



**Casamichana, D.; Castellano, J.; Dellal, A. (2013).** Kinematic profile in friendly matches of semiprofessional soccer players. *Journal of Sport and Health Research*. 5(3):283-294.

**Original**

## PERFIL CINEMÁTICO EN PARTIDOS AMISTOSOS DE FÚTBOLISTAS SEMIPROFESIONALES

## KINEMATIC PROFILE IN FRIENDLY MATCHES OF SEMIPROFESIONAL SOCCER PLAYERS

Casamichana, D.<sup>1</sup> ; Castellano, J.<sup>1</sup> ; Dellal, A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Physical Education and Sport. Faculty of Physical Activity and Sport Sciences. University of the Basque Country (UPV-EHU). Vitoria-Gasteiz, España.*

<sup>2</sup>*Santy Orthopedicae clinical, sport science and research department, Lyon, France .Tunisian Research Laboratory "Sport Performance Optimisation" - National Centre of Medicine and Science in Sport (CNMSS)*

Correspondence to:

**David Casamichana**

Department of Physical Education and Sport. Faculty of Physical Activity and Sport Sciences. University of the Basque Country (UPV-EHU). Vitoria-Gasteiz, España

Email: [davidcasamichana@gmail.com](mailto:davidcasamichana@gmail.com)

*Edited by: D.A.A. Scientific Section Martos (Spain)*



Received: 26-09-2012

Accepted: 27-12-2012



## RESUMEN

Los objetivos de este trabajo son (1) describir el perfil cinemático de jugadores semiprofesionales de fútbol a través de la tecnología GPS y (2) determinar si existen diferencias entre las demarcaciones que ocupan los jugadores en el terreno de juego. Veinte jugadores semiprofesionales de fútbol, agrupados en cinco demarcaciones (*DC*= defensas centrales, *DL*= defensas laterales, *MC*= medios centros, *MP*= media punta, *MB* = medios banda y *Del* =delantero centro), fueron monitorizados durante siete partidos amistosos jugados en el periodo preparatorio (n = 46 registros). Los análisis de ANOVA indican que (1) *Del* (4675 m) recorren menos distancia que los *MC* (5357 m), *MP* (5369 m) y *MB* (5360 m) y los últimos más que los *DC* (4834 m;  $p < 0.05$ ,  $ES = 1.84$ ); (2) los centrocampistas (*MC*, *MP* y *MB*) son los jugadores que menor distancia recorren a sprint; (3) los jugadores que ocupan las bandas (*DL* y *MB*) son los que mayor número de acciones de sprint realizan, y (4) los mediapuntas realizan el mayor número de aceleraciones y de acciones de alta intensidad. Los resultados del estudio aportan información de cara a poder optimizar los programas de entrenamiento

**Palabras clave:** fútbol, tecnología GPS, análisis del movimiento, diferencias posicionales.

## ABSTRACT

The aims of this study were (1) to describe the kinematic profile of semi-professional soccer players using GPS technology; and (2) to determine whether the profile differs according to the player's position on the pitch. Twenty semi-professional soccer players, classified into five playing positions (*CD*= central defenders, *FB*= full backs, *CM*= central midfielders, *WM*= wide midfielders, *AM*= attacking midfielder and *CF*= centre forward), were monitored during seven pre-season friendly games (n = 46 recordings). The ANOVA indicated that (1) *CF* (4675 m) cover less distance than *CM* (5357 m), *AM* (5369 m) and *WM* (5360 m), and the last greater than *CD* (4834 m;  $p < 0.05$ ,  $ES = 1.84$ ); (2) the latter group of players (*CM*, *AM* and *WM*) cover the least distances in the very high-intensity running (*VHIR*) category; (3) More *VHIR* are made by those who play towards the wings (full backs and wide midfielders); and (4) attacking midfielders make the highest number of accelerations and high-intensity actions. The results of this study can be used to optimise specific training programmes

**Keywords:** soccer, GPS technology, time-motion analysis, positional differences



## INTRODUCCIÓN

El conocimiento sobre las demandas físicas de la competición aporta información relevante para optimizar el proceso de entrenamiento de los deportistas, pudiendo desarrollar protocolos específicos de entrenamiento de acuerdo a las demandas encontradas (Bradley, Mascio, Peart, Olsen, y Sheldon, 2010; Di Salvo, Baron, Tschan, Calderón, Bachl, y Pigozzi, 2007). A pesar de que existe información sobre el perfil físico en competición en jugadores profesionales (Di Salvo y col., 2007; Di Salvo, Gregson, Atkinson, Tordoff, y Drust, 2009; Zubillaga, Gorospe, Hernández-Mendo, y Blanco-Villaseñor, 2007), esta información referida a jugadores semiprofesionales o amateurs es escasa (Ohashi, Isokawa, Nagahama, y Ogushi, 1993; O'Donoghue, Boyd, y Bleakley, 2001; Van Gool, Van Gerven, y Boutmans, 1988).

Son numerosas las técnicas utilizadas a lo largo de la historia para conocer el perfil físico de los jugadores de fútbol, como los sistemas manuales de seguimiento (Reilly y Thomas, 1976), el registro magnetofónico (Mayhew y Wenger, 1985; O'Donoghue y col., 2001), mediante tabletas digitales (Dufour, 1993; Partridge, Mosher, y Franks, 1993), a través de *softwares* específicos (Bloomfield, Polman, y O'Donoghue, 2007; Rienzi, Drust, Reilly, Carter, y Martin, 2000), tabletas digitalizadoras (Valente y Santos (2002) o mediante los sistemas de seguimiento semiautomático a través del vídeo o *videotracking* (Andrzejewski, M., Chmura, J., Pluta, B., y Kasprzak, A, 2012; Bradley y col., 2010; Di Salvo y col., 2007; Di Salvo y col., 2009; Pereria, Kirkendall, y Barros, 2007; Zubillaga y col., 2007). La reciente incorporación de la tecnología GPS a la monitorización del entrenamiento y competición permite conocer el perfil físico de una manera fiable y válida (Coutts y Duffield, 2010; Johnston, Watsford, Pine, Spurrs, Murphy, y Pruyn, 2012; Macleod, Morris, Nevill, y Sunderland, 2009; Petersen, Pyne, Portus, y Dawson, 2009), pudiendo aumentar nuestro conocimiento acerca del perfil físico del jugador de fútbol

