

Demandas físicas y fisiológicas en jugadores absolutos no profesionales durante partidos de fútbol 7: un estudio de caso

Physical and physiological demands in non-professional adult soccer players during 7-a-side matches: a case study

David Casamichana Gómez, Jaime San Román-Quintana, Julen Castellano Paulis, Julio Calleja-González

Dpto. de Educación Física y Deportiva. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad del País Vasco (UPV-EHU)

CORRESPONDENCIA:

Julen Castellano Paulis

Departamento de Educación Física y Deportiva
Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte
Universidad del País Vasco (UPV- EHU)
Portal de Lasarte 71
01007 Vitoria-Gasteiz (España)
julen.castellano@ehu.es

Recepción: enero 2012 • Aceptación: junio 2012

Resumen

El estudio examinó demandas físicas y fisiológicas de 15 jugadores amateurs de fútbol 7: defensa central (DC), medio banda (MB), medio centro (MC), delantero (DEL), que participaron en 7 partidos. Se monitorizó la frecuencia cardíaca (FC) con pulsómetros y desplazamientos con dispositivos GPS. Se registraron variables físicas: distancia total (DT), distancia recorrida (absoluta y relativa) en diferentes rangos de velocidad, nº aceleraciones realizadas en diferentes rangos de intensidad e indicadores de carga globales (ratio trabajo:descanso, velocidad máx y carga del jugador), y variables fisiológicas: FC máx y media (valores absolutos y relativos). Se obtuvieron diferencias significativas ($p < 0,05$) en función de demarcación: DT (DC < MB, MC y DEL), % DT en rangos de velocidad (a 0-6,9 km·h⁻¹ DC > MC, DC > MB y DC > DEL; a 7,0-12,9 km·h⁻¹ MB > DC; a 13,0-17,9 km·h⁻¹ MB > DC y DEL > DC; y a 18,0-20,9 km·h⁻¹ MB > DC, y DEL > DC), nº de aceleraciones (a 1,0-1,5 m·s⁻² DC > DEL; a 1,5-2,0 m·s⁻² DC > DEL), ratio trabajo:descanso (DEL > DC), carga jugador (DEL y MB > DC) y la FC (80-90% $F_{c_{máx}}$ DC > MC, DC > DEL; y >90% $F_{c_{máx}}$ MC > DC, MB > DC, y DEL > DC). La FC en 7 vs. 7 alcanzó intensidades mínimas recomendadas por ACSM para promover la salud cardiovascular, presentando exigencias similares a las del 11, pudiendo ser utilizado para estímulo neuromuscular, cardiovascular y metabólico.

Palabras clave: deportes colectivos, GPS, análisis del movimiento, frecuencia cardíaca, ejercicio físico y salud.

Abstract

The study analysed physical and physiological demands in 15 non-professional adult soccer players: central defenders (DC), right midfielders (MB), central midfielders (MC) and strikers (DEL), took part in 7 matches. Their heart rate (HR) was registered by cardiofrecuencímetros and their displacements by GPS. The physical variables recorded: total distance (DT) and distance covered in different speed ranges (0-6,9, 7,0-12,9, 13,0-17,9, 18,0-20,9 and >21 km·h⁻¹), in absolute (m) and relative terms (%), nº of accelerations at different intensities (1,0-1,5, 1,5-2,0, 2,0-2,5, and >2,5 m·s⁻²); and global load indicators (work:rest ratio, max speed, and players' load); physiological variables: HR_{max} , HR_{med} expressed in absolute and relative terms. The results presented significant differences based on position on the pitch. Significant differences ($p < 0,05$) were found: DT (DC < MB, MC and DEL), % DT in different speed zones (0-6,9 km·h⁻¹, DC > MC, DC > MB, DC > DEL; 7,0-12,9 km·h⁻¹, MB > DC; 13,0-17,9 km·h⁻¹, MB > DC, DEL > DC; and 18,0-20,9 km·h⁻¹, MB > DC, DEL > DC), nº accelerations (1,0-1,5 m·s⁻², DC > DEL; 1,5-2,0 m·s⁻², DC > DEL), work:rest ratio (DEL > DC), player load (DEL and MB > DC) and heart rate (80-90% HR_{max} DC > MC, DC > DEL; and >90% HR_{max} MC > DC, MB > DC, and DEL > DC). The results demonstrated that the cardiovascular responses during recreational 7-a-side football matches reached the minimal intensities recommended by the ACSM to promote the cardiovascular health in healthy recreational sport participants, presenting similar metabolic responses to 11-a-side football. It can be used to stimulate neuromuscular, cardiovascular, and metabolic systems.

Key words: team sport, GPS, movement analysis, heart rate, physical activity and health.

Introducción

El fútbol 7 es una modalidad practicada por numerosas personas en el ámbito recreativo, habiéndose mostrado como un método efectivo para promocionar la salud mejorando el nivel de condición física en adultos sedentarios (Krustrup et al., 2009). Sin embargo, ningún estudio ha examinado las demandas físicas y fisiológicas de esta modalidad deportiva en jugadores absolutos no profesionales, siendo un tipo de población del que existe escasa información (Randers, Nybo et al., 2010; Stroyer, Hansen y Klausen, 2004; Tessitore, Meeusen, Tiberi, Cortis, Pagano y Capranica, 2005).

