

Fiabilidad intra-participante de diferentes modelos de dispositivos GPS implementados en un partido de Fútbol 7

Intra-participant reliability of different models of GPS devices implemented in a 7-a-side soccer match

Julen Castellano¹, José Carlos Fernández², Alfonso Castillo², David Casamichana¹

¹ Dpto. de Educación Física y Deportiva. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad del País Vasco (UPV-EHU)

² Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal. Universidad de Málaga

CORRESPONDENCIA:

Julen Castellano Paulis

Universidad del País Vasco

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Departamento de Educación Física y Deportiva

Portal de Lasarte 71, 01007 Vitoria

julen.castellano@ehu.es

Recepción: marzo 2010 • Aceptación: mayo 2010

Resumen

El objetivo de este estudio fue estimar la fiabilidad intra-participante de tres modelos de GPS (*Global Positioning System*) MinimaxX (*Catapult Innovations*, Australia), SPI10 y WiSpi (*GPSports*, Australia) que operan a una frecuencia de 5,1 y 1 Hz, respectivamente. Se midieron distancias recorridas a distintas intensidades a 5 jugadores de fútbol (edad, $20,1 \pm 1,2$ años; altura, $176,3 \pm 9,9$ cm; peso, $63,5 \pm 8,4$ kg) en un partido de entrenamiento de 33 min, en un campo de fútbol-7 (6 jugadores de campo y 1 portero). La distancia total recorrida (DT) media fue de 3.288,8 m para los modelos MinimaxX, 3.050,3 m para el WiSPI y de 3.247,5 m para el SPI10. La velocidad máxima obtenida por cada modelo fue de $30,3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ en los dispositivos MinimaxX, y de $25,1$ y de $25,2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ en los dispositivos WiSPI y SPI10, respectivamente. Se estimó el coeficiente de variación (CV) entre los 3 modelos estudiados para la distancia recorrida en cada uno de los 4 niveles de velocidad, así como para la distancia total recorrida, y la velocidad media y máxima, siendo el tamaño de la muestra la principal limitación. En base a los resultados podemos concluir que los diferentes dispositivos presentan una alta fiabilidad para medir la distancia total recorrida y las recorridas en categorías de baja velocidad. Sin embargo la velocidad de los desplazamientos realizados durante el partido condiciona la fiabilidad de los diferentes dispositivos, aumentando la dispersión de las medidas obtenidas (CV) a medida que se incrementa la velocidad de carrera; especialmente cuando se supera la velocidad de $13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

Palabras clave: tecnología GPS, análisis del movimiento, fiabilidad, fútbol.

Abstract

The aim of this study was to assess the intra-participant reliability of three models of GPS (global positioning system) devices: MinimaxX (Catapult Innovations, Australia), SPI10 and WiSPI (GPSports, Australia) operating at a sampling rate of 5, 1 and 1 Hz, respectively. Distances traveled were measured at different intensities for 5 soccer players (age: 20.1 ± 1.2 years; height: 176.3 ± 9.9 cm, weight: 63.5 ± 8.4 kg) in a training match lasting 33 min, played on a 7-a-side soccer field. The teams were composed of 6 field players and a goalkeeper. The average total distance traveled (DT) was 3288.8 m according to the MinimaxX models, 3050.5 m according to the WiSPI and 3247.5 m according to the SPI10. The maximum speed obtained by each model was $30.3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ for the MinimaxX devices, and 25.1 and $25.2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ for the WiSPI and SPI10 devices, respectively. The coefficient of variation (CV) was estimated between the three models of devices that were studied for the distance traveled in each of the 4 levels of speed as well as for the total distance, and the average and maximum speed. The sample size was the main limitation of the study. Based on our results we conclude that the different devices have a high reliability for measuring the total distance and the distances covered in low-speed categories. However, it is observed that the speed of travel during the game affects the reliability of the different devices, increasing the dispersion of the obtained measurements (CV) as the running speed increases, especially when it exceeds the speed of $13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

Key words: GPS technology, time-motion analysis, reliability, soccer.

Introducción

A lo largo de los últimos años, la investigación en las ciencias del deporte ha incorporado el uso de nuevas tecnologías con el propósito de aumentar el nivel de conocimiento específico, encontrando una forma apropiada de alcanzar el mejor rendimiento posible (Di Salvo & Modonutti, 2009). En la actualidad, la utilización en el deporte de la tecnología GPS permite registrar con gran precisión el perfil físico intermitente que desarrollan los jugadores en el juego, entrenamiento o competición, monitorizando tanto la velocidad del movimiento como la distancia recorrida (Reid, Duffield, Dawson, Baker & Crespo, 2008).

Los dispositivos GPS han comenzado muy pronto a extenderse por los terrenos de juego, midiendo los patrones de movimiento durante partidos o situaciones de entrenamiento en diferentes deportes intermitentes, como son el fútbol sala (Barbero-Álvarez & Castagna, 2007), fútbol (Hill-Haas, Dawson, Coutts & Rowsell, 2009; Kirkendall, Leonard & Garret, 2004) rugby (Cunniffe, Proctor, Baker & Davies, 2009), fútbol australiano (Coutts, Quinn, Hocking, Castagna & Rampinini, 2009), tenis (Reid et al., 2008) o cricket (Petersen, Pyne, Dawson, Portus & Kellet, 2009) con el objetivo de aumentar el conocimiento de la carga física soportada por los jugadores en las diferentes modalidades, y de esta forma, intervenir de una forma más específica durante el entrenamiento (Pereira, Kirkendall & Barros, 2007).