A pesar de que los dispositivos GPS están siendo utilizados por numerosos clubes de fútbol (Randers y col., 2010), y a diferencia con otros deportes donde la producción científica en este aspecto está siendo más abundante, existe poca información sobre su

aplicación en el estudio de los perfiles cinemáticos de los jugadores de fútbol. La incorporación de esta nueva tecnología GPS nos permite aumentar el conocimiento acerca de las demandas cinemáticas de la competición en fútbol, estudiando diferentes aspectos como la evolución a lo largo de las diferentes categorías de edad de las distancias recorridas (Buchheit, Mendez-Villanueva, Simpson, y Bourdon, 2010a; Harley, Barnes, Portas, Lovell, Barrett, Paul, y Weston, 2010) o profundizando en el estudio de alguna variable como las secuencias de sprint repetidos (Buchheit, Mendez-Villanueva, Simpson, y Bourdon, 2010b) o la relación de la velocidad máxima alcanzada y de la velocidad máxima aeróbica, y como pueden afectar a las acciones repetidas de desplazamiento a alta intensidad (Buchheit, Simpson, y Mendez-Villanueva, 2012). Uno de los principales motivos por los que apenas existe información sobre el perfil físico del fútbol durante partidos es la imposibilidad reglamentaria de utilizarlos en partidos de competición, por lo que debemos de utilizar partidos amistosos (Buchheit y col., 2010a, 2010b; Harley y col., 2010). En otros deportes de equipo se permite su uso, como en el fútbol australiano, donde los estudios son más numerosos (Aughey, 2010; Brewer, Dawson, Heasman, Stewart, y Cormack, 2010; Coutts, Quinn, Hocking, Castagna, y Rampinini, 2009; Gray y Jenkins, 2010; Mooney, Cormack, O'Brien, y Coutts, 2012; Wisbey, Montgomery, Pyne, y Rattray, 2010).

Finalmente, los objetivos de este trabajo son describir el perfil cinemático de jugadores semiprofesionales de fútbol a través de la tecnología GPS y conocer las diferencias existentes entre los diferentes puestos específicos que ocupan los jugadores dentro del terreno de juego.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Participantes

El perfil cinemático de 20 jugadores semiprofesionales de fútbol (edad  $24.4 \pm 5.0$  años, altura  $178.8 \pm 5.2$  cm, peso  $76.2 \pm 5.0$  kg, resultado en el *Test Yo-Yo de Recuperación Intermitente nivel 1* (TYYRI1)  $2367.3 \pm 529.7$  m) fue monitorizado durante siete partidos amistosos jugados durante el periodo preparatorio de la temporada 2010-11. Todos



los jugadores eran miembros del mismo equipo (de 3ª división española) que compite a nivel regional con una media de 12.5 años de experiencia por jugador en la práctica federada. Todos los jugadores fueron informados del procedimiento que se llevaría a cabo en la investigación, sus requerimientos, beneficios y riesgos, aportando todos los participantes el consentimiento informado antes de la realización del mismo. El protocolo de evaluación fue diseñado de acuerdo con las consignas de la Conferencia de Helsinki sobre investigación humana. Además, el Comité Ético de la Universidad del País Vasco (CEISH) proporcionó la aprobación institucional para la realización de este estudio.

## 2.2. Variables físicas

Las variables tomadas para estudiar el perfil físico fueron la distancia total recorrida (DT) y la distancia recorrida en cada uno de las categorías de velocidad establecidas: *parado-andando* (0-6.9 km·h<sup>-1</sup>), *carrera suave* (7.0-12.9 km·h<sup>-1</sup>), *carrera moderada* (13.0-17.9 km·h<sup>-1</sup>), *carrera rápida* (18.0-20.9 km·h<sup>-1</sup>) y *sprint* (>21 km·h<sup>-1</sup>). Las zonas de velocidad y categorías locomotoras seleccionadas son similares a las utilizadas en otros estudios realizados (Barros y col., 2007; Di Salvo y col., 2007; Di Salvo y col., 2009; Rampinini, Coutts, Castagna, Sassi, y Impellizzeri, 2007).

En línea con las investigaciones previas (Aughey, 2010; Cunniffe, Proctor, Baker, y Davies, 2009), se registraron el número de *aceleraciones* realizadas en diferentes rangos de intensidad: entre 1.0 - 1.5 m·s<sup>-2</sup>, entre 1.5 - 2.0 m·s<sup>-2</sup>, 2.0 - 2.5 m·s<sup>-2</sup> y >2.5 m·s<sup>-2</sup>. A pesar de desconocer la aceleración máxima de los deportistas estudiados para poder establecer las categorías, Aughey (2010) indica que los deportistas semiprofesionales de deportes de equipo presentan valores de aceleración máxima de entre 2.5 y 2.7 m·s<sup>-2</sup> obtenidos a través de mediciones láser.

En el estudio de las secuencias de *Acciones de Alta Intensidad Repetidas* (AAIR) diferentes variables fueron consideradas (Buchheit y col., 2010b): la frecuencia de AAIR por partido, el número de acciones de alta intensidad en cada AAIR, la duración media de las acciones realizadas, la duración media entre acciones y la duración media entre series de AAIR. Para que una serie de AAIR pueda considerarse como tal, el jugador debe realizar un mínimo de 3 acciones de una velocidad superior a

13 km·h<sup>-1</sup> (3.6 m·s<sup>-1</sup>) con menos de 21 segundos de recuperación entre ellos (Spencer, Lawrence, Rechichi, Bishop, Dawson, y Goodman, 2004).

Por último, se han incluido varios indicadores de la carga externa. Por un lado, el ratio *trabajo:descanso*, entendido como el cociente entre la distancia recorrida por el jugador en las categorías de velocidad >4 km·h<sup>-1</sup> (periodo de actividad o *trabajo*) entre la distancia cubierta en el rango de velocidad inferiores (0-3.9 km·h<sup>-1</sup>) como periodo de recuperación o *descanso*, variable que aporta información relativa la naturaleza de la actividad (Barbero-Álvarez, Barbero-Álvarez, y Granda, 2007). Otro indicador como es la velocidad máxima alcanzada (km·h<sup>-1</sup>) también ha sido monitorizada durante los partidos. Y por otro lado, a través de la acelerometría se han monitorizado diferentes variables a partir de la que se obtiene el indicador la *carga del jugador* (Boyd, Ball y Aughey, 2011; Cunniffe y col., 2009; Montgomery, Pyne, y Minahan, 2010), donde se combinan las aceleraciones producidas en los tres planos de movimientos corporales obtenidas a través del acelerómetro triaxial de 100 Hz. Aunque se trata de un indicador novedoso, se han obtenido altas correlaciones entre la carga del jugador y la frecuencia cardiaca y niveles de lactato en sangre (Montgomery y col., 2010). Además se trata de un indicador fiable y sensible a las diferentes demandas de los deportistas (Boyd y col., 2011). Dicho indicador se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Carga del jugador} = \sqrt{\left(\left(\text{aca}_{t=i+1} - \text{aca}_{t=i}\right)^2 + \left(\text{act}_{t=i+1} - \text{act}_{t=i}\right)^2 + \left(\text{acv}_{t=i+1} - \text{acv}_{t=i}\right)^2\right) / 100}$$

donde: *aca* es la aceleración el eje anteroposterior u horizontal; *act* es la aceleración en el eje transversal o lateral; *acv* es la aceleración en el eje vertical; *i* es el tiempo actual; *t* es el tiempo.

