase (attack vs defence) (3) Objective of SSG. Sixteen semiprofessional football players participated in this research (Age: 23.6 ± 3.3 years old; Weight: 78.1 ± 5.2 kg; Height: 1.8 ± 0.1 meters). WIMU PRO™ inertial devices (RealTrack System, Almeria, Spain) was used for recording process. The main results show significant differences: (1) between tracking technologies (GPS and UWB) in the surface area, (2) between playing phases; and (3) between all activities. In conclusion, the data obtained by both technologies cannot compare due to the found differences, being very important the analysis in relation to the objective and the playing phase of SSGs for their influence in the tactical behavior to achieve a sport performance enhancement.

KEY WORDS: performance, geometrical centre, surface, GPS, UWB.

1. INTRODUCCIÓN

La búsqueda de nuevos y eficaces métodos de preparación en fútbol es, desde hace tiempo, una de las principales preocupaciones para entrenadores y técnicos que se dedican a la enseñanza-entrenamiento de este deporte (Bangsbo, Mohr y Krusturup, 2006). Para mejorar los métodos de preparación es necesario ampliar el conocimiento científico, por ello se requiere tener un conocimiento objetivo de las características del juego en situaciones de competición (Carling, Williams y Reilly, 2005). Esta posibilidad es, en gran parte, por el desarrollo tecnológico y por la autorización de la FIFA (Federación Internacional de Fútbol Asociado), para el uso en situaciones de competición. Estas investigaciones están aportando nuevas evidencias en el estudio de las demandas físicas (Castellano y Casamichana, 2014) y tácticas en los deportes de equipo. Disponer de las exigencias de la competición permite orientar de una forma más eficaz el entrenamiento (Grehaigne, Godbout, y Zerai, 2011).

Los Juegos Reducidos (JRs), son situaciones motrices lúdico-deportivas (Parlebas, 2008) en las que se incluyen la mayor parte de los factores que

intervienen en el juego real, que son aplicados extensamente en el ámbito del entrenamiento en fútbol, y en las que interactúan de forma conjunta todos los elementos del juego de una manera flexible (Casamichana y Castellano, 2010; Gabbett y Mulvey, 2008; Hill-Haas, Coutts, Rowsell y Dawson, 2009; Impellizzeri et al., 2006). Mediante los JRs se reproducen las demandas físicas, fisiológicas, técnicas y tácticas del juego (Little y Williams, 2007).

Existe un interés creciente entre los investigadores y técnicos en el uso de juegos reducidos como un método para facilitar el aprendizaje de habilidades técnico-tácticas en jugadores de todas las edades y categorías (Davids, Araújo, Correia y Vilar, 2013). Así pues, multitud de entrenadores y preparadores físicos utilizan como método de entrenamiento este tipo de situaciones motrices de forma habitual (Ford, Yates y Williams, 2010), eficaz (Hill-Haas et al., 2009; Impellizzeri et al., 2006; Chamari et al., 2005) e independientemente de la edad, sexo y experiencia previa en la práctica o nivel competitivo (Dellal et al., 2011). Su utilización se realiza con el fin de desarrollar la condición física (Hill-Haas, Dawson, Impellizzeri y Coutts, 2011), habilidades técnico-tácticas (Jones y Drust, 2007), y/o objetivos tácticos, estratégicos o psicológicos de forma integrada (Flanagan y Merrick, 2002; Gabbett y Mulvey, 2008), aplicándose en diferentes deportes colectivos (Hill-Haas et al., 2011).

Comparado con los métodos de entrenamiento más tradicionales, los juegos reducidos son percibidos como específicos permitiendo una optimización del tiempo de entrenamiento, todo ello debido a que el rendimiento físico, las habilidades técnicas y la percepción táctica se desarrollan simultáneamente (Gabbett y Mulvey, 2008). Además, los JRs suponen un estímulo de entrenamiento más específicos respecto a las demandas en competición (Rampini et al., 2007) e inducen adaptaciones fisiológicas similares al entrenamiento intermitente de corta duración (Dellal et al., 2008).

Son muchas las variables a controlar que pueden influir en la intensidad del JRs, por ello estudios previos han investigado el impacto de modificarlas y/o combinarlas (Little y Williams, 2006; Owen, Twist y Ford, 2004). Conocer las más relevantes para el rendimiento en cada modalidad deportiva es una tarea complicada, de manera que la técnica, táctica e incluso la preparación física están condicionadas por esas. La intensidad de este tipo de tareas puede manipularse alterando factores como: (a) dimensión del terreno de juego (Casamichana y Castellano, 2010; Sassi, Reilly y Impellizzeri, 2004), (b) orientación del espacio de juego (Casamichana y Castellano, 2010), (c) número de jugadores por equipo (Brandes, Heitmann y Müller, 2011; Dellal et al., 2011; Hill-Haas et al., 2011), (d) presencia o ausencia de jugadores comodín (Hill-Haas et al., 2011; Mallo y Navarro, 2007) o (e) de porteros (Mallo y Navarro, 2007).

El avance de la tecnología ha ayudado al análisis y cuantificación de la exigencias físico-técnico-tácticas gracias a la incorporación de los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) utilizados en exterior (Dempsey, Gibson, Sykes, Prymachuk y Turner, 2017) y a la tecnología Ultra Wide-Band (UWB) en condiciones indoor (Leser, Schleindlhuber, Lyons y Baca, 2014; Rhodes, Mason, Perrat, Smith y Goosey-Tolfrey, 2014). La utilización de estos dispositivos tanto

en situaciones de entrenamiento como en competición ha permitido analizar y/o medir todos los esfuerzos, tanto cinemáticos como tácticos, que requiere el fútbol de una manera válida y fiable (Coutts y Duffield, 2010; Gray, Jenkins, Andrews, Taaffe y Glover, 2010; MacLeod, Morris, Nevill y Sunderland, 2009; Petersen, Pyne, Portus y Dawson, 2009). Todo ello, ha provocado que el uso de este tipo de dispositivos sea cada vez más frecuente (Rogalski, Dawson, Heasman, y Gabbett, 2013).