La incorporación de la tecnología GPS y los avances en las prestaciones exige al mismo tiempo un estudio de la fiabilidad, validez y precisión de la información que nos aportan, con el objetivo de mejorar la aplicabilidad de los dispositivos al entrenamiento (Petersen et al., 2009). Existen diversas investigaciones realizadas en los últimos años con el propósito de comprobar la validez y fiabilidad del sistema GPS aplicados en un ámbito más recreativo (Townshend, Worringham & Stewart, 2008; Witte & Wilson, 2004) o su aplicación a diferentes deportes en el ámbito del rendimiento (Larsson & Henriksson, 2001; Larsson, 2003; Schutz & Chambaz, 1997; Schutz & Herren, 2000; Terrier, Ladetto, Merminod & Schutz, 2000; Terrier & Schutz, 2003; Witte & Wilson, 2004), mostrando todas ellas resultados muy satisfactorios y utilizados en la investigación (Coutts & Duffield, 2010; Duffield, Reid, Baker & Spratford, 2009; Macleod, Morris, Nevill & Sunderland, 2009; Petersen, Pyne, Portus y Dawson, 2009; Randers et al., 2010), obteniéndose diferentes resultados debido a la existencia de: a) diferentes modelos, b) con desiguales frecuencias de muestreo (la empresa *GPSports* dispone de transmisores con una frecuencia

de muestreo de 1 Hz [*SPI-10*, *SPI Elite* y *WiSPI*] y de 5 Hz [*SPI Pro*], mientras que *Catapult Innovations* dispone únicamente de dispositivos con frecuencia de 5 Hz [*MinimaxX*]), c) con diferentes algoritmos asociados a los mismos (Macleod et al., 2009), d) que valoran parámetros alternativos (velocidad pico y media, distancias o posiciones), y por último, también, d) aplicados en diferentes pruebas (estático, paseo o caminata, pendientes, trayectorias rectilíneas de diferentes longitudes, trayectorias curvilíneas en circuitos de atletismo o de fútbol australiano, circuitos con cambios de dirección con diferentes grados, etc.

En fútbol, la incorporación del GPS ha incrementado el interés por el seguimiento de la carga física (Hill-Haas et al., 2009; Barbero et al., 2009; Coutts & Duffield, 2010; Randers et al., 2010). El componente físico se caracteriza en este deporte por ser intermitente e impredecible, y variable en función del rol que tiene cada jugador dentro del terreno de juego (Di Salvo, Gregson, Atkinson, Tordoff & Drust, 2009). Sin embargo, la validez y fiabilidad de las mediciones con tecnología GPS en deportes de equipo no se encuentra del todo estudiada y son escasas las aportaciones en este sentido (Coutts, & Duffield, 2010; Petersen et al., 2009; Randers et al., 2010). La tecnología GPS en los modelos *SPI-10*, *SPI Elite* y *WiSPI* (*GPSports*, Canberra, Australia), han mostrado una fiabilidad y validez aceptable en cuanto a la distancia recorrida y la velocidad a una intensidad media-alta. Sin embargo, el mismo estudio ha observado unos desajustes altos (11,0-30,0%) en cuanto a las velocidades máximas y sub máximas se refiere (14,4-20,0 km·h⁻¹) (Coutts & Duffield, 2010).

A pesar de que parece que una mayor frecuencia de muestreo puede aumentar la precisión de la información aportada por los dispositivos (Duffield et al., 2009), existe poca información referente a los dispositivos con una frecuencia de muestreo de 5 Hz (Duffield et al., 2009; Petersen et al., 2009; Randers et al., 2010), centrándose casi en la totalidad de los estudios en dispositivos de 1 Hz (Barbero-Álvarez, Coutts, Granda, Barbero-Álvarez & Castagna, 2009; Coutts & Duffield, 2010; Edgecomb & Norton, 2006; Macleod et al., 2009; Portas, Rush, Barnes & Batterham, 2007).

Desde el conocimiento de los autores, todos los trabajos que han estudiado la fiabilidad de estos dispositivos lo han realizado en situaciones estandarizadas o descontextualizadas del juego a excepción del estudio realizado por Randers y cols. (2010), llevado a cabo para comparar cuatro sistemas de medición de los desplazamientos realizados por los jugadores de competición, utilizando únicamente dos modelos de dispositivos GPS de distintos fabricantes y frecuencias (1 y 5 Hz). Por el contrario, no existe ningún estudio que

compare simultáneamente tres modelos diferentes de GPS en situaciones reales de juego.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la fiabilidad de tres modelos diferentes de GPS (*SPI-10* y *WiSPI*, de *GPSports* con 1 Hz de frecuencia de muestreo, y el *MinimaxX* de *Catapult Innovations* con frecuencia de 5 Hz) durante un partido de fútbol 7, organizado *ad hoc*, con jugadores de fútbol de nivel amateur.

Material y métodos

Participantes

14 jugadores varones de fútbol semiprofesionales participaron en el estudio (20,1 ± 1,2 años; altura, 176,3 ± 9,9 cm; peso, 63,5 ± 8,4 kg), todos ellos pertenecientes a los equipos de fútbol de la Universidad de Málaga (España). Cada jugador fue informado acerca del diseño de la investigación y de sus requerimientos, beneficios y riesgos del estudio, aportando todos los participantes el consentimiento informado antes de comenzar el estudio. Además, el Comité Ético de la Universidad del País Vasco (CEISH) proporcionó la aprobación institucional para la realización de este estudio.

Instrumentos

Los jugadores llevaron unidades *MinimaxX* (*Catapult Innovations*) que operan con una frecuencia de muestreo de 5 Hz y las unidades *SPI10* y *WiSPI* (*GPSports*) que operan a una frecuencia de muestreo de 1 Hz. Estos modelos de dispositivos han sido utilizados en la literatura científica con el objetivo de estudiar distancias y velocidades recorridas, además de utilizarse para monitorizar el entrenamiento en numerosos equipos de fútbol profesional (Randers et al., 2010). Utilizando un diseño específico de chaleco (proporcionado por la casa) de neopreno regulable a las dimensiones del jugador, 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 datos de cada dispositivo fueron descargados y analizados *a posteriori* utilizando para ello el *software* específico para cada modelo: *Team AMS v.1.2.1.12* para los dispositivos *SPI10* y *WiSPI* y *Logan Plus v.3.1* para los *MinimaxX v3*.