Por otro lado, la incorporación de los sistemas de posicionamiento global (*Global Positioning System*, GPS) al mundo del deporte está produciendo un aumento de la información relacionada con las demandas físicas de múltiples disciplinas deportivas como: fútbol sala (Barbero-Álvarez y Castagna, 2007), rugby (Cunniffe, Proctor, Baker y Davies, 2009), fútbol australiano (Brewer, Dawson, Heasman, Stewart y Cormack, 2010; Coutts, Quinn, Hocking, Castagna y Rampinini, 2010; Wisbey, Montgomery, Pyne y Rattray, 2010) o el fútbol playa (Castellano y Casamichana, 2010). Estos estudios permiten aumentar el conocimiento referente al perfil físico y fisiológico de los jugadores durante la competición y también, conocer las diferencias entre: puestos específicos (Brewer et al., 2010; Cunniffe et al., 2009; Wisbey et al., 2010), niveles de rendimiento de los participantes (Brewer et al., 2010), partes de los partidos (Barbero-Álvarez y Castagna, 2007; Brewer et al., 2010; Coutts et al., 2010) o temporadas competitivas (Wisbey et al., 2010). De esta manera se puede intervenir de una forma más específica en el entrenamiento (Pereira, Kirkendall y Barros, 2007).

El funcionamiento de dichos dispositivos se basa en que un receptor GPS recibe la señal de al menos tres satélites para localizar la posición (Larsson, 2003). Utilizando esta información, un dispositivo de estas características puede calcular y registrar información referente a la velocidad y a la distancia recorrida (Reid, Duffield, Dawson, Baker y Crespo, 2008). Estos dispositivos presentan una gran aplicabilidad debido a sus características: ligeros, pequeños, económicos, rápida obtención de datos al analizar automáticamente múltiples jugadores y facilidad de análisis (Aughey, 2011; Aughey y Falloon, 2010; Dobson y Keogh, 2007; Edgcomb y Norton, 2006; MacLeod, Morris, Nevill y Sunderland, 2009).

A pesar de que los dispositivos GPS están siendo utilizados, cada vez más, por numerosos clubes profesionales de fútbol 11 (Randers, Mújika et al., 2010), existiendo información sobre el perfil físico en compe-

tición de jugadores profesionales de fútbol 11 (Di Salvo, Baron, Tschan, Calderon, Bachl y Pigozzi, 2007; Di Salvo, Gregson, Atkinson, Tordoff y Drust, 2009), seguramente por los medios disponibles en este ámbito, la información referida a jugadores semiprofesionales o amateurs es escasa (O'Donoghue, Boyd y Bleakley, 2001; Ohashi, Isokawa, Nagahama y Ogushi, 1993; Van Gool, Van Gerven y Boutmans, 1988), sin existir dicha información referente a jugadores de fútbol 7.

Por otro lado, el ejercicio físico realizado de forma regular se asocia con numerosos beneficios para la salud física y mental, retrasa la mortalidad y disminuye el riesgo de desarrollar enfermedades coronarias, cerebrovasculares, diabetes tipo 2 y algunos tipos de cáncer (Garber et al., 2011).

El Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM) indica que, para que se produzcan mejoras en la capacidad aeróbica, un ejercicio debe realizarse a una intensidad mínima del 55-65% de la frecuencia cardiaca máxima ($FC_{máx}$) (Franklin, Whaley, Howley y Balady, 2000). Haskell et al. (2007) recomiendan realizar cinco días por semana 30 min de ejercicio aeróbico moderado o tres días por semana 20 min de ejercicio aeróbico intenso para cumplir con las exigencias en la población de 18 a 65 años.

En este sentido, el fútbol recreativo supone una actividad física intermitente que involucra los sistemas aeróbico y anaeróbico. En este deporte se producen gran variedad de acciones como: carreras a diferentes velocidades, *sprints*, saltos, aceleraciones, deceleraciones, entradas, giros, etc. (Krustrup, Aagaard, Nybo, Petersen, Mohr y Bangsbo, 2010). Durante este tipo de ejercitación se encontraron frecuencias cardiacas medias (FC_{med}) cercanas al 80% de la $FC_{máx}$ (Krustrup, Dvorak, Junge y Bangsbo, 2010), lo que supone una intensidad apropiada para la mejora del acondicionamiento cardiovascular (Castagna, Belardinelli, Impellizzeri, Abt, Coutts y Ottavio, 2007; Rognmo, Hetland, Helgerud, Hoff y Slørdahl, 2004).

En referencia a esta cuestión, se ha observado que un corto periodo de tiempo (12 semanas), aplicando un entrenamiento de dos o tres sesiones semanales de una hora basado en el fútbol recreativo estimula adaptaciones de los sistemas músculo-esquelético, metabólico y cardiovascular, las cuales son importantes para la salud (Krustrup, Aagaard et al., 2010), además de producir beneficios psicológicos y sociales puesto que mejora la autoestima y promueve las interacciones sociales (Krustrup, Dvorak et al., 2010).

Específicamente, con este tipo de entrenamiento, se ha identificado una mejor función cardiaca, incremento de la densidad mineral ósea, mejora del VO_{2max} , disminución de la grasa corporal, cambios positivos en

el perfil lipídico sanguíneo, así como mejora del rendimiento de *sprint*, test Yo-Yo de recuperación intermitente, fuerza muscular o el balance postural, entre otros (Krustrup, Dvorak et al., 2010), mejorando el estado de salud en general.