## 2.3. Procedimiento

Todos los partidos estuvieron separados entre sí por al menos 72 horas y fueron jugados en un horario similar (18:00 horas), con una temperatura de 20° y una humedad relativa del 78 %. Los equipos adversarios fueron siempre de un nivel similar y se mantuvo constante el formato de partido para reducir la variabilidad en el rendimiento físico de los deportistas (Castellano, Blanco-Villaseñor, y Álvarez, 2011; Lago, Casais, Domínguez, y Sampaio, 2010; Rampinini y col., 2007). Un total de 46



registros individuales de jugadores de campo (excluyendo a los porteros) fueron analizados con una media de 6.6 registros por partido (rango entre 4 y 8). Únicamente los primeros 45 minutos (min) que disputaron los jugadores en la competición fueron incluidos para el análisis.

El sistema de juego propuesto por el técnico para el equipo fue en todos los partidos un 1-4-4-1-1, es decir, compuesto por dos defensas centrales (*DC*), dos defensas laterales (*DL*), dos medios centros (*MC*), dos medios banda (*MB*), un media punta (*MP*), que jugó por detrás del único delantero centro (*Del*). Los jugadores fueron asignados en una de las siguientes cinco demarcaciones: *DC* = 3 (9 registros), *DL* = 4 (5 registros), *MC* = 3 (4 registros), *MB* = 4 (15 registros), *MP* = 2 (8 registros) y *Del* = 4 (5 registros). Los porteros fueron excluidos del estudio. Estas demarcaciones son similares a las estudiadas en otros trabajos (Buchheit y col., 2010a, Buchheit y col., 2010b), con la única diferencia con respecto a los estudios realizados recientemente utilizando sistemas semiautomáticos de monitorización (Bradley y col., 2010; Di Salvo y col., 2007; Di Salvo y col., 2009) que los atacantes fueron divididos en delantero centro y media punta, debido al sistema de juego practicado por el equipo estudiado (1-4-4-1-1).

Los desplazamientos de los jugadores fueron registrados a través de dispositivos GPS (*MinimaxX v.4.0, Catapult Innovations*) con una frecuencia de muestreo de 10 Hz. Además, este dispositivo incorpora un acelerómetro triaxial con una frecuencia de muestreo de 100 Hz. Utilizándose un diseño específico de chaleco, los dispositivos se introdujeron en un bolsillo ubicado en la parte superior de su espalda, entre las escápulas y la parte inferior de la espina cervical. Los dispositivos GPS fueron activados 15 min antes del comienzo del partido siguiendo las recomendaciones del fabricante. Después del registro, los datos fueron descargados a un ordenador personal donde se realizaron los análisis a través de *software Logan Plus v.4.5. (Catapult Innovations, 2010)*.

Se ha sugerido que los dispositivos GPS subestiman la distancia recorrida a alta intensidad en comparación con otros métodos de análisis (Randers y col., 2010). Sin embargo, una mayor frecuencia de muestreo de los GPS puede aumentar la precisión de la información aportada por los dispositivos (Duffield, Reid, Baker, y Spratford, 2010). En este

sentido, la fiabilidad, precisión y validez de los dispositivos que se han utilizado en este estudio con una frecuencia de muestreo de 10 Hz obtienen mejores resultados (Castellano, Casamichana, Calleja-González, San Román, y Ostojic, 2011) que los obtenidos en trabajos anteriores (Duffield y col., 2010; Petersen y col., 2009) cuando analizaron los dispositivos a una frecuencia de muestreo de 1 y 5 Hz.

#### 2.4. Análisis estadístico

Los datos son presentados como medias y desviaciones estándar ( $\pm$ DS). Para la prueba de homogeneidad de las varianzas se utilizó el estadístico de *Levene*. Para estimar la presencia de diferencias significativas se ha realizado el análisis de la varianza (ANOVA) para medidas repetidas para cada una de las variables dependientes. Las variables independientes fueron los diferentes puestos específicos ocupados en el terreno de juego (*DC, DL, MC, MB, MP* y *Del*). Cuando se encontraron diferencias significativas entre ellos se aplicó el test *post-hoc* de *Bonferroni*. El tamaño del efecto fue calculado para evaluar la magnitud de las diferencias (Cohen, 1988). El tamaño del efecto superior a 0.8, entre 0.8 y 0.5, entre 0.5 y 0.2 y  $<0.2$  fue considerado largo, moderado, pequeño y trivial, respectivamente. Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el paquete estadístico *SPSS 16.0 para Windows* y el nivel de significación admitido fue de  $p < 0.05$ .

## RESULTADOS

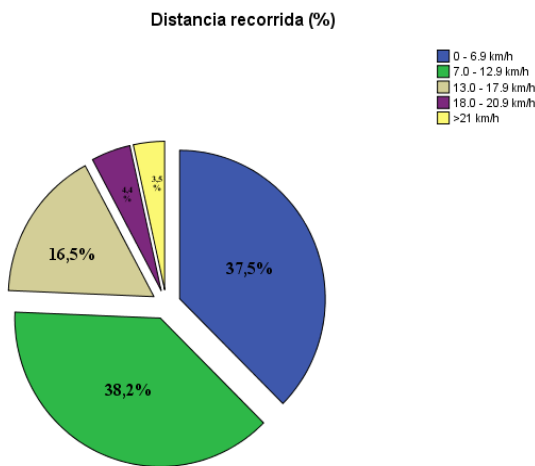
### 3.1. Distancia total recorrida

La media de distancia total recorrida ( $\pm$ DS) en los primeros 45 min, independientemente de la demarcación ocupada por los jugadores en el terreno de juego, fue de 5162.4  $\pm$ 385.3 m, con un rango que va desde 4051 hasta 5839 m. El estudio del perfil físico revela que tanto los *MC* (5357.0  $\pm$ 310.7,  $p < 0.05$ ; ES = 1.79), los *MP* (5369.7  $\pm$ 162.4 m,  $p < 0.05$ ; ES = 2.09) como los *MB* (5360.7  $\pm$ 242.9 m,  $p < 0.05$ ; ES = 1.93) recorren mayor distancia que los *Del* (4675.8  $\pm$ 439.6 m,  $p < 0.05$ ). Los *MB* recorrieron, también, mayor distancia que los *DC* (4834.4  $\pm$ 321.4 m,  $p < 0.05$ , ES = 1.84).