Procedimiento

Para estudiar la fiabilidad intra-participante de los dispositivos, tres de los participantes llevaron dos unidades de GPS (*MinimaxX* y *WiSPI*) con una distancia de separación de aproximadamente 10 cm; los otros

dos participantes restantes llevaron las tres unidades (*MinimaxX*, *SPI10* y *WiSPI*) de la misma manera que en otros estudios (Duffield et al., 2009), también en la espalda de los jugadores. El resto (siete jugadores de campo y los dos porteros) no llevaron ningún tipo de dispositivo GPS. El partido se disputó a las 11:30 am, en un día soleado del mes de octubre de 2009, duró 33 min y se disputó sobre una superficie de hierba artificial. Los dispositivos GPS fueron activados 15 min antes de la realización de la prueba siguiendo las recomendaciones de los fabricantes.

Variables físicas

Las variables del perfil físico que fueron consideradas para el estudio se corresponden con: distancia total (*DT*) recorrida, distancia recorrida a una velocidad inferior a 7 km·h⁻¹ ($DT V < 7km \cdot h^{-1}$), distancia recorrida a una velocidad igual o superior a 7 km·h⁻¹ y menor que 13 km·h⁻¹ ($DT 7km \cdot h^{-1} \leq V < 13 km \cdot h^{-1}$), distancia recorrida a una velocidad igual o superior a 13 km·h⁻¹ y menor que 18 km·h⁻¹ ($DT 13km \cdot h^{-1} \leq V < 18km \cdot h^{-1}$), distancia recorrida a una velocidad igual o superior a 18 km·h⁻¹ ($DT V \geq 18km \cdot h^{-1}$), velocidad máxima (V_{max}) y velocidad media (V_{media}). Estos rangos de velocidades de carrera son muy similares a los utilizados por otros estudios (Di Salvo et al., 2009; Mohr, Krusturp & Bangsbo, 2003) cuando han tratado de describir el perfil físico de los jugadores en competición. El límite inferior utilizado en la categoría de mayor velocidad ha sido de 18 km·h⁻¹, atendiendo al nivel amateur de los jugadores.

Análisis estadístico

En el estudio de la fiabilidad intra-sujeto se estimó la media (\bar{x}), desviación estándar (SD), el error típico (ET) de la medida en valores absolutos y en porcentaje de la media como coeficiente de variación (CV) con valores relativos (Hopkins, 2000). Estos estadísticos se realizaron para cada participante que llevó dos y tres unidades, y para cada distancia recorrida en cada categoría de velocidad, así como para la distancia total recorrida, la velocidad mínima, media y máxima del partido. Todos los estadísticos fueron realizados con el *software SPSS v.17.0* y con la hoja de cálculo *Excel*.

Resultados

Comparación global de los diferentes modelos

En la Figura 1 puede observarse la evolución del registro realizado por los diferentes modelos de GPS en

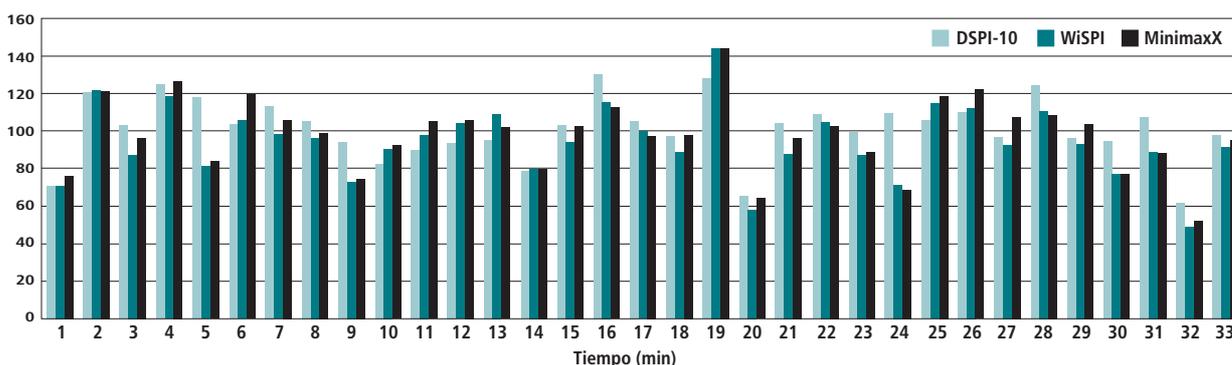


Figura 1. Distancia acumulada (en metros) por minuto para los diferentes modelos de GPS durante el desarrollo del partido. Representación de los valores obtenidos a través de los 2 participantes implementados con los tres modelos de dispositivos.

Tabla 1. Valores medios (\bar{x}) y desviación estándar (SD) registrados por los diferentes modelos de GPS en función de las variables físicas.

Variables físicas	MinimaxX		WiSPI		SPI10	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
DT (m)	3.288,8	271,8	3.050,3	249,3	3.247,6	511,2
DT(m) $V < 7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1.448,6	89,4	1.414,0	124,0	1.455,7	17,3
DT(m) $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} \leq V < 13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1.053,0	209,4	928,0	169,3	1.053,0	310,0
DT(m) $13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} \leq V < 18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	579,2	253,2	571,7	237,3	769,4	424,8
DT(m) $V \geq 18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	293,2	58,2	219,3	70,7	194,0	111,2
$V_{\text{máx}}$ ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	30,3	3,3	25,1	0,7	25,3	0,9
V_{media} ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	5,8	0,4	5,3	0,7	5,4	1,8

Nota: DT, distancia total recorrida; DT $V < 7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, distancia recorrida a una velocidad inferior a $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$; DT $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} \leq V < 13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, distancia recorrida a una velocidad igual o superior a $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ y menor que $13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$; DT $13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} \leq V < 18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, distancia recorrida a una velocidad igual o superior a $13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ y menor que $18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$; DT $V \geq 18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, distancia recorrida a una velocidad igual o superior a $18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$; $V_{\text{máx}}$, velocidad máxima o pico, y V_{media} , velocidad media.

relación a la distancia acumulada por los jugadores en metros durante el partido disputado. Esta comparativa únicamente se ha realizado considerando a los dos participantes portadores de los 3 dispositivos. Como puede observarse, los dispositivos muestran una alternancia en la distancia recorrida por minuto, manteniendo un perfil más constante el modelo *MinimaxX*.