Por todo ello, los objetivos de este trabajo fueron describir el perfil físico y fisiológico de jugadores absolutos no profesionales pertenecientes a un equipo de fútbol 7 a través de la tecnología GPS, conocer las diferencias existentes entre puestos específicos que ocupan los jugadores dentro del terreno de juego y determinar, en función de la respuesta cardíaca, si la práctica del fútbol recreativo de 7 vs. 7 permite alcanzar la intensidad necesaria para provocar mejoras en el sistema cardiovascular.

Método

Participantes

El perfil físico de 15 jugadores absolutos no profesionales de fútbol 7 (edad $28,5 \pm 4,0$ años, altura $175,8 \pm 7,0$ cm; peso $74,2 \pm 3,3$ kg) fue monitorizado durante siete partidos entre enero y abril durante la temporada 2011-12. Todos los jugadores eran miembros del mismo equipo y presentaban una frecuencia semanal de 2 entrenamientos de 90 min de duración, más el partido del fin de semana. Los jugadores tienen una experiencia de 3 años en la práctica del fútbol 7, habiendo jugado a nivel regional de fútbol la totalidad de los integrantes del equipo. Los jugadores fueron notificados del diseño de investigación y de sus requerimientos, beneficios y riesgos, aportando todos los participantes el consentimiento informado antes de la realización del mismo. Además, el Comité Ético de la Universidad del País Vasco (CEISH) proporcionó la aprobación institucional para la realización de este estudio, acorde a la declaración de Helsinki y la ley orgánica de protección de datos.

Variables físicas o de carga externa

Las variables analizadas para estudiar el perfil físico fueron: la *distancia total* recorrida (DT) y la distancia recorrida en cada una de las categorías de velocidad: *parado-andando* ($0-6,9$ km·h⁻¹), *carrera suave* ($7,0-12,9$ km·h⁻¹), *carrera rápida* ($13,0-17,9$ km·h⁻¹), *carrera alta intensidad* ($18,0-20,9$ km·h⁻¹) y *sprint* (>21 km·h⁻¹), expresada de manera absoluta (m) y de forma relativa (%). Las zonas de velocidad y categorías locomotoras seleccionadas son similares a las utilizadas en otros estudios realizados (Barros et al., 2007; Di Salvo et al.,

2007; Di Salvo et al., 2009; Rampinini, Coutts, Castagna, Sassi y Impellizzeri, 2007).

De igual forma, se registraron el número de *aceleraciones* realizadas en diferentes rangos de intensidad: entre $1,0$ y $1,5$ m·s⁻², entre $1,5$ y $2,0$ m·s⁻², entre $2,0$ y $2,5$ m·s⁻² y superiores a $2,5$ m·s⁻², de manera similar a anteriores trabajos (Aughey, 2010; Cunniffe et al., 2009).

Además, se han incluido otros indicadores de la carga externa como el ratio *trabajo:descanso*, entendido como el cociente entre la distancia recorrida por el jugador en las categorías de velocidad superiores a 4 km·h⁻¹ (periodo de actividad o *trabajo*) y la distancia cubierta en el rango de velocidad inferiores ($0-3,9$ km·h⁻¹) como periodo de recuperación o *descanso*. Otros indicadores de carga externa monitorizados durante los partidos fueron la velocidad máxima alcanzada (km·h⁻¹) y la *carga del jugador* (Cunniffe et al., 2009; Montgomery, Pyne y Minahan, 2010), variable donde se combinan las aceleraciones producidas en los tres planos de movimientos corporales obtenidas a través del acelerómetro triaxial de 100 Hz, con altos valores de fiabilidad inter e intra dispositivo (Boyd, Ball y Aughey, 2011). Se trata de un indicador de carga correlacionado significativamente con métodos basados en la percepción de esfuerzo y con métodos basados en la medición de la FC (Casamichana, Castellano, Calleja, San Román y Castagna, 2012). Para evitar la influencia de las diferentes duraciones de los partidos, estos valores han sido expresados en función de cada min ($m \cdot min^{-1}$) de la misma manera que Montgomery et al. (2010). Además, la distancia recorrida en cada una de las categorías de velocidad establecidas ha sido relativizada a una hora de juego ($m \cdot hora^{-1}$).

Variables fisiológicas o de carga interna

El perfil fisiológico fue valorado con la FC (Esposito, Impellizzeri, Margonato, Vanni, Pizzini y Veicsteinas, 2004), que fue registrada teleméricamente en intervalos de 5 segundos (*Polar Team Sport System*, Polar Electro Oy, Finland). Para determinar la $Fc_{máx}$ de cada jugador se realizó el Test Yo-Yo de Recuperación Intermitente nivel 1 (Bangsbo, Iaia y Krustrup, 2008; Krustrup, Mohr, Ellingsgaard y Bangsbo, 2005), a partir del cual se establecieron cinco zonas de intensidad: $50-60\%F_{c_{máx}}$, $60-70\%F_{c_{máx}}$, $70-80\%F_{c_{máx}}$, $80-90\%F_{c_{máx}}$ y $>90\%F_{c_{máx}}$, similar a anteriores trabajos (Casamichana y Castellano, 2010; Hill-Haas, Dawson, Coutts y Rowsell, 2009). Las variables estudiadas fueron: $F_{c_{med}}$ y $F_{c_{pico}}$ expresado tanto de forma absoluta (ppm) como respecto al máximo individual obtenido en la prueba de evaluación realizada (%) y el porcentaje de tiempo en cada zona de intensidad por partido.