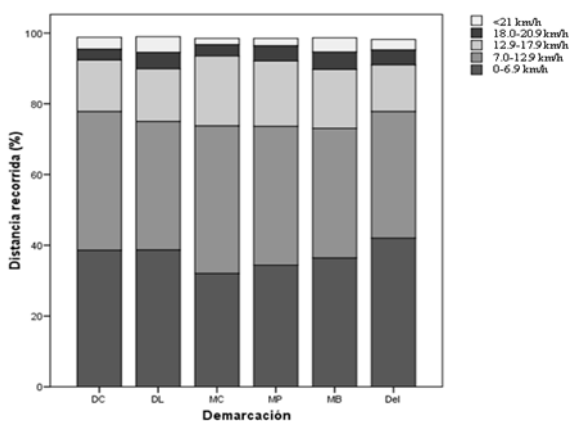
### 3.2. Distancia recorrida a diferentes rangos de velocidad

La Figura 1 muestra la distancia recorrida (%) en cada una de las categorías de velocidad para la media de los jugadores estudiados, independientemente de la demarcación ocupada.



**Figura 1.** Valores medios de la distancia recorrida en cada una de las categorías de velocidad estudiadas

La distancia recorrida en cada una de las categorías de velocidad expresada de manera porcentual en función de la demarcación ocupada está representada en la Figura 2.



**Figura 2.** Valores medios de la distancia total recorrida para cada una de las demarcaciones: DC (defensas centrales), DL (defensas laterales), MC (medios centros), MB (medios banda), MP (media punta) y Del (delantero centro). Diferencias significativas para  $p < 0.05$ : En 0-6.9 km/h,  $Del > MC$ ,  $Del > MP$ ; en 13.0-17.9 km/h,  $MC >$

$Del$ ,  $MP > Del$ ,  $MB > Del$ ,  $MP > DL$ ,  $MC > DL$ ,  $MP > DC$ ,  $MC > DC$ ; en  $>21$  km/h,  $DC > MC$ ,  $DC > MP$ ,  $MB > MC$ ,  $MB > MP$ .

Con relación a la distancia recorrida en diferentes rangos de velocidad se han obtenido los siguientes resultados (tabla 1): los *ML* son los jugadores que mayor distancia recorren en el rango de velocidad más bajo ( $0-6.9$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), presentando diferencias significativas con los *MC* ( $p < 0.05$ ;  $ES = 2.42$ ). Los *MC* recorren las mayores distancias tanto en el rango de  $7.0-12.9$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  como en el de  $13.0-17.9$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ , siendo los *Del* los que menor distancia recorren en ambos rangos de velocidad. En el rango de velocidad de  $18.0-20.9$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  son los *ML* los que mayor distancia recorren, presentando diferencias significativas únicamente con los *DC* ( $p < 0.05$ ;  $ES = 1.81$ ). Los *DL* son los jugadores que mayor distancia recorren en el rango de mayor velocidad ( $>21$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), siendo los *MC* ( $p < 0.05$ ;  $ES = 1.66$ ) y los *MP* ( $p < 0.05$ ;  $ES = 1.43$ ) los que menor distancia recorren en este rango de velocidad.

**TABLA 1.** Media y desviación típica (entre paréntesis) de las distancias totales recorridas en cada categoría de velocidad ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) en función de las diferentes demarcaciones.

	0-6.9	7-12.9	13-17.9	18-20.9	>21
<i>DC</i>	1856.0 (122.1)	1898.2 (197.6)	715.4 (118.2)	141.8 (57.7)	166.6 (42.9)
<i>DL</i>	1914.9 (119.7)	1823.2 (242.1)	751.2 (142.5)	234.0 (84.4)	224.0 <sup>kl</sup> (98.0)
<i>MC</i>	1711.2 (83.4)	2237.2 <sup>b</sup> (189.2)	1056.0 <sup>bij</sup> (254.6)	177.7 (91.7)	89.5 (58.9)
<i>MP</i>	1839.7 (146.9)	2107.5 <sup>c</sup> (210.8)	1002.7 <sup>cf</sup> (145.3)	230.6 (52.6)	115.7 (43.4)
<i>MB</i>	1941.0 <sup>b</sup> (105.0)	1967.1 (212.7)	893.6 <sup>d</sup> (126.3)	256.9 <sup>a</sup> (69.0)	121.1 <sup>hm</sup> (64.2)
<i>Del</i>	1942.6 (173.9)	1686.8 (284.1)	635.6 (170.3)	177.0 (36.8)	151.0 (61.1)
Media	1889.2 (136.1)	1948.9 (259.8)	851.4 (193.9)	219.8 (75.6)	178.3 (80.8)

**Nota:** DC (defensas centrales), DL (defensas laterales), MC (medios centros), MP (media punta), MB (medios banda) y Del (delantero centro). Diferencias significativas para  $p < 0.05$ : <sup>a</sup> $MB > DC$ , <sup>b</sup> $MC > Del$ , <sup>c</sup> $MP > Del$ , <sup>d</sup> $MB > Del$ , <sup>e</sup> $MP > DC$ , <sup>f</sup> $MP > DL$ , <sup>h</sup> $MB > MC$ , <sup>i</sup> $MC > DC$ , <sup>j</sup> $MC > DL$ , <sup>k</sup> $DL > MC$ , <sup>l</sup> $DL > MP$  y <sup>m</sup> $MB > MP$ .

### 3.3. Aceleraciones



El estudio de las aceleraciones realizadas indica como los *MP* realizan aceleraciones de entre 1.5–2.0 y  $>2.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  con mayor frecuencia que los *DL* ( $p<0.05$ ;  $ES = 1.09$ ) y los *Del* ( $p<0.05$ ;  $ES = 1.62$ ).