Tomando como referencia la posición de cada jugador (coordenadas x-y en un tiempo) se han propuesto variables para evaluar comportamientos colectivos en deportes de equipo. Estas se han denominado variables posicionales compuestas porque integran las posiciones individuales de cada jugador del equipo en una descripción significativa de un patrón de equipo colectivo (Silva et al., 2014). Estas variables innovadoras revelan comportamientos colectivos significativos desde una perspectiva práctica y se puede utilizar para evaluar los valores de rendimiento idiosincrásicos de cada equipo (Duarte y Frias, 2011). Desde un punto de vista pragmático, no se puede entender las demandas y las exigencias del fútbol sin tener una perspectiva del propósito táctico/estratégico, así un jugador se para o corre hacia algún lugar, con mayor o menor intensidad de movimiento, en un momento determinado, en relación con la configuración del juego (Carling, Bloomfield, Nelsen, & Reilly, 2008; Garganta, 2009; Sampaio & Maçãs, 2012). En este sentido, varios estudios mostraron la influencia significativa de la táctica colectiva sobre las demandas fisiológicas y cinemáticas durante el fútbol profesional (Bush, Barnes, Archer, Hogg, & Bradley, 2015; Rampinini, Coutts, Castagna, Sassi, & Impellizzeri, 2007). A pesar de ello, se han realizado pocos estudios desde esta perspectiva del análisis del juego. Hasta ahora se han estudiado: la dinámica de la distancia a su propia meta (Silva, Chung, et al., 2016; Silva, Vilar, Davids, Araújo, & Garganta, 2016), el centroide y el área cubierta de los equipos (Frencken & Lemmink, 2008); la distancia de los jugadores al centroide del equipo (Sampaio & Maçãs, 2012) y la posición y distribución del equipo sobre el campo (diagramas voronoi) (Fonseca, Milho, Travassos, & Araújo, 2012). No se tiene un gran conocimiento de su uso, y no existe un análisis de la adecuación de los distintos sistemas de seguimiento de jugadores para su aplicación en el análisis táctico.

Por lo tanto, los objetivos del estudio son analizar el comportamiento táctico a través de las variables área y centroide en función de: (1) tecnología empleada: Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y Ultra-Banda Ancha (UWB); (2) fase de juego (ataque y defensa); y (3) objetivo del JRs (1. mantener posesión, 2. mantener posesión y progresar, 3. mantener posesión, progresar y finalizar en múltiples porterías y 4. mantener posesión, progresar y finalizar en situación real de juego con portero).

2. MÉTODO

2.1. Participantes

Dieciséis jugadores (Edad: 23.6 ± 3.3 años; Peso: 78.1 ± 5.2 kg; Altura: 1.8 ± 0.1 metros) semiprofesionales de fútbol que compiten en la categoría de Tercera

División (Grupo XIII) participaron voluntariamente en la presente investigación. Los jugadores cumplieron con dos criterios de inclusión: (1) no haber sufrido una lesión durante la temporada en curso y (2) haber completado el partido anterior en su totalidad.

El club fue informado sobre la naturaleza del estudio y dio su autorización para el desarrollo de la investigación. Los participantes fueron informados de los procedimientos de investigación y proporcionaron un consentimiento informado por escrito. Para garantizar la confidencialidad del equipo y del jugador, todos los datos del rendimiento fueron anónimos antes del análisis.

El estudio siguió el código de ética de la Asociación Médica Mundial, los estándares para la recomendación de investigación de la Declaración de Helsinki (2013) y el protocolo fue aprobado por el comité de ética de la Universidad de Murcia.

2.2. Material

Para la adquisición de datos se utilizó un dispositivo inercial denominado WIMU PRO™ (RealTrack Systems, Almería, España). Este dispositivo cuenta con un microprocesador propio, memoria flash de 8GB y una interfaz USB de alta velocidad con la finalidad de grabar, almacenar y enviar los datos para su posterior análisis. El dispositivo es alimentado por una batería interna con 4 horas de autonomía, tiene 70 gramos de peso y una dimensión de 81 x 45 x 16 milímetros. El dispositivo WIMU PRO™ dispone diferentes sensores (4 acelerómetros, un giroscopio, un magnetómetro, un chip GPS y otro UWB, entre otros).

Para la localización, este dispositivo consta de dos tecnologías para el registro de posicionamiento de los jugadores, las cuales pueden ser registradas de forma simultánea: (1) outdoor, sistema de posicionamiento global por satélite, GPS; e (2) indoor, tecnología de radiofrecuencia de ultra-banda ancha, UWB. El sistema GPS determina el posicionamiento y localización (latitud y longitud) en cualquier parte del mundo mediante una constelación de satélites que transmiten en unos determinados rangos de señal. En cambio, el sistema UWB utiliza un marco de referencia formado por diferentes antenas y determina el posicionamiento (coordenadas) en relación al tiempo de emisión y recepción de la señal mediante tecnología de radiofrecuencia en un ancho de banda mayor de 500 MHz. La frecuencia de muestreo de la tecnología UWB es de 20 Hz, mientras que de la tecnología GPS es de 10 Hz. La precisión de ambas tecnologías de localización presentes en el dispositivo inercial WIMU PRO™ han sido estudiadas previamente en diferentes publicaciones (Bastida-Castillo et al., 2018a; Bastida-Castillo, Gómez-Carmona, Hernández-Belmonte, Pino-Ortega, 2018b; Muñoz-López, Granero-Gil, Pino-Ortega y De Hoyo, 2017).