Procedimiento

Todos los partidos estuvieron separados entre sí por al menos 72 horas y fueron jugados en un horario similar (17:00 horas), con una temperatura de $20 \pm 3^\circ$ y una humedad relativa del $78 \pm 3\%$. Los equipos adversarios fueron siempre pertenecientes a la misma categoría competitiva 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 et al., 2007).

Un total de 60 registros individuales de jugadores de campo (excluyendo a los porteros) fueron analizados con una media de 8,6 registros por partido (en un rango de entre 6 y 10).

El sistema de juego utilizado por el equipo fue en todos los partidos un 1-2-3-1 compuesto por dos defensas centrales (DC), dos medios banda (MB), un medio centro (MC) y un delantero (DEL). Los jugadores fueron asignados en una de las siguientes cuatro demarcaciones: DC = 2 (7 registros), MC = 4 (22 registros), MB = 5 (20 registros) y DEL = 3 (11 registros).

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, la cual ha sido identificada como una tecnología válida y fiable para monitorizar actividad a alta intensidad (Castellano, Casamichana, Calleja-González, San Román y Ostojic, 2011; Varley, Fainweather y Aughey, 2012). Así mismo, este dispositivo incorpora un acelerómetro triaxial con una frecuencia de muestreo de 100 Hz.

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 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).

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 realizó el análisis de la varianza (ANOVA) de una cola 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, MC, MB y DEL). Cuando se encontraron diferencias significativas entre ellos se aplicó el test *post-hoc* de *Bonferroni*. 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

Distancia recorrida

La media de distancia total recorrida (\pm DS) durante un partido independientemente de la demarcación ocupada por los jugadores en el terreno de juego fue de $1959,0 \pm 626,5$ m durante la primera parte, y de $1902,1 \pm 673,4$ m durante la segunda, sin existir diferencias significativas entre ambos periodos. Estos valores expresados en función del tiempo de juego fueron de $107,4 \pm 12,5$ m \cdot min $^{-1}$ durante la primera parte y de $105,8 \pm 10,2$ m \cdot min $^{-1}$ durante la segunda parte, sin existir diferencias significativas entre ambos periodos de tiempo.

Su distribución según la demarcación ocupada sobre el terreno de juego se observa en la Figura 1. El estudio del perfil físico reveló que tanto los MB ($111,4 \pm 8,5$ m \cdot min $^{-1}$), como los MC ($105,3 \pm 11,1$ m \cdot min $^{-1}$) y los DEL ($110,2 \pm 9,8$ m \cdot min $^{-1}$), recorrieron mayor distancia que los DC ($91,6 \pm 8,6$ m \cdot min $^{-1}$) en el conjunto del partido ($F_{(3,56)}=7,6$, $p=0,01$)

Si realizamos el análisis en función de las partes del partido, encontramos que tanto los MB ($112,5 \pm 8,6$ m \cdot min $^{-1}$) como los DEL ($111,5 \pm 10,5$ m \cdot min $^{-1}$) recorrieron mayor distancia que los DC ($90,3 \pm 11,9$ m \cdot min $^{-1}$) durante la primera parte del partido ($F_{(3,56)}=4,4$, $p=0,012$), mientras que tales diferencias no existieron durante la segunda parte.

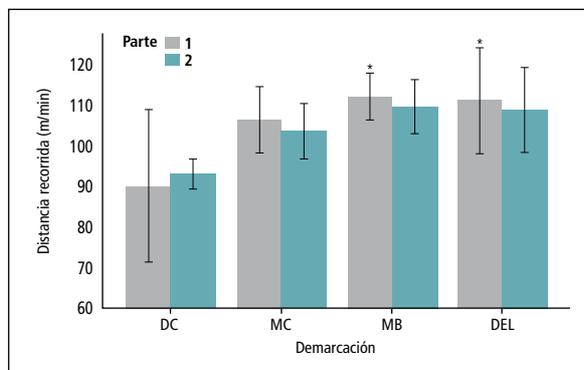


Figura 1. Valores medios de la distancia total recorrida e intervalo de confianza de 95% para cada una de las demarcaciones: DC (defensas centrales), MC (medios centros), MB (medios banda) y DEL (delantero centro). Diferencias significativas para $p < 0,05$ en función de las demarcaciones ocupadas, para una misma parte: * es $>$ DC.

Tabla 1. Distancias recorridas por hora de juego (m/hora) en cada categoría de velocidad en función de las diferentes demarcaciones.

	Distancias recorridas por hora de juego en diferentes categorías de velocidad (km·h ⁻¹)				
	0-6,9	7-12,9	13-17,9	18-20,9	>21
DC	3.068,3 ± 785,9	2.286,6 ± 610,9	763,1 ± 204,4	122,7 ± 80,5	94,6 ± 111,7
MC	2.983,1 ± 1.425,0	3.019,4 ± 1911,5	1.089,9 ± 477,9	231,1 ± 122,9	94,2 ± 77,1
MB	2.433,9 ± 251,0	2.841,8 ± 469,2	1.100,6 ± 276,4	235,9 ± 106,9	137,8 ± 123,1
DEL	2.615,4 ± 276,5	2.522,3 ± 374,4	1.123,2 ± 267,5	259,7 ± 103,3	135,9 ± 76,4
Media	2.742,6 ± 942,5	2.783,6 ± 1.223,5	1.061,5 ± 366,5	225,3 ± 114,2	116,4 ± 98,6

Nota: DC (defensas centrales), MC (medios centros), MB (medios banda) y DEL (delantero centro).