En la Tabla 1 encontramos los valores de las diferentes variables estudiadas en función de los diferentes modelos de dispositivos GPS utilizados. La distancia total recorrida (DT) media fue de $3.288,8 \pm 271,8$ m para el dispositivo *MinimaxX*, $3.050,3 \pm 249,3$ m para el *WiSPI* y de $3.247,6 \pm 511,2$ m para el *SPI10*. La velocidad máxima obtenida por cada dispositivo es de $30,3 \pm 3,3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ en los dispositivos *MinimaxX*, y de $25,1 \pm 0,7$ y de $25,3 \pm 0,9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ en los dispositivos *WiSPI* y *SPI10*, respectivamente. La distancia recorrida a una velocidad superior a $18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ fue de $293,2 \pm 58,2$, $219,3 \pm 70,7$, y $194,0 \pm 111,2$ m para los dispositivos *MinimaxX*, *WiSPI* y *SPI10*, respectivamente, siendo la categoría que presenta una mayor diferencia entre modelos (diferencia de un 51% entre los valores obtenidos a través del *SPI10* y *MinimaxX*).

Tabla 2. Coeficientes de variación (CV) entre los diferentes modelos de GPS para el total de la distancia cubierta, total de distancia cubierta a carrera baja, media, moderada y alta intensidad.

	Distancia total (DT)	
	WiSPI	SPI10
MinimaxX	CV= 6%	CV= 7%
WiSPI		CV= 7%
DT $V < 7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	WiSPI	SPI10
MinimaxX	CV= 5%	CV= 4%
WiSPI		CV= 5%
DT $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} \leq V < 13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	WiSPI	SPI10
MinimaxX	CV= 14%	CV= 14%
WiSPI		CV= 14%
DT $13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} \leq V < 18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	WiSPI	SPI10
MinimaxX	CV= 28%	CV= 32%
WiSPI		CV= 31%
DT $V \geq 18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	WiSPI	SPI10
MinimaxX	CV= 20%	CV= 22%
WiSPI		CV= 25%

Tabla 3. Valores para estimar la fiabilidad de los dispositivos GPS a partir de las distancias totales recorridas así como para cada uno de los niveles de velocidad y la velocidad máxima y media registrada.

Variables	MinimaxX (A)	WiSPI (B)	SPI10 (C)	A&B		A&C		B&C	
				ET (m)	CV (%)	ET (m)	CV (%)	ET (m)	CV (%)
Participante 1									
DT (m)	3.577,0	3.306,3	3.609,0	135,4	3,9	16,0	0,4	151,3	4,4
DT(m) $V < 7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1.385,0	1.310,6	1.443,4	37,2	2,8	29,2	2,1	66,4	4,8
DT(m) $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} \leq V < 13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1.278,0	1.144,4	1.272,2	66,8	5,5	2,9	0,2	63,9	5,3
DT(m) $13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} \leq V < 18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1.029,0	984,8	1.069,7	22,1	2,2	20,4	1,9	42,4	4,1
DT(m) $V \geq 18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	312,0	274,5	272,6	18,8	6,4	19,7	6,7	0,9	0,3
$V_{\text{máx}}$ ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	31,1	26,1	25,9	2,5	8,7	2,6	9,1	0,1	0,4
V_{media} ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	6,2	4,3	6,7	1,0	18,4	0,2	3,6	1,2	21,8
Participante 2									
DT (m)	3.261,0	2.832,2	2.886,1	214,4	7,0	187,4	6,1	27,0	0,9
DT(m) $V < 7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1.444,0	1.411,6	1.467,9	16,2	1,1	11,9	0,8	28,1	2,0
DT(m) $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} \leq V < 13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	1.091,0	822,1	833,8	134,5	14,1	128,6	13,4	5,8	0,7
DT(m) $13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} \leq V < 18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	502,0	474,1	469,0	14,0	2,9	16,5	3,4	2,6	0,5
DT(m) $V \geq 18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	223,0	124,6	115,3	49,2	28,3	53,8	31,8	4,7	3,9
$V_{\text{máx}}$ ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	24,8	25,0	24,6	0,1	0,4	0,1	0,4	0,2	0,8
V_{media} ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	5,7	5,2	4,1	0,3	4,9	0,8	16,7	0,5	11,8

Nota: ET, error típico; CV, coeficiente de variación; m, metros; DT, distancia total recorrida; DT $V < 7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, distancia recorrida a una velocidad inferior a $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$; DT $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} \leq V < 13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, distancia recorrida a una velocidad igual o superior a $7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ y menor que $13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$; DT $13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} \leq V < 18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, distancia recorrida a una velocidad igual o superior a $13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ y menor que $18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$; DT $V \geq 18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, distancia recorrida a una velocidad igual o superior a $18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$; $V_{\text{máx}}$, velocidad máxima o pico, y V_{media} , velocidad media.

El resto de categorías presentan pequeñas diferencias entre modelos (menores del 14%), salvo para la categoría de distancia recorrida a una velocidad superior a $13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ e inferior a $18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, presentando los valores obtenidos a través de los SPI10 una diferencia del 24,7% y del 25,7%, con respecto a los obtenidos a través de los MinimaxX y de los WiSPI, con una diferencia del 1,3% entre ellos.

Los valores del coeficiente de variación (CV) entre los modelos (SPI10, WiSPI y MinimaxX) se van incrementando a medida que la velocidad de desplazamiento es también mayor, llegando a encontrarse dispersiones de hasta un 32% en la categoría que mide los desplazamientos realizados entre 13 y $18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

En cuanto a la distancia total (DT) recorrida por los jugadores el CV se sitúa en torno al 6-7% (Tabla 2). Dentro de las diferentes categorías de velocidad, se observa cómo a medida que se aumenta la velocidad de los desplazamientos, la dispersión es mayor (valores superiores al 20% en distancias recorridas a una velocidad superior a $13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$).