En la figura 1, se muestra el esquema de la disposición de las antenas para determinar el posicionamiento mediante tecnología UWB.

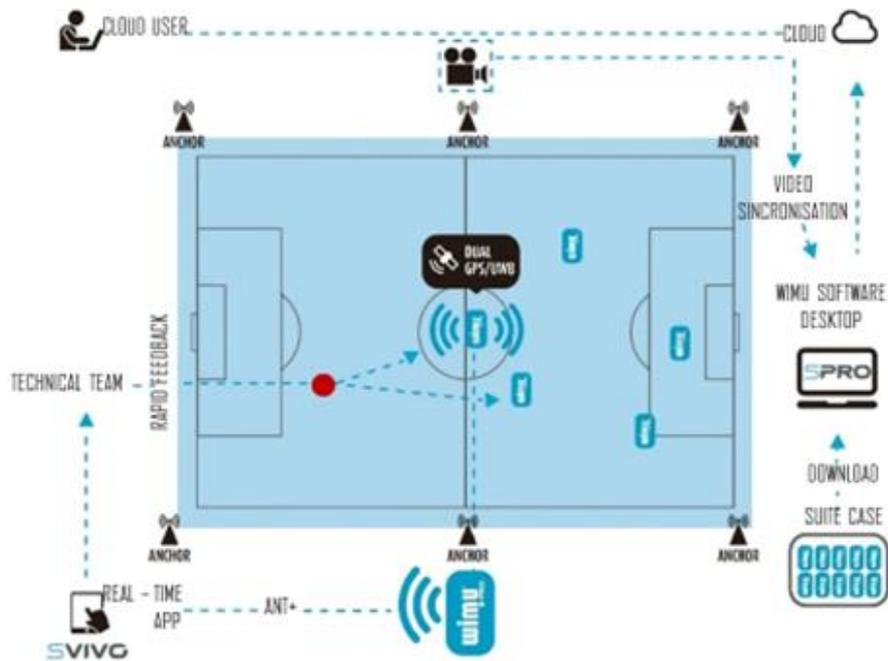


Figura 1. Representación gráfica del sistema de registro y análisis de datos UWB.

Para ubicar los dispositivos en los jugadores, éstos fueron citados 15 minutos antes de cada sesión de entrenamiento. Previamente a la colocación en los jugadores, los dispositivos fueron calibrados y sincronizados siguiendo las recomendaciones del fabricante. El procedimiento fue el siguiente: (i) encender los dispositivos, (ii) esperar aproximadamente 30 segundos después de encenderlos, (iii) una vez que se inicializó el sistema operativo del dispositivo, se presionó un botón para comenzar a grabar y (iv) los dispositivos fueron puestos a cada jugador. Para la colocación de los dispositivos, se utilizaron chalecos especialmente diseñados para ello, localizándose el dispositivo en la parte superior del torso, siendo estos ajustados anatómicamente a cada participante. Todos los datos obtenidos de los dispositivos fueron analizados mediante el software SPRO™ (RealTrack Systems, Almería, España).

2.3. Variables

En la tabla 1 se muestran las variables tácticas registradas en la presente investigación, siendo obtenidas a partir de la posición de cada jugador (coordenadas x-y)

Tabla 1. Variables tácticas registradas en esta investigación.

| Variables | Descripción | Unidades |
|--|--|----------------|
| Superficie ocupada por el equipo (<i>The Surface área occupied by teams</i>) Frencken, Lemmink, Delleman y Visscher (2011) | Representa el área cubierta del campo por todo el equipo en cada fracción de tiempo. | m ² |
| Centro geométrico colectivo o punto centroide (<i>The geometrical centre of teams</i>) | Representa el centro geométrico de un área | m |

Lames, Ertmer y Walter (2010)

2.4. Procedimiento

El estudio se llevó a cabo en la sesión de entrenamiento número 46, perteneciente al periodo competitivo de la temporada 2016/2017, la cual era el segundo entrenamiento de la semana el cual se encontraba 4 días antes del partido de competición oficial (MD-4). Los participantes fueron distribuidos en 2 equipos (equipo 1 y equipo 2) de 8 jugadores, sin asignación de roles específicos. La superficie de juego era de césped artificial y el horario de realización fue el utilizado habitualmente a lo largo de la temporada para las sesiones de entrenamiento y que estaba comprendido entre las 19:00 y las 21:00 horas.

2.5. Juegos reducidos

Se analizaron 4 JRs con 4 objetivos diferentes en la fase de ataque, siendo el objetivo siempre el mismo en la fase de defensa, recuperar la posesión del balón. Los cuatro JRs utilizados en esta investigación en función del objetivo en la fase de ataque fueron:

- Juego 1. Mantener la posesión del balón.
- Juego 2. Mantener la posesión del balón y progresar hasta la línea de fondo del equipo contrario.
- Juego 3. Intentar conseguir gol en cualquiera de las dos porterías del equipo rival.
- Juego 4. Intentar conseguir gol en la portería defendida por un portero.



Figura 2. Representación gráfica de los cuatro formatos de juegos reducidos.

Los JRs se llevaron a cabo en un terreno de juego, previamente delimitado, con unas dimensiones de 20 metros de ancho y 40 metros de largo. Cada juego reducido fue realizado en dos ocasiones, siendo la posesión en fase de ataque completa para cada equipo. Por lo tanto, cada vez que el equipo defensor conseguía recuperar la posesión del balón, devolvía la posesión al equipo

atacante. Siguiendo las recomendaciones de Mallo (2013) y Verheijen (2014) cada una de las repeticiones tuvo una duración total de cinco minutos y entre cada una de las series, se realizó un período de descanso de dos minutos.