Distancia recorrida en diferentes categorías de velocidad

Con relación a la distancia recorrida en diferentes categorías de velocidad en función de la demarcación ocupada, se han obtenido los siguientes resultados (Tabla 1). A pesar de que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre puestos, observamos cómo los DC son los jugadores que mayor distancia recorrieron en el rango de velocidad más bajo (0-6,9 km·h⁻¹). Los MC recorrieron las mayores distancias en el rango de 7,0-12,9 km·h⁻¹, siendo los DEL los que mayor distancia recorrieron en la categoría de 18,0-20,9 km·h⁻¹. Los MB son los jugadores que mayor distancia recorrieron en el rango de mayor velocidad (>21 km·h⁻¹), siendo los DC y los MC los que menor distancia recorrieron en dicho rango de velocidad.

La distancia recorrida en cada una de las categorías de velocidad expresada de manera relativa en función de la demarcación ocupada está representada en la Figura 2. Existen diferencias significativas en las categorías de velocidad de 0-6,9 km·h⁻¹ ($F_{(3,56)}=8,1$, $p=0,01$), en la categoría de 7,0-12,9 km·h⁻¹ ($F_{(3,56)}=3,6$, $p=0,02$), en la de 13,0-17,9 km·h⁻¹ ($F_{(3,56)}=3,9$, $p=0,01$) y en la de 18,0-20,9 km·h⁻¹ ($F_{(3,56)}=3,4$, $p=0,02$).

Aceleraciones

El estudio de las aceleraciones realizadas indica cómo los DC realizan aceleraciones de entre 1,0-1,5 y de entre 2,0-2,5 m·s⁻² con mayor frecuencia que los DEL ($F_{(3,56)}=3,7$, $p=0,02$ y $F_{(3,56)}=3,2$, $p=0,03$).

Indicadores de carga

Con relación al indicador ratio *trabajo:descanso* los DEL obtuvieron mayores valores que los DC ($F_{(3,56)}=3,9$, $p=0,01$) sin existir diferencias entre las demás posiciones. El estudio de las aceleraciones realizadas a través de la *carga del jugador/min* indica que los DEL y MB

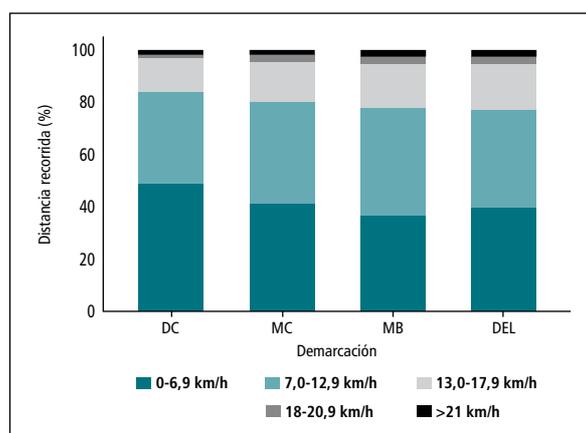


Figura 2. Distancia recorrida en cada una de las categorías de velocidad (%) para cada una de las demarcaciones: DC (defensas centrales), MC (medios centros), MB (medios banda) y DEL (delantero centro). Diferencias significativas para $p<0,05$: En 0-6,9 km·h⁻¹, DC>MC, DC>MB, DC>DEL; en 7,0-12,9 km·h⁻¹, MB>DC; en 13,0-17,9 km·h⁻¹, MB>DC, DEL>DC; en 18,0-20,9 km·h⁻¹, MB>DC, DEL>DC.

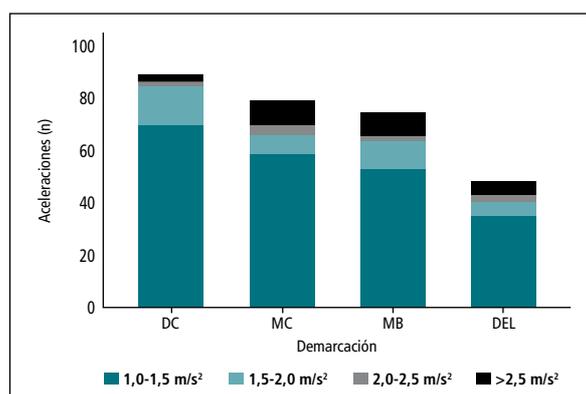


Figura 3. Frecuencia media de las aceleraciones realizadas en las diferentes categorías establecidas en función de su demarcación. DC (defensas centrales), MC (medios centros), MB (medios banda) y DEL (delantero centro). Diferencias significativas para $p<0,05$: En 1,0-1,5 m·s⁻², DC>DEL; en 1,5-2,0 m·s⁻², DC>DEL.

obtuvieron valores superiores a los obtenidos por los DC ($F_{(3,56)}=5,3$, $p=0,003$), mientras que en la velocidad máxima alcanzada no se encuentran diferencias significativas entre las distintas demarcaciones ocupadas dentro del terreno de juego (Tabla 2).

Tabla 2. Valores medios (\pm DS) de los indicadores (ratio trabajo:descanso, carga del jugador/min y velocidad máxima) de la respuesta física en función de las demarcaciones.

