

Monograph

Frecuencia Cardíaca y Análisis de Movimiento por Medio de GPS en el Fútbol de Playa

Julen Castellano¹

¹University of the Basque Country.

²University of Malaga, Spain.

RESUMEN

Aunque el fútbol de playa se ha vuelto cada vez más popular en los últimos años, se han realizado muy pocas investigaciones científicas sobre este deporte. Se ha llevado a cabo un estudio piloto con el objeto de analizar las respuestas fisiológicas (frecuencia cardíaca) y físicas (análisis de movimiento) de los jugadores de fútbol de playa durante los partidos competitivos. Se estudiaron a diez jugadores (edad 25.5 ± 0.5 ; altura 1.80 ± 0.08 m; peso 78.2 ± 5.6 kg) durante cinco partidos de fútbol de playa. Se analizaron las exigencias fisiológicas a partir de la medición de la frecuencia cardíaca (HR) mediante dispositivos telemétricos; mientras que el perfil físico se evaluó registrando el movimiento y la velocidad mediante dispositivos de GPS. Durante los partidos competitivos, los jugadores obtuvieron una HRpromedio de 165.2 latidos·min⁻¹ (86.5% de la HRmáx), con el 59.3% del tiempo de participación (TP) que correspondió a valores por encima del 90% de la HRmáx. La distancia cubierta por minuto de participación fue de 97.7 m, con el 9.5% de esta distancia correspondiente a la carrera de alta intensidad y el 2.5% al esprint; el índice trabajo/pausa fue de 1.4:1 y la velocidad máxima de 21.7 km·h⁻¹. Estos resultados demostraron que el fútbol de playa es una actividad física intermitente de mayor intensidad que otros juegos de equipo. Exige una mayor contribución del sistema anaeróbico, ya que el énfasis está puesto en que los jugadores realicen rápidos arranques de actividad de alta intensidad separados por breves períodos de descanso.

Palabras Clave: partido, fútbol de playa, rendimiento, análisis de movimiento, frecuencia cardíaca

INTRODUCCION

El fútbol de playa es uno de los deportes de mayor crecimiento mundial, especialmente desde que la FIFA comenzó a promocionarlo y organizarlo mediante partidos competitivos, cursos y otras iniciativas (<http://www.fifa.com/aboutfifa/developing/beachsoccer/>).

El deporte se juega con equipos de cinco jugadores (cuatro en el campo y un arquero) con un número ilimitado de sustituciones, lo que permite que el juego se mantenga a un ritmo veloz. Aunque el deporte ya se ha jugado en varios formatos recreacionales durante varios años, recién en 1992 se establecieron las reglas del juego y se llevó a cabo un torneo piloto en Los Ángeles. Al año siguiente se jugaron los primeros partidos de fútbol de playa profesional en Miami Beach y en 1995 se organizó el primer Campeonato Mundial de fútbol de playa, siendo Brasil el equipo ganador. Luego continuó el primer Tour de fútbol de playa profesional en 1996 y el lanzamiento de la Liga Europea de fútbol de playa en 1998.

Debido a su rápido crecimiento y su atractivo, el deporte fue incorporado a la estructura de la FIFA en 2004 y en 2005 se llevó a cabo el primer Campeonato Mundial de fútbol de playa en la playa de Copacabana en Brasil. Francia venció a Portugal en la final. A pesar de su crecimiento en popularidad, la investigación científica sobre este deporte ha sido escasa y hay muchos aspectos que merecen una investigación (Scarfone et al., 2009).

En lo que respecta al perfil físico, y a pesar del hecho de que se han realizado estudios en diferentes formas y niveles del fútbol de once por lado (Castagna et al., 2003; Di Salvo et al., 2007; Stroyer et al., 2004; Tessitore et al., 2005), de siete (Capranica et al., 2001) y fútbol en interiores (Barbero et al., 2008) no se han hallado dichas investigaciones en lo que respecta al fútbol de playa. En lo que se refiere al perfil fisiológico del deporte, sólo existe un estudio (Scarfone et al., 2009); aunque al estar enfocado en un partido amistoso sin reemplazos, se cree que el perfil fisiológico bajo las condiciones de un partido puede diferir de lo que reportaron estos autores, principalmente debido al hecho de que en los partidos competitivos se permiten los reemplazos ilimitados.