**TABLA 2.** Frecuencia (media y DS) de las aceleraciones realizadas por los jugadores en función de su demarcación.

	Aceleraciones ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ )			
	1.0–1.5	1.5–2.0	2.0–2.5	$>2.5$
<i>DL</i>	9.1 $\pm$ 2.4	1.6 $\pm$ 1.1	1.3 $\pm$ 0.9	4.9 $\pm$ 1.9
<i>DC</i>	5.2 $\pm$ 2.3	1.4 $\pm$ 1.1	0.6 $\pm$ 0.9	4.2 $\pm$ 2.6
<i>MC</i>	5.5 $\pm$ 4.6	1.7 $\pm$ 0.9	1.0 $\pm$ 0.8	5.0 $\pm$ 1.8
<i>MP</i>	9.2 $\pm$ 4.9	4.6 $\pm$ 3.7 <sup>f</sup>	1.0 $\pm$ 1.7	7.4 $\pm$ 3.2 <sup>c</sup>
<i>ML</i>	8.4 $\pm$ 3.7	2.6 $\pm$ 1.4	1.1 $\pm$ 1.0	5.9 $\pm$ 2.9
<i>Del</i>	7.2 $\pm$ 4.5	2.4 $\pm$ 2.2	1.0 $\pm$ 0.7	2.6 $\pm$ 2.7

**Nota:** *DC* (defensas centrales), *DL* (defensas laterales), (*MC* (medios centros), *ML* (medios laterales), *MP* (media punta) y *Del* (delantero centro). Diferencias significativas para  $p<0.05$ : <sup>c</sup>*MP*  $>$  *Del*, <sup>f</sup>*MP*  $>$  *DL*.

#### 3.4. Acciones de alta intensidad repetida (AAIR)

Respecto al número de AAIR, los valores medios, independientemente de la posición ocupada en el terreno de juego, son de  $7.04 \pm 3.38$ , y de  $3.78 \pm 0.5$  acciones por cada AAIR, con una duración media de  $3.6 \pm 0.7$  segundos por acción,  $10.5 \pm 1.4$  segundos de duración media entre acciones y  $310.4 \pm 208.4$  segundos de duración media entre diferentes AAIR. Nuevamente solo los *MP* mostraron diferencias significativas respecto a los *DC* ( $p<0.05$ ;  $ES = 3.07$ ).

**TABLA 3.** Valores medios (DS) de las acciones de alta intensidad repetidas (AAIR), número de acciones por AAIR, duraciones medias de las acciones, duración entre acciones y duración media entre AAIR para cada una de las demarcaciones.

Variables del AAIR	<i>DL</i>	<i>DC</i>	<i>MC</i>	<i>MP</i>	<i>ML</i>	<i>Del</i>
Número de AAIR (n)	6.4 (2.0)	3.4 (2.1)	8.7 (5.2)	9.4 (1.8) <sup>e</sup>	7.9 (3.1)	4.2 (3.6)
Acciones por AAIR (n)	3.8 (0.5)	3.4 (0.4)	3.7 (0.2)	3.9 (0.4)	3.9 (0.6)	3.7 (0.3)
Duración de las acciones (seg)	3.8 (0.7)	3.2 (1.0)	3.6 (0.9)	3.6 (0.4)	3.7 (0.5)	3.6 (1.1)
Duración entre acciones (seg)	10.9 (1.5)	10.0 (1.4)	9.8 (1.8)	11.2 (0.9)	10.2 (1.4)	10.5 (1.5)

Duración entre AAIR (seg)	330.7 (112.7)	518.1 (400.7)	260.5 (124.8)	264.1 (88.6)	366.8 (217.7)	286.9 (217.7)
---------------------------	---------------	---------------	---------------	--------------	---------------	---------------

**Nota:** AAIR (acciones de alta intensidad repetidas); *DC* (defensas centrales), *DL* (defensas laterales), *MC* (medios centros), *ML* (medios laterales), *MP* (media punta) y *Del* (delantero centro). Diferencias significativas para  $p<0.05$ : <sup>e</sup>*MP*  $>$  *DC*.

#### 3.5. Indicadores

Con relación al indicador ratio *trabajo:descanso* los *MP* y los *ML* obtuvieron mayores valores que los *DC* ( $p<0.05$ ;  $ES = 2.82-1.76$ ) y los *DL* ( $p<0.05$ ;  $ES = 2.66-1.47$ ), sin existir diferencias entre las demás posiciones. El estudio de las aceleraciones realizadas a través de la *carga del jugador* indica que los *DC* ( $p>0.05$ ;  $ES = 1.65$ ) y *Del* ( $p>0.05$ ;  $ES = 1.98$ ) obtuvieron valores inferiores que los *ML*, presentando también los *MC* mayores valores que los *Del* ( $p<0.05$ ;  $ES = 2.79$ ). No se encuentran diferencias significativas en la velocidad máxima alcanzada en función de la demarcación ocupada por el jugador en el terreno de juego.

**TABLA 4.** Valores medios ( $\pm$ DS) de los indicadores (ratio *trabajo:descanso*, T:D, *carga del jugador*, CJ, y *velocidad máxima*, VM en  $\text{Km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) de la respuesta física en función de los puestos específicos.

	<i>DL</i>	<i>DC</i>	<i>MC</i>	<i>MP</i>	<i>ML</i>	<i>Del</i>
T:D	2.0 (0.3)	1.8 (0.4)	2.4 (0.4)	2.8 <sup>ie</sup> (0.3)	2.7 <sup>ga</sup> (0.6)	2.2 (0.3)
CJ	585.1 (45.9)	563.2 (25.4)	654.5 <sup>b</sup> (38.0)	619.5 (42.6)	651.8 <sup>ad</sup> (71.5)	529.0 (50.9)
VM	28.6 (1.2)	27.7 (1.6)	25.6 (1.3)	26.5 (2.2)	26.9 (1.3)	27.1 (1.6)

**Nota:** *DC* (defensas centrales), *DL* (defensas laterales), (*MC* (medios centros), *ML* (medios laterales), *MP* (media punta) y *Del* (delantero centro). Diferencias significativas para  $p<0.05$ : <sup>a</sup>*ML*  $>$  *DC*, <sup>b</sup>*MC*  $>$  *Del*, <sup>c</sup>*MP*  $>$  *Del*, <sup>d</sup>*ML*  $>$  *Del*, <sup>e</sup>*MP*  $>$  *DC*, <sup>f</sup>*MP*  $>$  *DL* y <sup>g</sup>*ML*  $>$  *DL*.