2.6. Análisis estadístico.

En primer lugar, se ha realizado un análisis descriptivo mostrando los datos como promedios y desviaciones estándar (promedio \pm DS) para describir todas las exigencias en los diferentes JRs analizados en función del sistema de seguimiento utilizado y las variables registradas. Para determinar la normalidad de las variables se realizó la prueba Kolmogorov-Smirnov reportando todas ellas una distribución normal. Para comparar las diferencias en las en función de la fase de juego y el sistema de seguimiento empleado en la comparación por pares se utilizó la prueba T-Student para muestras relacionadas. Para la comparativa de las variables en función del objetivo de los diferentes JRs se utilizó la prueba ANOVA. El nivel de significación se estableció con el valor de $p < 0.05$. Para calcular la magnitud de las diferencias en las variables analizadas se calculó el tamaño del efecto mediante la d de Cohen. Éste fue clasificado como efecto bajo (0-0.2), efecto pequeño (0.2-0.6), efecto moderado (0.6-1.2), efecto grande (1.2-2.0) y efecto muy grande (>2.0) (Hopkins, Marshall, Batterham y Hanin, 2009). Finalmente, para el análisis relacional de las variables de posicionamiento táctico en función de la fase de juego se realizó la prueba de correlación de Pearson. Para el análisis estadístico se utilizó el software SPSS versión 24.0. (SPSS Inc., Chicago IL, EEUU).

3. RESULTADOS

En la tabla 2 se muestra la comparación entre las variables tácticas analizadas, diferenciando entre las fases de defensa y ataque, en función del sistema de registro utilizado (GPS vs UWB). Se encuentran diferencias estadísticamente significativas en la variable área tanto en ataque ($p < 0.01$; TE= -0.12) como en defensa ($p < 0.01$; TE=-0.22), reportando un tamaño del efecto bajo. No se encontraron diferencias significativas en la variable centroide entre ambos sistemas de registro.

Tabla 2. Análisis comparativo de las variables analizadas en función del sistema de registro utilizado.

| Fase de Juego | Variable | UWB | | GPS | | p | TE |
|---------------|-----------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|
| | | Media | DE | Media | DE | | |
| Ataque | Área | 238.95 | 73.68 | 248.18 | 79.87 | <0.01 | -0.12 |
| | Centroide | 0.51 | 0.33 | 0.51 | 0.35 | 0.11 | 0.00 |
| Defensa | Área | 134.64 | 45.75 | 146.85 | 62.33 | <0.01 | -0.22 |
| | Centroide | 0.62 | 0.39 | 0.62 | 0.39 | 0.95 | 0.00 |

Nota. UWB: Tecnología de radiofrecuencia; GPS: Sistema de posicionamiento global por satélite; DE: Desviación estándar; p: valor p; TE: Tamaño del efecto.

El análisis comparativo de las variables tácticas analizadas, diferenciando entre los dos sistemas de registro (GPS y UWB), en función de la fase de juego (ataque vs defensa) se muestra en la tabla 3. Se encuentran diferencias estadísticamente significativas en ambas variables tácticas, siendo estas con un tamaño del efecto

grande en la variable área (UWB: TE=1.74; GPS: TE=1.43; $p < 0.01$) siendo mayor en el ataque y con un tamaño del efecto bajo en la variable centroide (UWB: TE=-0.30; GPS: TE=-0.30; $p < 0.01$) siendo este mayor en la defensa.

Tabla 3. Análisis comparativo de las variables analizadas en función de la fase de juego analizada.

| Sistema de registro | Variables | Ataque | | Defensa | | p | TE |
|---------------------|-----------|--------|-------|---------|-------|-------|-------|
| | | Media | DE | Media | DE | | |
| UWB | Área | 238.95 | 73.68 | 134.64 | 45.75 | <0.01 | 1.74 |
| | Centroide | 0.51 | 0.33 | 0.62 | 0.39 | <0.01 | -0.30 |
| GPS | Área | 248.18 | 79.87 | 146.85 | 62.33 | <0.01 | 1.43 |
| | Centroide | 0.51 | 0.35 | 0.62 | 0.39 | <0.01 | -0.30 |

Nota. UWB: Tecnología de radiofrecuencia; GPS: Sistema de posicionamiento global por satélite; DE: Desviación estándar; p: valor p; TE: Tamaño del efecto.

En la tabla 4 se muestra el análisis comparativo de las variables tácticas analizadas, diferenciando entre los dos sistemas de registro (GPS y UWB) y la fase de juego (ataque vs defensa), en función del objetivo del JR. Se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre todos los JRs en función del objetivo. Las mayores áreas de ocupación se encuentran en el JR 4 tanto en fase de ataque como de defensa en ambos sistemas de registro, mientras que la menor ocupación de espacios se encuentra en el JR 2. En cuanto a la variable centroide, se encuentran los mayores valores en el JR 1 en ambas fases de juego y con el registro de ambos sistemas de seguimiento.