Los desarrollos tecnológicos recientes (Carling et al., 2008) permiten un análisis muy detallado de los factores en relación al rendimiento físico del partido. La incorporación de la tecnología del GPS en los deportes ha permitido que se investigue el perfil físico de muchas disciplinas deportivas, pues permite el monitoreo de los jugadores de manera simultánea y mejora la efectividad del período de análisis (Aughey y Fallon, 2010). Varios estudios han evaluado estos dispositivos en actividades deportivas de equipo y han alcanzado niveles aceptables de exactitud y confiabilidad (MacLeod et al., 2009) para la mayoría de las mediciones relevantes en deportes de equipo que incluyen breves exigencias y esprints intermitentes no lineales. Sin embargo, según Coutts y Duffield (2010), pueden resultar poco confiables en actividades de alta intensidad. Esta limitación puede ser de menor importancia en el contexto del fútbol de playa, pues los jugadores no pueden correr a intensidades tan altas como en otras formas de fútbol porque la superficie de juego no permite movimientos tan rápidos como los obtenidos en otras superficies.

Se cree que para mejorar el rendimiento en un deporte en particular se requiere un entrenamiento específico y esto resulta más efectivo cuando se conocen las exigencias de dicho deporte (Pereira et al., 2007). En este aspecto, ambos análisis, el físico y el fisiológico, proveen información muy útil para la comunidad científica y aplicada (Drust et al., 2007). Conocer la distancia recorrida o el rango de velocidades obtenidas al hacerlo puede ayudar a planear las sesiones de entrenamiento y desarrollar programas de entrenamiento adecuados para mejorar las condiciones físicas específicas de los participantes. Además, esta información también puede ser útil para evaluar el rendimiento de los jugadores (Barros et al., 2007).

El presente estudio piloto tuvo por objeto, en el contexto de los partidos de fútbol de playa amateur oficial español, examinar dos aspectos: la respuesta fisiológica a través del registro telemétrico de la frecuencia cardiaca (HR) y la respuesta física a través de la tecnología de GPS.

Cantidad de partidos	Cantidad de períodos	Cantidad de jugadores	Cantidad de registros	Duración de cada período	Duración total del partido	TP
2	2	5	20	10 min	20 min	10.17 ± 1.38
2	2	5	20	12 min	24 min	12.27 ± 3.15
1	3	5	15	12 min	36 min	15.37 ± 3.47

Tabla 1. Partidos, períodos, jugadores, registros del fútbol de playa y su duración. Nota: TP se refiere al tiempo de participación de cada jugador en minutos (min) y segundos ± desviación estándar de cada partido.

MÉTODOS

Participantes

Este estudio se llevó a cabo durante el campeonato anual de fútbol de playa español jugado en julio de 2009. A pesar de que había diez jugadores en los partidos estudiados, sólo se registraron los datos de cinco de ellos (edad 25.5 ± 0.5 años; altura 1.80 ± 0.08 metros; peso 78.2 ± 5.6 kg) (un libero, dos defensores que también jugaban de delanteros y dos delanteros que también jugaban en la defensa). Todos los jugadores eran semiprofesionales que competían en torneos de fútbol de playa al final de la temporada normal de fútbol; tenían una experiencia de diez años promedio en el juego de once por lado, así como también experiencia en el fútbol de playa. A cada jugador se le informó sobre el diseño de la

investigación y los requerimientos, beneficios y riesgos del estudio, y todos dieron su consentimiento informado antes de comenzar. Además, el Comité de Ética de la Universidad del condado de Basque dio su aprobación institucional para este estudio, conforme al Código de Ética de la Asociación Médica Mundial (Declaración de Helsinki).

Los juegos estudiados fueron dos partidos de dos períodos de diez minutos, dos partidos de períodos de doce minutos y un partido de tres períodos de doce minutos, reuniendo un total de 55 registros. La contribución de cada jugador se consideró en términos de *tiempo de participación* (TP), definido como el tiempo durante el cual cada jugador participó del juego; es decir, se excluyeron los períodos de descanso y el tiempo que permanecieron en el banco. Los datos se expresaron en términos relativos de acuerdo a la cantidad de minutos durante los que los jugadores participaron del juego permitiendo, de este modo, que se realizaran comparaciones dentro y entre los partidos. Los valores de TP para cada tipo de partido se muestran en la Tabla 1.