## DISCUSIÓN

El propósito del trabajo fue describir el perfil cinemático de jugadores adultos semiprofesionales de fútbol durante diferentes partidos amistosos atendiendo a las diferentes demarcaciones ocupadas por los jugadores dentro del terreno de juego. Para ello se ha utilizado la tecnología GPS, encontrándose diferentes demandas cinemáticas en función del puesto específico ocupado por el jugador dentro del



terreno de juego durante partidos amistosos de pretemporada.

Debemos de ser cautelosos a la hora de comparar los resultados de este estudio con los obtenidos por otros autores, debido principalmente a las diferentes metodologías empleadas a la hora de monitorizar las variables cinemáticas. Como apuntábamos al inicio, existen ciertas diferencias entre los valores obtenidos por diferentes técnicas de registro (Edgecomb y Norton, 2006; Dogramaci, Watsford, y Murphy, 2011; Randers y col., 2010) o cuando se utilizan dispositivos GPS pero diferentes modelos (Coutts y Duffield, 2010; Duffield y col., 2010; Petersen y col., 2009). A pesar de de ello, el presente trabajo muestra que existen diferentes requerimientos cinemáticos en función de las posiciones específicas ocupadas en el terreno de juego por jugadores adultos de fútbol de categoría semiprofesional.

La distancia total recorrida por este nivel de jugadores (5162.4  $\pm$ 385.3 m) es algo inferior a los valores reportados por Di Salvo y col. (2007) dónde registró una media de 5709  $\pm$ 485 m en jugadores de alto nivel y por Andrzejewski y col. (2012) quienes encontraron valores de 5562  $\pm$ 392 m en partidos de UEFA. Por demarcaciones, son los jugadores que ocupan el centro del campo (*MC*, *ML* y *MP*) los que mayor distancia recorren, tal y como ha sido descrito en jugadores de alto nivel (Andrzejewski y col. (2012; Bradley y col., 2010; Di Salvo y col., 2007; Zubillaga y col., 2007) y en diferentes categorías de edad (Bucheit y col., 2010a). En nuestro trabajo son los *Del* los que menor distancia recorren, de manera similar a lo encontrado por otros estudios (Bradley y col., 2010; Bucheit y col., 2010a; Di Salvo y col., 2007; Zubillaga y col., 2007) quienes encuentran menores valores de distancia recorrida por los *DC*, seguidos de los *Del*.

Respecto a las distancias recorridas en función de los diferentes rangos de velocidad se ha encontrado que son los defensas (*DC* y *DL*) y el delantero (*Del*) los que mayor distancia recorren a *sprint*, a pesar de ser los jugadores que menor DT recorrían. Tanto Di Salvo y col. (2007) como Zubillaga y col. (2007) y Andrzejewski y col. (2012) indican como los *MC* y los *DC* son los que menos distancia recorren en la categoría de máxima velocidad, mientras que Bradley y col. (2010) encuentra distancias significativamente menores por los *DC* en rangos superiores a 14.4 km·h<sup>-1</sup>. Además, coincidimos con Bucheit y col. (2010a)

y Andrzejewski y col. (2012) en las largas distancias recorridas por los *Del* a *sprint*, siendo significativamente mayor que la distancia recorrida por *DL*, *DC*, *MC* y *MP*. Son los *MC* los que recorren una distancia menor a esta velocidad. Debemos señalar a este respecto, que no todos los trabajos han realizado los análisis considerando las mismas posiciones en el terreno, ya que mientras Bucheit y col. (2010a) ha dividido los atacantes en delanteros y mediapuntas (o segundos delanteros, tal y como lo hemos realizado nosotros), Andrzejewski y col. (2012) únicamente diferencia entre defensas, centrocampistas y delanteros, lo que dificulta la comparación, y Di Salvo y col. (2007) ha realizado el análisis contemplando un único grupo de atacantes, por lo que las diferencias encontradas en este grupo de jugadores pueden ser debidas a esta diferenciación a la hora de determinar las posiciones específicas dentro del terreno de juego. Al igual que encuentran Di Salvo y col. (2007) y Zubillaga y col. (2007) los *MC* son los jugadores que mayor distancia recorren en las categorías de velocidad intermedia (7.0–12.9 y 13.0–17.9 km·h<sup>-1</sup>), siendo los *ML* los que mayor distancia recorren en la categoría de *carrera rápida* (18.0–20.9 km·h<sup>-1</sup>).

Subrayamos que una de las principales diferencias en los valores encontrados en nuestro trabajo con respecto a los realizados con profesionales (Di Salvo y col. 2007; Zubillaga y col., 2007) hace referencia a la distancia recorrida a *sprint* (>21 km·h<sup>-1</sup>) por los *DC*, encontrando altos valores en nuestro trabajo, mientras que en jugadores profesionales (Di Salvo y col. 2007, Zubillaga y col., 2007) este grupo de jugadores es el que menor distancia recorre a *sprint*.

Con respecto a las aceleraciones realizadas, desde nuestro conocimiento, únicamente un trabajo las ha estudiado en partidos en la modalidad de rugby (Cunniffe y col., 2009). En nuestro trabajo encontramos como los *MP* realizan un mayor número de aceleraciones de entre 1.5 y 2.0 m·s<sup>-2</sup> y de >2.5 m·s<sup>-2</sup> que los *DL* y los *Del*.

El estudio de las AAIR es clave por su estrecha relación con el rendimiento deportivo (Aziz, Mukherjee, Chia, y Teh, 2008; Impellizzeri, Rampinini, Castagna, Bishop, Ferrari Bravo, Tibaudi, y Wisloff, 2008; Rampinini, Sassi, Morelli, Mazzoni, Fanchini, y Coutts, 2009). Sin embargo, se desconoce cuál es la secuencia de AAIR en el fútbol, encontrándose en la literatura únicamente valores de





jugadores jóvenes de fútbol (Bucheit y col., 2010b). En la muestra analizada se han encontrado diferencias en el número de AAIR en función de los puestos específicos. Son los *MP* con  $9.4 \pm 1.8$  los que realizan más AAIR por únicamente  $3.4 \pm 2.1$  secuencias realizadas por los *DC*. Bucheit y col. (2010b) también encuentran diferencias significativas entre puestos específicos, mostrándose sin embargo, que son los *ML* los que realizan un mayor número de AAIR.