Tabla 4. Análisis comparativo de las variables analizadas en función del objetivo del JR.

| Fase de Juego | Sistema registro | Variable | JRs 1 | | JRs 2 | | JRs 3 | | JRs 4 | | p |
|---------------|------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| | | | Media | DE | Media | DE | Media | DE | Media | DE | |
| Ataque | UWB | Área | 240.37 | 70.44 | 214.74 | 61.67 | 218.66 | 62.19 | 290.49 | 78.84 | <0.01 |
| | | Centroide | 0.57 | 0.33 | 0.52 | 0.33 | 0.46 | 0.32 | 0.45 | 0.33 | <0.01 |
| | GPS | Área | 253.54 | 75.41 | 225.35 | 64.81 | 220.33 | 66.73 | 301.89 | 89.16 | <0.01 |
| | | Centroide | 0.57 | 0.34 | 0.52 | 0.33 | 0.46 | 0.27 | 0.48 | 0.47 | <0.01 |
| Defensa | UWB | Área | 120.82 | 38.16 | 109.37 | 32.04 | 150.54 | 36.87 | 163.78 | 55.52 | <0.01 |
| | | Centroide | 0.75 | 0.44 | 0.68 | 0.38 | 0.54 | 0.32 | 0.47 | 0.31 | <0.01 |
| | GPS | Área | 39.88 | 111.36 | 31.52 | 145.20 | 35.31 | 218.42 | 84.98 | 39.88 | <0.01 |
| | | Centroide | 0.75 | 0.42 | 0.68 | 0.39 | 0.54 | 0.32 | 0.47 | 0.33 | <0.01 |

Nota. UWB: Tecnología de radiofrecuencia; GPS: Sistema de posicionamiento global por satélite; DE: Desviación estándar; p: valor p; TE: Tamaño del efecto.

Finalmente, en la tabla 5 se realiza el análisis relacional de las variables tácticas registradas en función de la fase de juego, utilizando la media de valores de los dos sistemas utilizados para el registro de seguimiento de los jugadores. Las mayores relaciones entre ataque y defensa en la variable área se encuentran en el JR 4 mientras que en la variable centroide se encuentran en el JR 1. Los peores valores se encuentran en la variable área y centroide en el JR 3.

Tabla 5. Análisis relacional de las variables analizadas en función de la fase de juego.

| JR | Fase de Juego | Variable | Ataque | | Defensa | |
|----|---------------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|
| | | | Area | Centroide | Area | Centroide |
| 1 | Ataque | Area | | -0.02 | 0.23** | 0.02 |
| | | Centroide | | | 0.05 | 0.61** |
| | Defensa | Area | | | | 0.06* |

| | | Centroide | | | |
|---|---------|-----------|---------|--------|---------|
| 2 | Ataque | Area | -0.15** | 0.12* | -0.09* |
| | | Centroide | | -0.04 | 0.54** |
| | Defensa | Area | | | -0.03 |
| | | Centroide | | | |
| 3 | Ataque | Area | -0.02 | 0.04 | 0.05 |
| | | Centroide | | 0.04 | 0.30** |
| | Defensa | Area | | | -0.07* |
| | | Centroide | | | |
| 4 | Ataque | Area | -0.02 | 0.66** | -0.11** |
| | | Centroide | | 0.02 | 0.49** |
| | Defensa | Area | | | -0.06 |
| | | Centroide | | | |

* Correlación significativa ($p < .05$); **Correlación significativa ($p < .01$).

4. DISCUSIÓN

El análisis de partidos y entrenamientos está siendo utilizado cada vez más por técnicos e investigadores. Sin embargo, son menos las investigaciones que profundizan en el análisis desde una perspectiva más táctica (Frencken y Lemmink, 2008). Los objetivos de este estudio han sido analizar el comportamiento táctico a través de las variables área y centroide en función de: (1) sistema de posicionamiento utilizado (GPS vs UWB) (2) fase de juego (ataque vs defensa) y (3) objetivo de cuatro JRs (1. mantener posesión, 2. mantener posesión y progresar, 3. mantener posesión, progresar y finalizar en múltiples porterías y 4. mantener posesión, progresar y finalizar en situación real de juego con portero).

En cuanto a la comparación de ambos tipos de tecnologías para el seguimiento de jugadores, en este estudio encontramos que existen diferencias significativas entre GPS y UWB en la variable área, tanto en defensa ($p < 0.01$) como en ataque ($p < 0.01$), pero no para la variable centroide. Este hallazgo es interesante, ya que el centroide representa la distancia del centro geométrico de un equipo en el tiempo, es decir expresa la distancia (m) de ese centro de un momento a otro (en este caso cada 2 segundos) y, por lo tanto, una distancia lineal. En este sentido, estos resultados se encuentran en la línea de los hallazgos de Bastida-Castillo, Gómez-Carmona, De la Cruz Sánchez, & Pino-Ortega (2018) en los que demostraron que no existían diferencias significativas de precisión para medir distancia entre la tecnología UWB y GPS, sobre todo en los desplazamientos lineales. Sin embargo, dadas las limitaciones que posee la tecnología GPS (Aughey, 2011; Larsson, 2003; Scott, Scott, & Kelly, 2015), se hipotético que la diferencia entre ambos sistemas sería mayor cuando se requiriera un análisis más sofisticado, como las coordenadas x, y de una posición. Es el caso de la variable área cubierta, que tiene en cuenta la posición de varios jugadores. Estos resultados indican que es necesario una comparación de la precisión de ambos sistemas para su uso en aplicaciones de análisis táctico, en las que la posición exacta del jugador se tenga en cuenta.