Variables Fisiológicas: Frecuencia Cardíaca

El parámetro utilizado para evaluar el componente fisiológico fue la HR, que se registró en intervalos de cinco segundos durante cada partido, utilizando dispositivos telemétricos (Polar Team Sport System, Polar Electro Oy, Finlandia).

	Media (\pm DE)	CI-95%	%TP
HR promedio (series·min⁻¹)	165 \pm 20	155-175	
%HR promedio	86.5 \pm 9.6	81.7-91.3	
HRmáx (series·min⁻¹)	188 \pm 6	185-191	
%HRmáx	98.5 \pm 2.2	97.4-99.6	
HR min (series·min⁻¹)	121 \pm 5	109-134	
%HR min	63.5 \pm 2.3	57.3-69.6	
<75% HRmáx (min:seg)	02:43 \pm 04:40	00:24-05:02	18.8 %
76-84% HRmáx (min:seg)	01:02 \pm 00:43	00:40-01:23	8.8 %
85-89% HRmáx (min:seg)	01:38 \pm 01:07	01:05-02:12	12.1 %
>90% HRmáx (min:seg)	07:45 \pm 04:34	05:28-10:01	59.3 %

Tabla 2. Valores absolutos y relativos de la frecuencia cardíaca de todos los jugadores (5) y partidos (11 mediciones para cada participante): media, desviación estándar (\pm DE) e intervalo de confianza (CI-95%) respecto al tiempo de participación (TP), así como la distribución temporal en las diferentes zonas de intensidad. Nota: HRmáx es la frecuencia cardíaca máxima, HR promedio es la frecuencia cardíaca promedio y HR min es la frecuencia cardíaca mínima. Los valores relativos se refieren al % de la HRmáx.

La HR de los cinco participantes se registró de manera continua durante todos los partidos. Los monitores de HR también se utilizaron durante el YYIRT1 (Bangsbo et al., 2008) para determinar la frecuencia cardíaca máxima (HRmáx) de cada jugador (Krustrup et al., 2003). Luego, este valor se utilizó como estándar para definir las cuatro zonas de intensidad: <75%, 76-84%, 85- 89% y >90% HRmáx. Se cuantificó el porcentaje de tiempo transcurrido dentro de cada zona de intensidad durante los partidos competitivos, así como también la frecuencia cardíaca promedio (HR promedio) y la (HRmáx) alcanzadas en cada partido, expresadas en valores absolutos (latidos por minuto: latidos·min⁻¹) y valores relativos (porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima [%HRmáx] y la frecuencia cardíaca promedio [HR promedio]).

Variables Físicas: Velocidad y Distancia Recorrida

Los movimientos de los jugadores en los cinco partidos competitivos se midieron utilizando un dispositivo de GPS portátil (MinimaxX, Team Sports 2.0, Catapult Innovations). Se realizó un registro continuo utilizando estos dispositivos de GPS en una frecuencia de muestreo de 5 Hz para los mismos cinco jugadores en todos los partidos. Para el análisis de los datos se establecieron cinco zonas de velocidad: *inmóvil-caminata* (0-3.9 km·h⁻¹), *trote* (4.0-6.9 km·h⁻¹), *carrera rápida* (7.0-12.9 km·h⁻¹), *carrera de alta intensidad* (13.0-17.9 km·h⁻¹) y *esprint* (>18 km·h⁻¹). Las zonas de velocidad y las categorías de movimiento elegidas son similares a las utilizadas en otros estudios de diferentes deportes (Barros et al., 2007; Di Salvo et al., 2007; Rampinini et al., 2007). Sin embargo, ya que el presente estudio incluye una superficie de juego que no permite dichos movimientos rápidos, como los que se obtienen en otras superficies (la velocidad máxima alcanzada por los jugadores no excedió los 21.7 km·h⁻¹) las categorías de velocidad se adaptaron en consecuencia. Las variables físicas estudiadas fueron: la distancia total cubierta en el TP (cuando el jugador está en la cancha), la velocidad máxima, el porcentaje de distancia cubierta en cada una de las categorías de velocidad, el índice *trabajo: pausa* (estimado utilizando la distancia cubierta a una velocidad de 0-3.9 km·h⁻¹ como período de "pausa", mientras que todas las categorías con

velocidades superiores a $4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ se consideraron como “trabajo” o “actividad”) y la tasa de esfuerzo en diferentes intensidades; esta última se expresó en términos absolutos (TP), indicando el número promedio de esfuerzos realizados por partido; y en términos relativos como cada *minuto de participación* (MP).