Comparación intra-sujeto de los modelos

Los valores de la fiabilidad intra-participante están recogidos en la Tabla 3. Los participantes 1 y 2 llevan simultáneamente los tres modelos de GPS estu-

diados (SPI10, WiSPI y MinimaxX), mientras que los participantes 3, 4 y 5 (Tabla 4) únicamente llevaron dos (MinimaxX y WiSPI).

Dentro del estudio de fiabilidad de los tres modelos de dispositivos encontramos que la distancia recorrida en la categoría de $0-6,9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ presenta para todos los casos unos valores de CV próximos al 4% (participante 1, 2,8%, 2,1% y 4,8%; participante 2, 1,1%, 0,8% y 2,0%), mientras que la categoría de distancia a una velocidad igual o superior a $18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ presenta CV desde 0,3% (participante 1, B&C) hasta 31,8% (participante 2, A&C).

En la tabla 4 observamos cómo los mayores valores de dispersión entre los dos modelos estudiados son, en todos los casos, para las variables de distancia a una velocidad igual o superior a $18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (participante 3, CV = 8,7%; participante 4, CV = 15,7%; participante 5, CV = 19,9%) y para la $V_{\text{máx}}$ (participante 3, CV = 8,1%; participante 4, CV = 14,7%; participante 5, CV = 14,7%), mientras que la variable con la menor dispersión es la V_{media} (participante 3, CV = 1,1%; participante 4, CV = 0,7%; participante 5, CV = 0,9%).

Encontramos cómo la distancia total recorrida presenta altos valores de fiabilidad, con unos CV inferiores al 4% en todos los casos (participante 3, CV = 2,2%; participante 4, CV = 3,4%; participante 5, CV = 2,2%).

Tabla 4. Valores para estimar la fiabilidad de los dispositivos GPS a partir de las distancias totales recorridas así como para cada uno de los niveles de velocidad y la velocidad máxima y media registrada.

Variables	MinimaxX (A)	WiSPI (B)	ET (m)	CV (%)	
Participante 3	DT (m)	2.870,0	2.747,6	61,2	2,2
	DT(m) $V < 7\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$	1.361,0	1.275,7	42,7	3,2
	DT(m) $7\text{ km}\cdot\text{h}^{-1} \leq V < 13\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$	735,0	766,8	15,9	2,1
	DT(m) $13\text{ km}\cdot\text{h}^{-1} \leq V < 18\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	420,0	407,8	6,1	1,5
	DT(m) $V \geq 18\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$	354,0	297,2	28,4	8,7
	$V_{\text{máx}}$ ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	29,9	25,4	2,2	8,1
	V_{media} ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	5,2	5,1	0,1	1,1
Participante 4	DT (m)	3.477,0	3.249,3	113,8	3,4
	DT(m) $V < 7\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$	1.590,0	1.566,9	11,5	0,7
	DT(m) $7\text{ km}\cdot\text{h}^{-1} \leq V < 13\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$	1.182,0	1.074,6	53,7	4,8
	DT(m) $13\text{ km}\cdot\text{h}^{-1} \leq V < 18\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	464,0	437,6	13,2	2,9
	DT(m) $V \geq 18\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$	241,0	175,7	32,7	15,7
	$V_{\text{máx}}$ ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	33,4	24,8	4,3	14,7
	V_{media} ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	6,1	6,0	0,0	0,7
Participante 5	DT (m)	3.259,0	3.116,1	71,4	2,2
	DT(m) $V < 7\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$	1.463,0	1.505,1	21,1	1,4
	DT(m) $7\text{ km}\cdot\text{h}^{-1} \leq V < 13\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$	979,0	832,1	73,5	8,1
	DT(m) $13\text{ km}\cdot\text{h}^{-1} \leq V < 18\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$	481,0	554,2	36,6	7,1
	DT(m) $V \geq 18\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$	336,0	224,7	55,6	19,9
	$V_{\text{máx}}$ ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	32,4	24,1	4,2	14,7
	V_{media} ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	5,9	5,8	0,1	0,9

Nota: ET, error típico; CV, coeficiente de variación; m, metros; DT, distancia total recorrida; DT $V < 7\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, distancia recorrida a una velocidad inferior a $7\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$; DT $7\text{ km}\cdot\text{h}^{-1} \leq V < 13\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, distancia recorrida a una velocidad igual o superior a $7\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ y menor que $13\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$; DT $13\text{ km}\cdot\text{h}^{-1} \leq V < 18\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, distancia recorrida a una velocidad igual o superior a $13\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ y menor que $18\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$; DT $V \geq 18\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, distancia recorrida a una velocidad igual o superior a $18\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$; $V_{\text{máx}}$, velocidad máxima o pico, y V_{media} , velocidad media.

Discusión

El propósito del trabajo fue estudiar la fiabilidad intra-participante de tres modelos de dispositivos GPS diferentes (*MinimaxX*, *WiSPI* y *SPI10*) durante un mismo partido de entrenamiento de fútbol 7.

El principal hallazgo de este trabajo es que los 3 dispositivos utilizados para el registro de las distancias y velocidades presentan una alta fiabilidad para registrar la distancia total recorrida y las distancias recorridas a baja velocidad, pero no demasiada fiabilidad en el registro de las distancias recorridas a velocidades superiores a $13\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ y de la $V_{\text{máx}}$.

La comparación de diferentes modelos de dispositivos de una misma empresa ubicados en un mismo participante se ha realizado en anteriores trabajos (Coutts & Duffield, 2010; Duffield et al., 2009). Los resultados en la estimación de la fiabilidad intra-participante, es decir, la valoración del error asociado a los registros obtenidos a través de los diferentes dispositivos GPS que lleva un mismo jugador, abarcan un amplio espectro. Algunos autores como Coutts y Duffield (2010), cuando compararon dispositivos de un mismo fabricante con una frecuencia de muestreo de 1 Hz , estimaron valores por debajo del 5% en el coeficiente de varia-

ción (CV) respecto a la distancia total cubierta, similar a lo estimado en este trabajo. De manera específica, a intensidades bajas de carrera ($< 14,4\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) estos mismos autores (Coutts & Duffield, 2010) estimaron un rango en el CV que varió desde 3,6% a 7,2% para el conjunto de los dispositivos analizados. Duffield et al. (2009) mostraron un CV (9,8%) algo superior al estimado en este trabajo para los mismos dispositivos *MinimaxX* respecto a la distancia total recorrida por parte de los participantes a bajas velocidades.