Referente a las dos fases del juego estudiadas, ataque y defensa encontramos diferencias significativas en las variables tácticas analizadas ($p < 0.01$) con ambos sistemas, siendo mayor el área en ataque y el centroide en defensa. Existe una relación entre la dinámica de las variables área y centroide, esto quiere decir que existe una adaptación de la disposición táctica de la defensa en función de la disposición táctica del ataque en todos los juegos reducidos, siendo mayor las relaciones de ambas variables en el JRs 4 (simulación de juego real). Estos datos están en relación con los publicados por Bartlett, Button, Robins, Dutt-Mazumder y Kennedy (2012) donde analizan 5 JRs y encuentran una relación entre el centroide del equipo atacante y el equipo defensor con una correlación en el eje x de $r=0.93$ y en el eje y de $r=0.76$, además de que en cuanto a la variable área un mayor tamaño en el ataque corresponde a un aumento del tamaño en la defensa al contrario que los resultados obtenidos por Moura, Martins, Anido, De Barros y Cunha (2012). Durante el análisis, se observan momentos inestables que son el resultado de perturbaciones (pérdida de posesión o un mal pase entre otras) que rompen la dinámica. Por tanto, para conseguir el éxito en ataque se buscará romper con ese flujo ataque-defensa, mediante cambios de orientación, aperturas a banda, etc, con el fin de encontrar espacios en defensa.

Según Dellal et al. (2008), a pesar de que la modificación de ciertas reglas es un factor importante que puede influir en las demandas de los ejercicios, un reducido número de estudios han examinado de forma consistente esta cuestión (Casamichana, San Roman, Calleja y Castellano, 2015). En este estudio se ha analizado como la modificación del objetivo principal de la tarea influye considerablemente en el comportamiento táctico durante los ejercicios. Así encontramos diferencias estadísticamente significativas entre todos los JRs ($p < 0.01$). En esta línea, un trabajo previo realizado por Frencken et al. (2011) analiza el comportamiento táctico de 3 repeticiones de un JRs (JR 4 de la presente investigación) encontrando que no existe una variación en la relación de las variables área y centroide entre defensa y ataque debido a la no modificación del objetivo. Los JRs según ocupación de espacios de menor a mayor en ataque son 2-3-1-4 y en defensa 2-1-3-4. En el juego 4 se produce la mayor ocupación espacial tanto en defensa como en ataque y el menor valor del centroide, lo cual quiere decir que la inclusión de una portería reglamentada y un portero nos acerca a las exigencias tácticas del juego real. Estos datos están en relación a los obtenidos por Folgado, Lemmink, Frencken y Sampaio (2014) los cuales encuentran un menor valor del centroide en los deportistas infantiles (menos de 13 años) con respecto a los benjamines (menos de 9 años), sugiriendo que estos resultados se deben a que los jugadores más mayores tienen una aplicación más consistente de los principios de juego de expansión (desmarques y creación de espacios) y basculación (coberturas defensivas), reflejando un mayor nivel de comportamiento táctico colectivo. Otro hecho influyente es la autoasignación de puestos específicos orientados a la portería para garantizar una ocupación equilibrada del campo de juego (Silva, Aguiar, Davids, Araújo y Garganta, 2014). Otras variables a parte del objetivo también han sido analizadas para evaluar su influencia en las variables tácticas. Entre estas se encuentran la influencia del resultado parcial y la situación de juego (inferioridad vs superioridad) en la variable centroide, encontrando diferencias significativas (Sampaio, Lago, Gonçalves, Maçãs y Leite, 2014) y el nivel de los

jugadores, encontrando una mayor sincronización en los equipos profesionales respecto a los equipos amateur (Folgado, Duarte, Fernandes y Sampaio, 2014). Por lo tanto, el objetivo de las tareas, el resultado parcial, la situación de juego y el nivel de los jugadores son aspectos a tener en cuenta a la hora de la planificación de las situaciones modificadas de juego reducido durante las sesiones de entrenamiento, por su influencia directa en las demandas tácticas.

5. CONCLUSIONES

- Las diferencias encontradas entre la tecnología GPS y UWB indican que los valores obtenidos a través de ambas tecnologías no pueden ser comparadas en cuanto a su aplicación en variables de análisis táctico.
- La fase de juego y el objetivo de los JRs tiene una influencia directa en las variables de análisis táctico evaluadas en la presente investigación, encontrando una mayor relación entre dicha disposición cuando el objetivo es conseguir gol en una portería reglamentaria, debido a tener una gran similitud con la disposición del juego real.

6. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

En esta investigación la muestra ha sido reducida (un solo equipo de categoría nacional) por lo que los resultados obtenidos en esta investigación son específicos del equipo analizado y no pueden ser extrapolados a la población general. Además, esta investigación podría complementarse comparando la exigencia táctica real en competición oficial con respecto a los JRs diseñados en función de los diferentes objetivos analizados.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, P. (2005). Reducción del número de condición y deficiencia de rango en los sistemas de ecuaciones asociados a las observaciones de satélites. Tesis Doctoral: Universidad de las Palmas de Gran Canaria.
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of sports sciences*, 24(07), 665-674. <https://doi.org/10.1080/02640410500482529>
- Bartlett, R., Button, C., Robins, M., Dutt-Mazumder, A., & Kennedy, G. (2012). Analysing team coordination patterns from player movement trajectories in soccer: methodological considerations. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 12(2), 398-424. <https://doi.org/10.1080/24748668.2012.11868607>
- Bastida Castillo, A., Gómez Carmona, C. D., De la Cruz Sánchez, E., & Pino Ortega, J. (2018a). Accuracy, intra-and inter-unit reliability, and comparison between GPS and UWB-based position-tracking systems used for time-motion analyses in soccer. *European journal of sport science*, 18(4), 450-457. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1427796>
- Bastida-Castillo, A., Gómez-Carmona, C. D., Hernández-Belmonte, A., & Pino-Ortega, J. (2018b). Validez y fiabilidad de un dispositivo inercial (WIMU PRO™) para el análisis del posicionamiento en balonmano [Validity and