	Media (\pmDE)	CI-95%	%TP
Tiempo de participación (min:seg)	11:48 \pm 3:05	10:28-13:09	
Velocidad máxima ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	21.67 \pm 4.5	19.7-23.6	
Inmóvil-Caminata (min:seg)	5:17 \pm 2:23	4:17-06:18	43.67 %
Trote (min:seg)	3:04 \pm 0:43	2:46-03:23	26.50 %
Carrera rápida (min:seg)	2:25 \pm 0:49	2:14-02:56	22.79 %
Carrera de alta intensidad (min:seg)	0:26 \pm 0:11	0:21-00:31	3.79 %
Esprint (min:seg)	0:05 \pm 0:05	0:03-00:07	0.87 %
Índice trabajo: pausa	1.4 \pm 0.6	1.1-1.6	

Tabla 3. Tiempo de participación y distribución del tiempo de acuerdo a la intensidad de la carrera: media, desviación estándar (\pm DE) e intervalo de confianza (CI-95%). Porcentaje de distancia cubierta en cada categoría de velocidad para todos los jugadores teniendo en cuenta sólo su tiempo de participación (TP) (n= 55 mediciones).

El error típico expresado como coeficiente de variación (CV) (Hopkins, 2000) fue de 4.6% para la distancia total, 7.6% para la inmóvil- caminata ($0\text{-}3.9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), 4.6% para el trote ($4.0\text{-}6.9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), 6.5% para la carrera rápida ($7.0\text{-}12.9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), 8.9% para la carrera de alta intensidad ($13.0\text{-}17.9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) y 18.9% para el esprint ($>18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). El CV para las velocidades pico fue de 4.4%.

Análisis Estadísticos

Debido a la naturaleza del estudio y la pequeña muestra, los datos se presentan principalmente en términos descriptivos, utilizando medias, desviaciones estándar (\pm DE) y el intervalo de confianza (CI-95%). Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo usando SPSS 16.0 para Windows (SPSS Inc, Chicago, EUA).

RESULTADOS

Respuesta Fisiológica

La Tabla 2 muestra las características fisiológicas asociadas a los valores promedio obtenidos en los partidos de fútbol de playa competitivos, la frecuencia cardiaca promedio correspondiente al 86.5% de la HR_{máx}; los valores máximos obtenidos durante los partidos alcanzaron el 98.5% de la HR_{máx}. Con respecto al porcentaje de tiempo correspondiente a cada zona de intensidad, puede observarse que la categoría $>90\%$ HR_{máx} responde al mayor porcentaje de tiempo, mientras que la menor cantidad de tiempo correspondió al 75-84% de la HR_{máx}.

Respuesta Física

La Tabla 3 muestra la distribución de velocidades de carrera durante el tiempo promedio de 11.48 minutos jugados por cada jugador en cada partido (TP). Las velocidades máximas obtenidas fueron menores a $22 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Durante casi la mitad del tiempo (43.7%) los jugadores permanecieron inmóviles o caminaron, mientras que durante un cuarto del tiempo (26.5%) trotaron. Se emplearon alrededor de treinta segundos en carreras de alta intensidad o sprints.

En cuanto al movimiento, los jugadores cubrieron una distancia total de 1135 ± 26.8 metros durante su TP, con una distancia relativa de 97.7 ± 15.1 metros por minuto ($\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$) en el MP. La Tabla 4 muestra la distribución de distancias cubiertas en diferentes intensidades. Como puede observarse, las categorías de carrera rápida ($7.0\text{-}12.9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) y trote ($4.0\text{-}6.9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) son aquellas en las que los jugadores cubren la mayor distancia.