Duffield et al. (2009) encontraron que los *MinimaxX* (5 Hz) presentaban mayores valores de distancia recorrida en actividades de carrera corta, mientras que en actividades siguiendo un patrón de actividad rectangular de 26 m de distancia, obtenían menores distancias que las obtenidas a través de dispositivos *SPI elite* (1 Hz).

Por su parte, Petersen et al. (2009) llevaron a cabo la comparativa entre dos modelos de GPS de empresas diferentes (*GPSports* y *Catapult Innovations*). El CV y el sesgo estimado por Petersen et al. (2009) a velocidades de $2\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ y $< 3,5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ variaron desde 0,3% y 2,6% en los dos dispositivos *MinimaxX* (*Catapult Innovations*) que analizaron. A bajas intensidades los valores encontrados fueron similares a los *SPI Pro* (*GPSports*)

a 5 Hz (Petersen et al., 2009), alrededor del 3% para distancias de 8.800 m recorridos andando y 2.400 m recorridos a *jogging*. La distancia recorrida a *sprint* se muestra como un aspecto esencial en el análisis de los desplazamientos del jugador. Petersen et al. (2009) encontraron que tanto los dispositivos *MinimaxX* como los *SPIPro* (5Hz) subestimaban la distancia obtenida en sprints cortos (desde 20 hasta 40 m). Petersen et al. (2009) encontraron que los dispositivos *MinimaxX* reportan mayores distancias recorridas que los dispositivos *SPI10* y que los dispositivos *SPI-Pro* a velocidades bajas y moderadas. Debemos indicar que en este trabajo se estudia la fiabilidad intra-modelo, pero no intra-participante, ya que no se implementa a un mismo participante con diferentes modelos de dispositivos.

Una de las aplicaciones prácticas derivadas de estos trabajos es la de intentar que el mismo jugador sea monitorizado siempre por el mismo dispositivo, para evitar el error derivado de las diferencias entre dispositivos (Duffield et al., 2009). Sin embargo, desconocemos las medidas de dispersión resultantes de la monitorización durante un partido por diferentes modelos de dispositivos GPS ubicados en un mismo participante.

En los trabajos revisados anteriormente las pruebas efectuadas son estandarizadas, sin haberse realizado el estudio sobre la fiabilidad de diferentes dispositivos en partidos de fútbol, donde la actividad del jugador es impredecible, intermitente y cambiante en direcciones y movimientos. Únicamente Randers et al. (2010) estudiaron la fiabilidad de dos modelos de dispositivos GPS (*MinimaxX* y *SPI Elite*) de diferente empresa (*GPSports* y *Catapult Innovations*) en situaciones reales de juego. En este trabajo los autores encuentran diferencias entre ambos dispositivos, obteniendo mayores valores a través de los dispositivos *MinimaxX*, que a través de los dispositivos *SPI Elite* para todas las variables estudiadas.

En dicho trabajo, la distancia total recorrida presenta una diferencia de 1,12 km, lo que representa una diferencia del 10,4% cuando expresamos los resultados en valores relativos entre ambos modelos de dispositivos. Comparando en nuestro trabajo las medidas obtenidas a través de los diferentes dispositivos observamos cómo, con respecto a la distancia total recorrida en el partido, los dispositivos *MinimaxX* presentan mayores valores que los obtenidos a través de los otros dos dispositivos, siendo las diferencias en la distancia total recorrida del 7,2% y del 1,2%, cuando se comparan los valores del *MinimaxX*, con respecto al *WiSPI* y *SPI10*, respectivamente. La dispersión obtenida en dicha categoría es para Randers et al. (2010) del 7%,

lo que coincide plenamente con los valores obtenidos en nuestro trabajo. Por otro lado, cuando comparamos únicamente los tres dispositivos entre los dos jugadores que los llevaron, es el *SPI10* el modelo que mayor distancia registró, seguido del *MinimaxX* y, por último, los *WiSPI* (Figura 1).

Estos datos parecen confirmar que dichos dispositivos son fiables para medir la distancia total recorrida en partidos, aunque debemos de tener en cuenta las diferencias al comparar los resultados obtenidos a través de diferentes modelos de dispositivos, pues observamos que los valores obtenidos a través de los dispositivos *MinimaxX* presentan mayores valores, sobre todo cuando los valores son comparados con los obtenidos a través del *WiSPI*.

Al igual que en nuestro trabajo, Randers et al. (2010) no encuentran diferencias entre las distancias recorridas a bajas velocidades, lo que parece indicar que en este tipo de velocidades, los valores obtenidos a través de diferentes dispositivos se asemejan entre sí, con valores de dispersión comprendidos entre 9% y 16%, similares a los encontrados en nuestro trabajo.

A medida que la velocidad de desplazamiento se incrementa, aumentan la dispersión obtenida tanto en nuestro trabajo como en el de Randers et al. (2010), alcanzándose en nuestro trabajo valores de CV en la distancia recorrida a más de 13 km·h⁻¹ de 32%, mientras que en la categoría de velocidad que engloba las distancias recorridas a menos de 7 km·h⁻¹ el CV es de únicamente un 4% y un 5%.

Siguiendo el mismo patrón, Randers et al. (2010) encuentran que las medidas de dispersión aumentan a medida que aumenta la categoría de velocidad, aumentando el CV, llegando incluso a CV de un 69% en la categoría de distancia recorrida a *sprint* (<22 km·h⁻¹). En nuestro caso, los CV para la distancia recorrida a *sprint* varían desde un 20% hasta un 25%, lo que parece indicar que nuestros dispositivos obtienen menores diferencias que los utilizados por Randers et al. (2010), aunque debemos de tener en cuenta un aspecto que parece clave, la velocidad elegida para categorizar los desplazamientos. Todo parece indicar que la velocidad de los desplazamientos es determinante para establecer la fiabilidad de los diferentes dispositivos, y la velocidad elegida para categorizar las acciones como *sprint* ha sido diferente en ambos trabajos, ya que mientras Randers et al. (2010) ha seleccionado la velocidad a partir de 22 km·h⁻¹, nosotros hemos optado por establecer la de 18 km·h⁻¹, basándonos en anteriores trabajos y en el menor nivel de nuestros participantes (jugadores amateurs).