En cuanto al número de acciones por AAIR no existen diferencias significativas entre puestos, realizando una frecuencia media de  $3.78 \pm 0.5$  acciones por AAIR, valores algo superiores a los encontrados por Bucheit y col. (2010b). Además, en la duración media de las acciones ( $3.6 \pm 0.7$  seg) tampoco existen diferencias significativas en función de los diferentes puestos específicos, siendo valores algo superiores a los indicados por Bucheit y col. (2010b). Estas diferencias pueden deberse a la diferencias en la muestra (jugadores jóvenes en comparación con los jugadores adultos y semiprofesional del presente estudio) a pesar de que no se observa un aumento progresivo del número de esfuerzos a medida que se incrementa la edad (Bucheit y col., 2010b). Otra posible explicación de las diferencias podría deberse a los criterios escogidos en la definición de las AAIR. En el estudio de Bucheit y col. (2010b) para considerar un AAIR es necesario que haya dos o más sprints (velocidad  $\geq 19 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) con 1 segundo de duración y separados no más de 15, 30, 45 y 60 seg.

El estudio de las recuperaciones medias aporta información relevante de cara a poder simular en el entrenamiento estos patrones de actividad de AAIR. Encontramos como existe una duración media entre esfuerzos o acciones de  $10.5 \pm 1.4$  seg dentro de cada secuencia de AAIR y de  $310.4 \pm 208.4$  segundos de duración media entre diferentes AAIR, sin existir diferencias en función de las demarcaciones.

Finalmente, con relación a los indicadores tomados a estudio, el ratio *trabajo:descanso* y la *carga del jugador*, también se han encontrado diferencias significativas para algunas de las demarcaciones. Respecto al ratio *trabajo:descanso*, los *ML* y *MP* han desarrollado un ratio más alto respecto a los defensas (*DC* y *DL*). Por otra parte, el indicador *carga del jugador* basada en medidas obtenidas a través de la acelerometría, los resultados obtenidos al igual que

para Cunniffe y col. (2009) se han estimado diferencias entre los defensores y atacantes, concretamente en el presente estudio los *MC* y los *ML* obtuvieron mayores valores de *carga del jugador* que los *Del*, y los *ML* mayores que los *Del*.

Algunas de las principales limitaciones del trabajo son las referidas al tamaño de la muestra (únicamente participaron 20 jugadores de un mismo equipo), a la no oficialidad de los partidos disputados (partidos amistosos) y a que únicamente se ha utilizado en el análisis los primeros 45 minutos de cada jugador en el partido, ya que estos partidos amistosos son utilizados como preparatorios, durante los cuales el entrenador hace numerosos cambios. A pesar de esto, creemos interesante la información sobre el perfil cinemático de los jugadores semiprofesionales de fútbol, ya que permite hacernos una idea real de las exigencias de la competición y la posible existencia de particularidades en función de la demarcación que ocupan dentro del sistema de juego. De esta manera se podrá individualizar y aumentar la especificidad de la carga de trabajo durante el entrenamiento, optimizando de esta manera el sistema condicional del jugador.

## CONCLUSIONES

Las conclusiones que se pueden extraer del presente estudio tienen que ver con los siguientes aspectos: (1) la aplicación de la tecnología GPS ha permitido describir el perfil cinemático de los jugadores de fútbol a partir de variables e indicadores que aportan información valiosa desde el punto de vista de la demanda energética y, (2) en la categoría semiprofesional del fútbol, también, los jugadores tienen un perfil físico diferente en función de la demarcación que ocupan sobre el terreno de juego.

Conocer los patrones de esfuerzo físico en el fútbol y en función de las demarcaciones permitirá a entrenadores y preparadores optimizar el proceso de entrenamiento en el fútbol.

## 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.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Andrzejewski, M.; Chmura, J.; Pluta, B., y Kasprzak, A. (2012). Analysis of motor activities of professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(6), 1481-1488.
2. Aughey, R. J. (2010). Australian football player work rate: evidence of fatigue and pacing? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(3), 394-405.
3. Aziz, A. R.; Mukherjee, S.; Chia, M. Y., y Teh, K. C. (2008). Validity of the running repeated sprint ability test among playing positions and level of competitiveness in trained soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 29(10), 883-838.
4. Barbero-Álvarez, J. C.; Barbero-Álvarez, V.; y Granda, J. (2007). Perfil de actividad durante el juego en futbolistas infantiles. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 4, 33-41.
5. Barros, R. M. L.; Misuta, M. S.; Menezes, R. P.; Figueroa, P. J.; Moura, F. A.; Cunha, S. A., ...Leite, N. J. (2007). Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 233-242.
6. Bloomfield, J.; Polman, R., y O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(1), 63-70.
7. Boyd, L. J.; Ball, K., y Aughey, R. A. (2011). The reliability of MinimaxX accelerometers for measuring physical activity in Australian football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6, 311-321.
8. Bradley, P. S.; Di Mascio, M.; Peart, D.; Olsen, P., y Sheldon B. (2010). High-intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2343-2351.
9. Brewer, C.; Dawson, B.; Heasman, J.; Stewart, G., y Cormack, S. (2010). Movement pattern comparisons in elite (AFL) and sub-elite (WAFL) Australian football games using GPS. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(6), 618-623.
10. Buchheit, M.; Mendez-Villanueva, B. M.; Simpson, P. C., y Bourdon, P. C. (2010a). Match running performance and fitness in youth soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 31(11), 818-825.
11. Buchheit, M.; Mendez-Villanueva, B. M.; Simpson, P. C., y Bourdon, P. C. (2010b). Repeated-sprint sequences during youth soccer matches. *International Journal of Sports Medicine*, 31(10), 709-716.
12. Buchheit, M.; Simpson, P. C., y Mendez-Villanueva, B. M. (2012). Repeated high-speed activities during youth soccer games in relation to changes in maximal sprinting and aerobic speeds. *International Journal of Sports Medicine*, (in press).
13. Repeated-sprint sequences during youth soccer matches. *International Journal of Sports Medicine*, 31(10), 709-716.
14. Castellano, J.; Blanco-Villaseñor, A., y Álvarez, D. (2011). Contextual variables and time-motion analysis in soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 32(6), 415-421.
15. Castellano, J.; Casamichana, D.; Calleja-González, J.; San Román, J., y Ostojic, S. (2011). Reliability and accuracy of 10 Hz GPS devices for short-distance exercise. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10, 233-234
16. Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Hillsdale, NJ. Lawrence Erlbaum Associates.
17. Coutts, A., y 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.
18. Coutts, A.; Quinn, J.; Hocking, J.; Castagna, C., y Rampinini, E. (2010). Match running performance in elite Australian rules football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(5), 543-548.