Indicadores	DC	MC	MB	DEL
Ratio trabajo:descanso	1,7 (0,5)	2,2 (0,6)	2,6 (1,0)	2,9 ^a (0,8)
Carga del jugador (UA)	10,7 (2,6)	12,3 (1,9)	13,7 ^a (2,0)	14,1 ^a (2,3)
Velocidad máxima (km·h ⁻¹)	22,1 (1,8)	23,2 (2,4)	23,0 (2,8)	23,8 (1,5)

Nota: DC (defensas centrales), MC (medios centros), MB (medios banda) y DEL (delantero centro). Diferencias significativas para $p < 0,05$; a $> DC$.

Tabla 3. Valores medios (\pm DS) de la frecuencia cardiaca media ($F_{c_{med}}$) y de la frecuencia cardiaca pico ($F_{c_{pico}}$) para cada una de las demarcaciones.

Indicadores	DC	MC	MB	DEL
$F_{c_{med}}$ (ppm)	166,4 (4,5)	168,5 (5,8)	167,8 (13,9)	165,0 (8,8)
$F_{c_{med}}$ (%)	86,5 (2,3)	88,0 (2,7)	86,3 (6,9)	86,2 (5,3)
$F_{c_{pico}}$ (ppm)	187,0 (7,5)	190,9 (9,4)	185,4 (17,1)	187,1 (7,9)
$F_{c_{pico}}$ (%)	97,2 (3,6)	99,7 (4,6)	95,3 (8,4)	97,7 (4,1)

Nota: DC (defensas centrales), MC (medios centros), MB (medios banda) y DEL (delantero centro). No existen diferencias significativas entre demarcaciones.

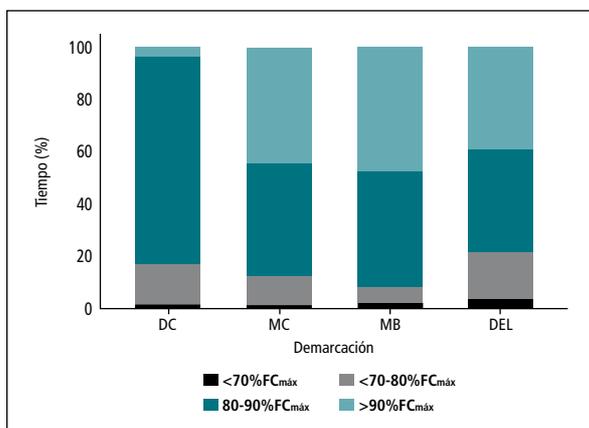


Figura 4. Tiempo en porcentaje (%) en cada una de las 4 zonas de intensidad fisiológica para cada una de las demarcaciones: DC (defensas centrales), MC (medios centros), MB (medios banda) y DEL (delantero centro). Diferencias significativas para $p < 0,05$: En 80-90% $F_{c_{máx}}$, $DC > MC$, $DC > DEL$; en $>90\% F_{c_{máx}}$, $MC > DC$, $MB > DC$, y $DEL > DC$.

Frecuencia cardiaca (FC)

En la Tabla 3 vienen recogidos los valores de la frecuencia cardiaca media ($F_{c_{med}}$) y pico ($F_{c_{pico}}$) para cada una de las demarcaciones. No han existido diferencias significativas entre ellas. La $F_{c_{med}}$ de los partidos es de $167,5 \pm 9,7$ ppm, que se corresponde con el 86,9

$\pm 4,9\%$ de la $F_{c_{máx}}$, alcanzándose valores pico de $187,8 \pm 12,4$ ppm, que se corresponden con el $97,5 \pm 6,3\%$ de la $F_{c_{máx}}$.

La Figura 4 muestra el tiempo en porcentaje (%) de las 4 zonas de intensidad según la demarcación ocupada. Se han encontrado diferencias significativas en las categorías de mayor intensidad, presentando los DC ($79,7 \pm 5,8$) significativamente mayor tiempo en la categoría de 80-90% $F_{c_{máx}}$ que los MC ($43,7 \pm 15,4$) y los DEL ($39,7 \pm 7,7$) ($F_{(3,17)} = 2,7$, $p = 0,07$). En la categoría de $>90\%F_{c_{máx}}$, los DC ($3,7 \pm 3,8$) permanecen significativamente menos tiempo que el resto de demarcaciones ($F_{(3,17)} = 2,5$, $p = 0,09$).

Discusión

Para el conocimiento de los autores, se trata del primer trabajo que describe el perfil físico y fisiológico de jugadores amateurs de fútbol 7 utilizando la tecnología GPS. Se han encontrado diferentes demandas físicas y fisiológicas en función de la demarcación ocupada por el jugador dentro del terreno de juego.

Con respecto a la distancia recorrida en función del tiempo de juego ($m \cdot min^{-1}$) se observa cómo los valores medios se encuentran en torno a 107 y $106 m \cdot min^{-1}$ durante la primera y la segunda parte, sin existir diferencias entre ambos periodos de tiempo. Es necesario expresar la distancia recorrida en $m \cdot min^{-1}$ en los deportes donde existen cambios ilimitados de jugadores (Aughey, 2011) para comparar los resultados entre diferentes modalidades deportivas. Los valores obtenidos en el presente estudio son algo inferiores a los encontrados por Casamichana, Castellano y Castagna (2012) durante situaciones de juegos reducidos practicadas durante el entrenamiento por jugadores semiprofesionales de fútbol, y cercanos a los valores encontrados durante partidos de pretemporada por este mismo grupo de jugadores (Casamichana y Castellano, 2011), quizás influido por el diferente nivel de los jugadores participantes, con una menor frecuencia de práctica de entrenamientos semanales.