Por otro lado, a pesar de que dicho trabajo (Randers et al., 2010) no estudia la variable $V_{máx}$, esta variable sí

ha sido monitorizada en nuestro trabajo, encontrando mayores valores a través de los dispositivos *MinimaxX* con respecto al dispositivo *WiSPI*, aspecto encontrado por Duffield et al. (2009) cuando compararon este tipo de dispositivos con los *SPI Elite (1 Hz)* en carreras cortas realizadas en una pista de tenis. En la línea de lo indicado por anteriores trabajos (Couts & Duffield, 2010; Randers et al., 2010), parece que una frecuencia de muestreo de únicamente 1 Hz es insuficiente para registrar acciones realizadas a alta velocidad, explicándose de esta manera las diferencias encontradas entre los dispositivos con diferente frecuencia de muestreo. Atendiendo a las medidas de dispersión obtenidas, observamos con respecto a la $V_{\text{máx}}$, que cuando comparamos el dispositivo *MinimaxX* con cualquiera de los otros dos dispositivos, obtenemos un CV medio del 8%, mientras que las medidas obtenidas entre el *SPI10* y el *WiSPI*, ubicados en el participante 1 y en el participante 2, únicamente presentan un CV de un 0,4% y de un 0,8% en lo referente a la $V_{\text{máx}}$.

Dentro de las principales limitaciones de este estudio destacamos la pequeña muestra obtenida (tanto de jugadores como de partidos estudiados) que nos impide o limita a utilizar estadística diferencial, sin conocer el grado de significación de las diferencias obtenidas. También somos conscientes de que sería interesante no sólo conocer la fiabilidad de los dispositivos, sino también la validez de los mismos, comparándolo con algunos de los métodos de monitorización que han mostrado una alta validez para el registro de los desplazamientos en este tipo de deportes.

Conclusiones

Podemos concluir que los diferentes dispositivos presentan una alta fiabilidad para medir la distancia total recorrida y las distancias recorridas en categorías de baja velocidad. Sin embargo observamos cómo la velocidad de los desplazamientos realizados durante el partido condiciona la fiabilidad de los diferentes dispositivos, aumentando la dispersión de las medidas obtenidas a medida que se incrementa la velocidad de carrera; especialmente cuando esta velocidad es superior a los 13 km·h⁻¹.

Debemos de ser cautelosos a la hora de comparar las medidas obtenidas a través de diferentes dispositivos, ya que la frecuencia de muestreo de los diferentes dispositivos es un aspecto clave para determinar diferentes variables referentes a los desplazamientos realizados, sobre todo, a alta velocidad.

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) la financiación prestada, así como la colaboración del Laboratorio de Motricidad Humana de la Universidad de Málaga.

BIBLIOGRAFÍA

- Aughey, R., & Fallon, C. (2009). Real-time versus post-game GPS data in team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, doi:10.1016/j.jsams.2009.01.006.
- Bangsbo, J., Iaia, M., & Krusturup, P. (2008). The yo-yo intermittent recovery test. A useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *SportsMedicine*, 38(1), 37-51.
- Barbero-Álvarez, J. C., & Castagna, C. (2007). Activity patterns in professional futsal players using global position tracking system. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(S10), 208-209.
- Barbero-Álvarez, J. C., Coutts, A., Granda, J., Barbero-Álvarez, V., & Castagna, C. (2009). The validity and reliability of a global positioning satellite system device to assess speed and repeated sprint ability (RSA) in athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*. doi:10.1016/j.jsams.2009.02.005.
- Coutts, A., & 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.
- Coutts, A., Quinn, J., Hocking, J., Castagna, C., & Rampinini, E. (2009). Match running performance in elite Australian Rules Football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, doi:10.1016/j.jsams.2009.09.004.
- Cunniffe, B., Proctor, W., Baker, J., & 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., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., & Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in premier league soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30, 205-212.
- Di Salvo, V., & Modonutti, M. (2009). Integration of different technology systems for the development of football training. *Journal of Sports Sciences and Medicine*, suppl.11, 1-178.
- Duffield, R., Reid, M., Baker, J., & Spratford, W. (2009). 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*. doi:10.1016/j.jsams.2009.07.003.
- Edgecomb, S.J., & 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.
- Hill-Haas, S., Dawson, B., Coutts, A., & 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.
- Hopkins, W. (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *SportsMedicine*, 30(1), 1-15.
- Iaia, F. M., Rampinini, E., & Bangsbo, J. (2009). High-intensity training in football. *Journal of Sports Physiology and Performance*, 4, 291-306.
- Kirkendall, D.T., Leonard, K., & Garret, W. E. (2004). On the relationship between fitness and running volume and intensity in female soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 22, 549-550.
- Larsson, P., & Henriksson-Larsén, K. (2001). The use of dGPS and simultaneous metabolic measurement during orienteering. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(11), 1919-1924.
- Larsson, P. (2003). Global positioning system and sport-specific testing. *SportsMedicine*, 33(15), 1093-1101.
- 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.
- Mohr, M., Krusturup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21, 519-528.
- Pereira, N., Kirkendall, D. T., & Barros, T. L. (2007). Movement patterns in elite Brazilian youth soccer. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(3), 270-275.
- 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.
- Petersen, C., Pyne, D., Portus, M., Dawson, B., & Kellet, A. (2009). Movement patterns in cricket vary by both position and game format. *Journal of Sports Sciences*, 0(0), 1-8.
- Portas, M., Rush, C., Barnes, C., & Batterham, A. (2007). Method comparison of linear distance and velocity measurements with global positioning satellite (GPS) and the timing gate techniques. *Journal of Sports Sciences and Medicine*, 6(S10), 7-8.
- Randers, M. B., Mujika, I., Hewitt, A., Santisteban, J., Bischoff, R., Solano, R., Zubillaga, A., Peltola, E., Krusturup, P. & Mohr, M. (2010). Application of four different football match analysis systems: A comparative study. *Journal of Sports Sciences*, 28(2), 171-182.
- Reid, M., Duffield, R., Dawson, B., Baker, J., & Crespo, M. (2008). Quantification of the physiological and performance characteristics of on-court tennis drills. *British Journal of Sports Medicine*, 42(2), 146-151.
- Schutz, Y., & Chambaz, A. (1997). Could a satellite-based navigation system (GPS) be used to assess the physical activity of individuals on earth? *European Journal of Clinical Nutrition*, 51(5), 338-339.
- Schutz, Y., & Herren, R. (2000). Assessment of speed of human locomotion using differential satellite global positioning system. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(3), 642-646.
- Terrier, P., Ladetto, Q., Merminod, B., & Schutz, Y. (2000). High-precision satellite positioning system as a new tool to study the biomechanics of human locomotion. *Journal of biomechanics*, 33(12), 1717-1722.
- Terrier, P., & Schutz, Y. (2003). Variability of gait patterns unconstrained walking assessed by satellite positioning (GPS). *European Journal of Applied Physiology*, 90(5-6), 554-561.
- Townshend, A. D., Worringham, C. J., & Stewart, I. B. (2008). Assessment of speed and position during human locomotion using nondifferential GPS. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(1), 124-132.
- Witte, T. H., & Wilson, A. M. (2004). Accuracy of nondifferential GPS for the determination of speed over ground. *Journal of Biomechanics*, 37(12), 1891-98.