- reliability of an inertial device (WIMU PRO™) to tracking analysis in handball]. *E-Balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte*, 14(1), 9-16.
- Brandes, M.; Heitmann, A., & Müller, L. (2011). Physical Responses of Different Small- Sided Game Formats in Elite Youth Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(5), 1353-1360. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318231ab99>
- Carling, C., Williams, A. M., & Reilly, T. (2006). Handbook of soccer match analysis: a systematic approach to improving performance. *Journal of sports science & medicine*, 5(1), 171. <https://doi.org/10.4324/9780203448625>
- Casamichana, D., & Castellano, J. (2010). Time-motion, heart rate, perceptual and motor behaviour demands in small-sides soccer games: Effects of pitch size. *Journal of Sports Sciences*, 28(14), 1615-1623. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.521168>
- Casamichana, D., San Román, J., Calleja, J., & Castellano, J. (2015). Los juegos reducidos en el entrenamiento del fútbol.
- Castellano, J., y Casamichana, D. (2014). Deporte con dispositivos de posicionamiento global (GPS): aplicaciones y limitaciones. *Revista de Psicología del Deporte*, 23(2), 355-364.
- Chamari, K.; Hachana, Y.; Kaouech, F.; Jeddi, R.; Moussa-Chamari, I., & Wisloff, U. (2005). Endurance training and testing with the ball in young elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 39(1), 24-28. <https://doi.org/10.1136/bjism.2003.009985>
- Coutts, A. J., & Duffield, R. (2010). Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *Journal of science and Medicine in Sport*, 13(1), 133-135. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.09.015>
- Davids, K., Araújo, D., Correia, V., & Vilar, L. (2013). How small-sided and conditioned games enhance acquisition of movement and decision-making skills. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 41(3), 154–161. <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e318292f3ec>
- Dellal, A.; Chamari, K.; Owen, A. L.; Wong, D. P.; Lago-Peñas, C., & Hill-Haas, S. (2011). Influence of technical instructions on the physiological and physical demands of small-sided soccer games. *European Journal of Sport Science*, 11(5), 341-346. <https://doi.org/10.1080/17461391.2010.521584>
- Dellal, A.; Chamari, K.; Pintus, A.; Girard, O.; Cotte, T., & Keller, D. (2008). Heart rate responses during small-sided games and short intermittent running training in elite soccer players: a comparative study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1449-1457. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31817398c6>
- Dempsey, G. M., Gibson, N. V., Sykes, D., Pryjmachuk, B., & Turner, A. P. (2017). Match demands of Senior and Junior players during International Rugby League. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002028>
- Duarte, R., & Frias, T. (2011). Collective intelligence: An incursion into the tactical performance of football teams. In Proceedings of the First International

- Conference in Science and Football (pp. 15-17).
- Fédération Internationale de Football Association, 2015-2016. Autorizadas por el International Football Association Board Reproducción o traducción completa o parcial solo con la autorización expresa de la IFAB. Publicadas por la Fédération Internationale de Football Association, FIFA-Strasse 20, 8044 Zúrich, Suiza http://es.fifa.com/mm/Document/FootballDevelopment/Refereeing/02/36/01/11/LawsofthegamewebES_Spanish.pdf
- Flanagan, T., y Merrick, E. (2002). Quantifying the work-load of soccer players. *Science and football IV*, 341.
- Folgado, H., Duarte, R., Fernandes, O., & Sampaio, J. (2014). Competing with lower level opponents decreases intra-team movement synchronization and time-motion demands during pre-season soccer matches. *PloS one*, 9(5), e97145. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097145>
- Folgado, H., Lemmink, K. A., Frencken, W., & Sampaio, J. (2014). Length, width and centroid distance as measures of teams tactical performance in youth football. *European Journal of Sport Science*, 14(sup1), S487-S492. <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.730060>
- Ford, P. R., Yates, I., & Williams, A. M. (2010). An analysis of practice activities and instructional behaviours used by youth soccer coaches during practice: Exploring the link between science and application. *Journal of Sports Sciences*, 28(5), 483-495. <https://doi.org/10.1080/02640410903582750>
- Frencken, W. G. P., & Lemmink, K. A. P. M. (2008). 27 Team kinematics of small-sided soccer games. *Science and Football VI*, 161.
- Frencken, W., Lemmink, K., Delleman, N., & Visscher, C. (2011). Oscillations of centroid position and surface area of soccer teams in small-sided games. *European Journal of Sport Science*, 11(4), 215-223. <https://doi.org/10.1080/17461391.2010.499967>
- Gabbett, T. J., & Mulvey, M. J. (2008). Time-motion analysis of small-sided training games and competition in elite women soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 543-552. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181635597>
- Gray, A. J., Jenkins, D., Andrews, M. H., Taaffe, D. R., & Glover, M. L. (2010). Validity and reliability of GPS for measuring distance travelled in field-based team sports. *Journal of Sports Sciences*, 28(12), 1319-1325. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.504783>
- Grehaigne, J. F., Godbout, P., & Zerai, Z. (2011). How the " rapport de forces. *Revista de Psicología del Deporte*, 20(2).
- Hill-Haas, S., Dawson, B., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. J. (2011). Physiology of small-sided games training in football: A systematic review. *Sports Medicine*, 41(3), 199-220. <https://doi.org/10.2165/11539740-000000000-00000>
- Hill-Haas, S.; Coutts, A.; Rowsell, G., & Dawson, B. (2009). Generic versus small-sided game training in soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(3), 636-642. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1220730>
- Hopkins, W., Marshall, S., Batterham, A., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine*