19. Cunniffe, B.; Proctor, W.; Baker, J., y Davies, B. (2009). An evaluation of the physiological demands of elite rugby union using global positioning system tracking software. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1195-1203.
20. Di Salvo, V.; Baron, R.; Tschan, H.; Calderon, F, J.; Bachl, N., y Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 222-227.
21. Di Salvo, V.; Gregson, W.; Atkinson, G.; Tordoff, P., y Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in premier league soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(3), 205-12.
22. Dogramaci, S. N.; Watsford, M. L., y Murphy, A. J. (2011). The reliability and validity of subjective notational analysis in comparison to global positioning system tracking to assess athlete movement patterns. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(3), 852-860.
23. Duffield, R.; Reid, M.; Baker, J., y Spratford, W. (2010). Accuracy and reliability of GPS devices for measurement of movement patterns in confined spaces for court-based sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(5), 523-525.
24. Dufour W. (2003). Computer-assisted scouting in soccer. In T. Reilly, J. Clarys and A. Stibbe (Eds.), *Science and Football II* (pp 160-166). London: E. and F.N. Spon.
25. Edgecomb, S. J., y Norton, K. I. (2006). Comparison of global positioning and computerbased tracking systems for measuring player movement distance during Australian Football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(1), 25-32.
26. Gray, A. J., y Jenkins, D. (2010). Match analysis and the physiological demands of Australian football. *Sports Medicine*, 40(4), 347-360.
27. Harley, J. A.; Barnes, C. A.; Portas, M.; Lovell, R.; Barret, S.; Paul, D., y Weston, M. (2010). Motion analysis of match-play in elite U12 to U16 age-group soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 28(13), 1391-1397.
28. Impellizzeri, F. M.; Rampinini, E.; Castagna, C.; Bishop, D.; Ferrari Bravo, D.; Tibaudi, A., y Wisloff, U. (2008). Validity of a repeated - sprint test for football. *International Journal of Sports Medicine*, 29(11), 899-905.
29. Johnston, R. J.; Watsford, M. L.; Pine, M. J.; Spurrs, R. W.; Murphy, A. J., y Pruyne E. C. (2012). The validity and reliability of 5-Hz global positioning system units to measure team sport movement demands. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(3): 758-765.
30. Lago, C.; Casais, L.; Dominguez, E., y Sampaio, J. (2010). The effects of situational variables on distance covered at various speeds in elite soccer. *European Journal of Sports Sciences*, 10(3), 103-109.
31. MacLeod, H.; Morris, J.; Nevill, A., y 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.
32. Mayhew, S., y Wenger, H. (1985). Time motion analysis of professional soccer. *Journal of Human Movement Studies*, 11: 49-52.
33. Mooney, M.; Cormack, S.; O'Brien, B., y Coutts A. J. (2012). Does Physical Capacity and Interchange Rest Periods Influence the Match Exercise Intensity Profile in Australian Football? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, (in press).
34. Montgomery, P. G.; Pyne, D.B., y Minahan, C.L. (2010). The physical and physiological demands of basketball training and competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(1), 75-86.
35. O'Donoghue, P.G; Boyd, M., y Bleakley, E.W. (2001). Time-motion analysis of elite semi-professional and amateur soccer competition. *Journal of Human Movement Studies*, 41, 1-12.
36. Ohashi, J.; Isokawa, M.; Nagahama, H., y Ogushi, T. (1993). The ratio of physiological intensity of movements during soccer match-play. In T. Reilly, J. Clarys and A. Stibbe (Eds.), *Science and Football II* (pp 124-128). London: E. and F.N. Spon.



37. Partridge, D.; Mosher, R. E., y Franks I. M. (1993). A computer asisted analysis of technical performance- a comparison of the 1990 World Cup and intercollegiate soccer. En T. Reilly, J. Clarys, y A. Stibbe (Eds.), *Science and Football II* (pp 221-231). London: E. and F.N. Spon.
38. Rampinini, E.; Sassi, A.; Morelli, A.; Mazzoni, S.; Fanchini, M., y Coutts A. J. (2009). Repeated-sprint ability in professional and amateur soccer players. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 34(6), 1048-1054.
39. Rampinini, E.; Coutts, A. J.; Castagna, C.; Sassi, R., y Impellizzeri, F. M. (2007). Variation in top level soccer match performance. *International Journal of Sports Medicine*, 28(12), 1018-1024.
40. Randers, M. B.; Mújika, I.; Hewitt, A.; Santisteban, J.; Bischoff, R.; Solano, R., ...Mohr, M. (2010a). Application of four different football match analysis systems: a comparative study. *Journal of Sports Sciences*, 28(2), 171-182.
41. Rienzi, E.; Drust, B.; Reilly, T.; Carter, J. E. L., y Martin, A. (2000). Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *Journal of Sports and Medical Physical Fitness*, 40(2), 162-169.
42. Pereira, N.; Kirkendall, D. T., y Barros, T. L. (2007). Movement patterns in elite Brazilian youth soccer. *Journal of Sports and Medical Physical Fitness*, 47(3), 270-275.
43. Petersen, C.; Pyne, D.; Portus, M., y 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.
44. Reilly, T., y Thomas V. (1976). A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *Journal of Human Movement Studies* 2: 87-97.
45. Spencer, M.; Lawrence, S.; Rechichi, C.; Bishop, D.; Dawson, B., y Goodman, C. (2004). Time-motion analysis of elite field hockey, with special reference to repeated-sprint activity. *Journal of Sports Sciences*, 22(9), 843-850.
46. Valente, A., y Santos, P. (2002). Limiar aeróbio-anaeróbio e distancia percorrida en jogo. Estudo numa equipa de futebol profissional da 1ª liga portuguesa. En A. Ardá, J. Garganta, y C. Lago (Eds.), *A investigação em futebol. Estudos Ibéricos* (pp. 201-210). Porto: Faculdade de Ciencias do Desporto e de Educação Física. Universidade do Porto.
47. Van Gool, D.; Van Gerven, D., y Boutmans, J. (1988). The physiological load imposed on soccer players during real match-play. In T. Reilly, A. Lees, K. Davis and W.J. Murphy (Eds.), *Science and Football I* (pp 51-59). London: E. and F.N.Spon.
48. Wisbey, B.; Montgomery, P.; Pyne, D., y Rattray, B. (2010). Quantifying movement demands of AFL football using GPS tracking. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(5), 531-536.
49. Zubillaga, A.; Gorospe, G.; Hernández-Mendo, A., y Blanco-Villaseñor A. (2007) Analysis of high intensitiy activity in soccer highest level competition. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(S10), 10.