**Colegio Oficial de
Licenciados en Educación Física
y en Ciencias de la Actividad y del Deporte
de la Región de Murcia**

**Entre todos podemos conseguir la regulación
del mercado profesional:**

Dirección de entidades y clubes deportivos

Organización y gestión de actividades deportivas

Organización y dirección de programas de actividad física y salud

Entrenamiento deportivo

Docencia en Educación Física

Organización de actividades de ocio y recreación

Empresas de servicios deportivos

Turismo deportivo

Avda. del Cantón, s/n.
Estadio Municipal Cartagonova
30205 Cartagena
Telf. 968 122 242
Fax 968 12 243

Lunes y jueves de 16 a 19 horas
Martes de 12 a 14 horas

www.colefmurcia.org

Modificaciones en la composición corporal después de realizar una prueba de ultrarresistencia de 1.700 km en bicicleta de montaña

Changes in body composition after an ultra-endurance event of 1700 km on mountain bike

Vicente Clemente Suárez, José María González-Ravé

Laboratorio Entrenamiento Deportivo. Facultad CC Deporte. Universidad Castilla-La Mancha. Toledo. España
Grupo de Investigación "Rendimiento Deportivo" Universidad Castilla-La Mancha. Toledo. España

CORRESPONDENCIA:

Vicente Clemente Suárez

Laboratorio Entrenamiento Deportivo
Facultad CC. Deporte. Módulo Acuático
Avda Carlos III s/n. 45004 Toledo. España
vicente.clemente@uclm.es

Recepción: noviembre 2009 • Aceptación: mayo 2010

Resumen

El estudio de los cambios en la composición corporal en pruebas de resistencia se ha limitado en la mayoría de los casos al estudio de las pérdidas de peso corporal. El presente estudio pretende analizar los cambios producidos en la composición corporal (agua, proteínas, minerales, grasa, y músculo) producidos después de realizar una prueba de 1.700 Km en bicicleta de montaña cruzando África de este a oeste. Se analizaron 5 sujetos ($73,3 \pm 10,2$ kg, $170 \pm 0,1$ cm, $51,2 \pm 6,9$ años) antes y después de realizar una prueba de ultrarresistencia en bicicleta de montaña de 1.700 km durante 17 días (100-110 km por etapa). Se analizaron los siguientes parámetros: Masa Agua Intracelular, Masa Agua Extracelular, Proteínas, Masa Mineral, Masa Grasa Corporal, Agua Corporal Total, Masa Músculo Esquelético, Masa Libre de Grasa, Peso y Área Grasa Visceral mediante bioimpedancia eléctrica (BIA) con el analizador INBODY 720. Los resultados muestran una disminución no significativa de los parámetros de peso corporal y masa grasa, una disminución significativa en el área de grasa visceral ($p > 0,05$). El resto de parámetros se mantuvieron en valores cercanos a la toma inicial. En conclusión este tipo de pruebas de ultrarresistencia únicamente afecta a los parámetros de grasa visceral, manteniendo el resto de variables de composición corporal sin cambios significativos.

Palabras clave: bioimpedancia, ultrarresistencia, composición corporal, bicicleta de montaña.

Abstract

The study of body composition changes in endurance events is limited in most cases to the study of body weight that is lost. This study analyzes the changes in body composition (water, protein, minerals, fat, and muscle) occurring after a 1700 km mountain bike event across Africa from east to west. We analyzed 5 subjects (73.3 ± 10.2 kg, 170 ± 0.1 cm, 51.2 ± 6.9 years) before and after a 1700 km ultra-endurance mountain bike test lasting 17 days (100-110 km. per stage). We analyzed the following parameters: intracellular water mass, extracellular water mass, proteins, mineral mass, body fat mass, total body water, skeletal muscle mass, fat-free mass, weight and visceral fat area by electrical bio-impedance (BIA) with the INBODY 720 analyzer. The results show an insignificant decrease in the parameters of body weight and fat mass and a significant decrease in visceral fat area ($p > 0.05$). The other parameters were maintained at similar values to the initial test. In conclusion, this type of ultra-endurance event only affects the parameter of visceral fat, as it maintains the rest of the body composition variables without significant changes.

Key words: bio-impedance, ultra-endurance, body composition, mountain bike.