- and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 3.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- Impellizzeri, F.; Marcora, S. M.; Castagna, C.; Reilly, T.; Sassi, A.; Iaia, F., & Rampinini, E. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 27(6), 483-492. <https://doi.org/10.1055/s-2005-865839>
- Jennings, D., Cormack, S., Coutts, A. J., Boyd, L., & Aughey, R. J. (2010). The validity and reliability of GPS units for measuring distance in team sport specific running patterns. *International journal of sports physiology and performance*, 5(3), 328-341. <https://doi.org/10.1123/ijsp.5.3.328>
- Johnston, R. J., Watsford, M. L., Kelly, S. J., Pine, M. J., & Spurrs, R. W. (2014). Validity and interunit reliability of 10 Hz and 15 Hz GPS units for assessing athlete movement demands. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(6), 1649-1655. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000323>
- Jones, S., & Drust, B. (2007). Physiological and technical demands of 4 v 4 and 8 v 8 games in elite youth soccer players. *Kinesiology*, 39(2), 150-156.
- Lames, M., Ertmer, J., & Walter, F. (2010). Oscillations in football—order and disorder in spatial interactions between the two teams. *International Journal of Sport Psychology*, 41(4), 85.
- Leser, R., Schleindlhuber, A., Lyons, K., & Baca, A. (2014). Accuracy of an UWB-based position tracking system used for time-motion analyses in game sports. *European journal of sport science*, 14(7), 635-642. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.884167>
- Little, T. y Williams, A. G. (2006). Suitability of soccer training drills for endurance training. *J Strength Cond Res*, 20(2), 316-319. <https://doi.org/10.1519/00124278-200605000-00014>
- Little, T., & Williams, G. (2007). Measures of exercise intensity during soccer training drills with professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 367-371. <https://doi.org/10.1519/00124278-200705000-00013>
- MacLeod, H., Morris, J., Nevill, A., & Sunderland, C. (2009). The validity of a non-differential global positioning system for assessing player movement patterns in field hockey. *Journal of sports sciences*, 27(2), 121-128. <https://doi.org/10.1080/02640410802422181>
- Mallo, J. (2014). *La preparación (física) en el Fútbol basada en el Juego*. Madrid: Futbol de libro.
- Mallo, J., & Navarro, E. (2008). Physical load imposed on soccer players during smallsided training games. *Journal of Sports and Physical Fitness*, 48(2), 166-171.
- Misra, P. y Enge, P. (2006). *Global Positioning System: Signals, Measurements, and Performance*. Lincoln, MA: Ganga-Jamuna Press.
- Mohino, E. (2006). *Análisis y mitigación del error ionosférico en los sistemas globales de navegación por satélite con receptores de una frecuencia*. Tesis Doctoral: Universidad Complutense de Madrid
- Moura, F. A., Martins, L. E. B., Anido, R. D. O., De Barros, R. M. L., & Cunha, S. A. (2012). Quantitative analysis of Brazilian football players' organisation on the pitch. *Sports Biomechanics*, 11(1), 85-96.

- <https://doi.org/10.1080/14763141.2011.637123>
- Muñoz-López, A., Granero-Gil, P., Pino-Ortega, J., & De Hoyo, M. (2017). The validity and reliability of a 5-hz GPS device for quantifying athletes' sprints and movement demands specific to team sports. *Journal of Human Sport and Exercise*, 12(1), 156-166. <https://doi.org/10.14198/jhse.2017.121.13>
- Owen, A., Twist, C. y Ford, P. (2004). Small-sided games: the physiological and technical effect of altering pitch size and player numbers. *Insight*, 7, 50-53.
- Parlebas, P. (2008). *Juegos, deporte y sociedades. Léxico de praxeología motriz*. Editorial Paidotribo.
- Petersen, C., Pyne, D., Portus, M., & Dawson, B. (2009). Validity and reliability of GPS units to monitor cricket-specific movement patterns. *International journal of sports physiology and performance*, 4(3), 381-393. <https://doi.org/10.1123/ijspp.4.3.381>
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Abt, G., Chamari, K., Sassi, A., et al. (2007). Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *J Sports Sci*, 25(6), 659-666. <https://doi.org/10.1080/02640410600811858>
- Rhodes, J., Mason, B., Perrat, B., Smith, M., & Goosey-Tolfrey, V. (2014). The validity and reliability of a novel indoor player tracking system for use within wheelchair court sports. *Journal of sports sciences*, 32(17), 1639-1647. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.910608>
- Rogalski, B., Dawson, B., Heasman, J., & Gabbett, T. J. (2013). Training and game loads and injury risk in elite Australian footballers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(6), 499-503. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.12.004>
- Sampaio, J. E., Lago, C., Gonçalves, B., Maçãs, V. M., & Leite, N. (2014). Effects of pacing, status and unbalance in time motion variables, heart rate and tactical behaviour when playing 5-a-side football small-sided games. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(2), 229-233. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.04.005>
- Sassi, R.; Reilly, T., & Impellizzeri, F. (2004). A comparison of small-sided games and interval training in elite professional soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 22(6), 562.
- Silva, P., Duarte, R., Sampaio, J., Aguiar, P., Davids, K., Araújo, D., & Garganta, J. (2014). Field dimension and skill level constrain team tactical behaviours in small-sided and conditioned games in football. *Journal of sports sciences*, 32(20), 1888-1896. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.961950>
- Travassos, B., Gonçalves, B., Marcelino, R., Monteiro, R., & Sampaio, J. (2014). How perceiving additional targets modifies teams' tactical behavior during football small-sided games. *Human movement science*, 38, 241-250. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002028>
- Verheijen, R. (2014). The original guide to football periodization. Part 1. *Football language*.

Número de citas totales / Total references: 56 (100%)

Número de citas propias de la revista / Journal's own references: 0 (0%)

[Rev.int.med.cienc.act.fís.deporte](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002028) - vol. X - número X - ISSN: 1577-0354