Para todas las demarcaciones, los jugadores están más del 80% del tiempo por encima del 80% de la $F_{c_{máx}}$, estando la $F_{c_{med}}$ cercana al 85% de los valores máximos. Son valores similares a los encontrados por Randers, Nybo et al. (2010) en hombres y mujeres desentrenados, con picos cercanos al máximo, también observado en jugadores experimentados (Krustrup et al., 2005; Rampinini et al., 2007). Además, estos resultados son ligeramente superiores a los encontrados por Castagna et al., (2007) en fútbol indoor 5 vs. 5, los cuales observaron que el 39% del tiempo total la FC

se situó entre el 70-85% de la $FC_{máx}$ y el 50% por encima del 85% $FC_{máx}$, lo que supone una FC_{med} de 166 ± 13 ppm que corresponde con el $83,5 \pm 5,4\%$ de la $FC_{máx}$. A pesar de que la intensidad observada a través de la FC es mayor que la mínima sugerida por el ACSM, de entre el 55 y el 65% de la $FC_{máx}$ (Franklin et al., 2000), coincide con otros estudios (Krustrup et al. 2005 y 2009; Krustrup, Aagaard et al., 2010; Krustrup, Dvorak et al., 2010), donde se indica que una práctica regular en el fútbol de ámbito recreativo, como puede ser el fútbol 7, podría ser un método apropiado para producir mejoras del sistema cardiovascular en jugadores recreacionalmente entrenados.

La incorporación de las nuevas tecnologías al estudio de las demandas físicas del jugador de fútbol ha permitido monitorizar la velocidad máxima alcanzada por el jugador (Bradley, Di Mascio, Peart, Olsen y Sheldon, 2010). En el presente trabajo, no se encuentran diferencias entre la velocidad máxima alcanzada por los jugadores en función de las diferentes demarcaciones ocupadas dentro del terreno de juego. Los jugadores alcanzaron una media de $23,1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ($6,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), valores algo inferiores a los encontrados por Bradley et al. (2010) en partidos de nivel internacional y en partidos de liga ($7,8$ y $7,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, respectivamente), quizás debido a la muestra estudiada y/o al instrumento de registro utilizado (Randers, Mújika et al., 2010a) ya que Bradley et al. (2010) utilizaron un sistema de seguimiento semiautomático de los jugadores a través de cámaras, mientras que en nuestro trabajo los jugadores fueron monitorizados a través de dispositivos GPS. Los valores encontrados también son inferiores a los valores encontrados por Casamichana y Castellano (2011) en jugadores semiprofesionales de fútbol ($27,1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, $7,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) utilizando el mismo modelo de dispositivos GPS en la monitorización de los desplazamientos. Mientras que Bradley et al. (2010) encontraron diferencias significativas en la velocidad máxima alcanzada en función de la demarcación ocupada, alcanzado los *MB*, *DEL* y *DL* velocidades superiores a las alcanzadas por los *DC* y *MC*, Casamichana y Castellano (2011) no observaron diferencias en función de las diferentes demarcaciones, al igual que lo observado en este trabajo.

Los jugadores presentan una distribución de la distancia recorrida en función de la demarcación ocupada dentro del terreno de juego similar a la encontrada por futbolistas semiprofesionales, recorriendo el 80% de

la distancia a velocidades inferiores a $13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (Casamichana y Castellano, 2011).

Algunas de las principales limitaciones del trabajo son las referidas al tamaño de la muestra (únicamente participaron 15 jugadores de un mismo equipo), a pesar de ser partidos oficiales eran de categoría amateur por lo que desconocemos si estas demandas físicas encontradas son generalizables a otros equipos de diferente nivel competitivo. En cualquier caso, la información sobre el perfil físico y fisiológico de los jugadores amateurs de fútbol es fundamental, 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.

Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en este trabajo y teniendo en cuenta que únicamente se ha monitorizado a los jugadores pertenecientes a un equipo, se puede concluir que practicar la modalidad de fútbol 7 puede ser un estímulo de mejora del sistema cardiovascular de sujetos adultos sanos que entrenan entre una y dos sesiones semanales, presentándose diferencias significativas tanto en el perfil de actividad como en la respuesta de la FC en función de las diferentes demarcaciones ocupadas por los jugadores dentro del terreno de juego. Es la demarcación de *DC* la que menor exigencia tanto física como fisiológica muestra. Se requiere la monitorización de un mayor número de jugadores participantes (de diferentes equipos) para confirmar estos resultados.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte de la investigación *Avances tecnológicos y metodológicos en la automatización de estudios observacionales en deporte* que ha sido subvencionado por la Dirección General de Investigación, Ministerio de Ciencia e Innovación (PSI2008-01179), durante el trienio 2008-2011. Además agradecemos a la Universidad del País Vasco (UPV-EHU) y al Departamento de EF por la financiación prestada. No existe ningún conflicto de intereses para esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- Aughey, R. J. (2011). Application of GPS technologies to field sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(3), 295-310.
- Aughey, R. y Fallon, C. (2010). Real-time versus post-game GPS data in team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(3), 348-349.
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., y Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Medicine*, 38(1), 37-51.
- Barbero-Álvarez, J. C. y Castagna, C. (2007). Activity patterns in professional futsal players using global position tracking system. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(Suppl. 10), 208-209.
- 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.
- 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), 2343-51.
- 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.
- Boyd, L. K., Ball, K. y Aughey, R. (2011). The reliability of MinimaxX accelerometers for measuring physical activity in Australian Football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(3), 311-321.
- Casamichana, D. y 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.
- Casamichana, D. y Castellano, J. (2011). Demandas físicas en jugadores semiprofesionales de fútbol: ¿se entrena igual que se compete? *Cultura, Ciencia y Deporte*, 6(17), 121-127.
- Casamichana, D., Castellano, J., Calleja, J., San Román, J. y Castagna, C. Relationship between indicators of training load in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Doi: 10.1519/JSC.0b013e3182548af1
- Casamichana, D., Castellano, J. y Castagna, C. (2012). Comparing the physical demands of friendly matches and small-sided games in semi-professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(3), 837-843.
- Castagna, C., Belardinelli, R., Impellizzeri, F. M., Abt, G. A., Coutts, A. J. y D'Ottavio, S. (2007). Cardiovascular responses during recreational 5-a-side indoor-soccer. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(2), 89-95.
- 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.
- Castellano, J. y Casamichana, D. (2010). Heart rate and motion analysis by GPS in beach soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9(1), 98-103.
- Castellano, J., Casamichana, D., Calleja-González, J., San Román, J. y Ostojic, S. M. (2011). Reliability and accuracy of 10 Hz GPS devices for short-distance exercise. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10(1), 233-234.
- 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.
- 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.
- 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.
- Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G. y Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in premier league soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(3), 205-212.
- Dobson, B. y Keogh, J. (2007). Methodological issues for the application of time-motion analysis research. *Strength and Conditioning Journal*, 29(2), 48-55.
- Edgecomb, S. J. y Norton, K. I. (2006). Comparison of global positioning and computer based tracking systems for measuring player movement distance during Australian Football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(1), 25-32.
- Esposito, F., Impellizzeri, F. M., Margonato, V., Vanni, R., Pizzini, G. y Veicsteinas, A. (2004). Validity of heart rate as an indicator of aerobic demand during soccer activities in amateur soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 93, 167-172.
- Franklin, B. A., Whaley, M. H., Howley, E. T. y Balady G. J. (2000). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., Swain, D. P. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(7), 1334-1359.
- Haskell, W. L., Lee, I. M., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., Bauman, A. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39 (8), 1423-1434.
- Hill-Haas, S., Dawson, B., Coutts, A. y Rowsell, G. (2009). Physiological responses and time-motion characteristics of various small-sided soccer games in youth players. *Journal of Sports Sciences*, 27(1), 1-8.
- Krstrup, P., Aagaard, P., Nybo, L., Petersen, J., Mohr, M. y Bangsbo, J. (2010). Recreational football as a health promoting activity: a topical review. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20 (Suppl 1), 1-13.
- Krstrup, P., Dvorak, J., Junge, A. y Bangsbo, J. (2010). Executive summary: The health and fitness benefits of regular participation in small-sided football games. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20 (Suppl 1), 132-135.
- Krstrup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H. y Bangsbo, J. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(7), 1242-1248.
- Krstrup, P., Nielsen, J. J., Krstrup, B. R., Christensen, J. F., Pedersen, H., Randers, M. B., Bangsbo, J. (2009). Recreational soccer is an effective health-promoting activity for untrained men. *British Journal of Sports Medicine*, 43(11), 825-831.
- Larsson, P. (2003). Global positioning system and sport-specific testing. *Sports Medicine*, 33(15), 1093-1101.
- Lago, C., Casáis, L., Domínguez, 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

- Pereira, N., Kirkendall, D. T. y Barros, T. L. (2007). Movement patterns in elite Brazilian youth soccer. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(3), 270-275.
- Rognmo, O., Hetland, E., Helgerud, J., Hoff, J. y Slørdahl, S. A. (2004). High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*, 11(3), 216-222.
- 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.
- Randers, M. B., Mújika, I., Hewitt, A., Santisteban, J., Bischoff, R., Solano, R., Mohr, M. (2010). Application of four different football match analysis systems: a comparative study. *Journal of Sports Sciences*, 28(2), 171-182.
- Randers, M. B., Nybo, L., Petersen, J., Nielsen, J. J., Christiansen, L., Bendiksen, M., Krstrup, P. (2010). Activity profile and physiological response to football for untrained males and females, elderly, and youngsters: influence of the number of players. *Scandinavian Journal of Science and Medicine in Sports*, 20(Suppl.1), 14-23.
- Reid, M., Duffield, B., Dawson, B., Baker, J. y Crespo, M. (2008). Quantification of the physiological and performance characteristics of on-court tennis drills. *British Journal of Sports Medicine*, 42(2), 146-151.
- Stroyer, J., Hansen, L. y Klausen, K. (2004). Physiological profile and activity pattern of young players during match play. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(1), 168-174.
- Tessitore, A., Meeusen, R., Tiberi, M., Cortis, C., Pagano, R. y Capranica, L. (2005). Aerobic and anaerobic profiles, heart rate and match analysis in older soccer players. *Ergonomics*, 48(11-14), 1365-1377.
- 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.
- Varley, M.C., Fairweather, I.H., y Aughey, R.J. (2012). Validity and reliability of GPS for measuring instantaneous velocity during acceleration, deceleration, and constant motion. *Journal of Sports Science*, 30(2), 121-127.
- 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.