La cantidad de esfuerzos correspondiente a cada jugador también sigue una distribución en particular. La Tabla 5 presenta estos valores en el TP (absoluto) y los MP (relativos o por minuto) para los partidos analizados.

La Tabla 6 presenta la tasa de esfuerzo de acuerdo a las categorías de velocidad y las distancias cubiertas, mostrando que las últimas difieren como una función de las primeras. Puede observarse que los esfuerzos en los que un jugador cubre más de 5 metros son los más comunes en las categorías de la más alta intensidad.

La Figura 1 muestra la distancia y la duración promedio de los esfuerzos durante los partidos competitivos para cada categoría de velocidad, lo que demuestra que ambas, la distancia promedio más larga y la duración promedio más larga, fueron logradas en la categoría de carrera rápida (7.0-12.9 km·h⁻¹).

DISCUSION

Este estudio tuvo por objeto examinar las respuestas físicas y fisiológicas de los jugadores durante varios partidos de un torneo de fútbol de playa amateur. Según se sabe, sólo un estudio (Scarfone et al., 2009) ha registrado el perfil fisiológico de los jugadores de fútbol de playa, aunque fue durante un partido amistoso en el que todos los jugadores jugaron tres períodos de doce minutos completos. Esto difiere de los partidos competitivos en los que se permiten reemplazos ilimitados, una regla que los equipos en general aprovechan para sacar el mayor provecho de los jugadores en todo momento. Por esta razón, los presentes resultados se compararán con aquellos obtenidos en estudios de otras formas de fútbol (por ejemplo, cinco por lado) u otros deportes (baloncesto o handbol), que tienen características similares en cuanto a las dimensiones, el número de jugadores y una reglamentación que permite reemplazos ilimitados.

	Media (\pm SD)	CI-95%	%TP
Distancia TP (m)	1135 \pm 26.8	1020.9-249.9	
Distancia MP (m)	97.7 \pm 15.1	91.2-104.2	
Inmóvil-Caminata (m·min⁻¹)	21.4 \pm 3.9	19.7-23.0	22.92 %
Trote (m·min⁻¹)	25.6 \pm 4.9	23.5-27.7	26.08 %
Carrera rápida (m·min⁻¹)	36.3 \pm 11.4	31.5-41.3	36.21 %
Carrera de alta intensidad (m·min⁻¹)	9.5 \pm 3.3	8.1-10.9	9.46 %
Esprint (m·min⁻¹)	2.6 \pm 2.4	1.6-3.6	2.54 %

Tabla 4. Distancias absolutas y relativas cubiertas y distancias en relación a la intensidad de la carrera: media, desviación estándar (\pm DE) e intervalo de confianza (CI-95%). Porcentaje de distancia cubierta en cada categoría de velocidad para todos los jugadores teniendo en cuenta sólo su tiempo de participación (TP) (n= 55 mediciones).

Zonas de velocidad	Absoluto (TP)		Relativo (MP)	
	Media (\pm DE)	CI-95%	Media (\pm DE)	CI-95%
4-6.9 km·h ⁻¹	60 \pm 17.0	52.8-67.2	5.1 \pm 0.7	4.8-5.4
7.0-12.9 km·h ⁻¹	37.6 \pm 10.4	33.2-42.0	3.2 \pm 0.6	2.9-3.5
13.0-17.9 km·h ⁻¹	11.7 \pm 4.6	9.7-13.6	1.0 \pm 0.3	0.9-1.1
>18 km·h ⁻¹	2.6 \pm 2.1	1.7-3.5	0.2 \pm 0.2	0.1-0.3

Tabla 5. Frecuencia del esfuerzo teniendo en cuenta cada categoría de movimiento, expresada en términos absolutos (TP) y términos relativos (por minuto, MP); media, desviación estándar (\pm DE) e intervalo de confianza (CI-95%) (n = 55 mediciones).

En cuanto a la intensidad fisiológica, un alto porcentaje del tiempo correspondió a las zonas de alta intensidad (59.3% del tiempo en la categoría >90% HRmáx), siendo esto consistente con los hallazgos de Scarfone et al. (2009). Tanto la HR promedio como los porcentajes del tiempo transcurrido en cada zona de intensidad muestran valores similares (aunque ligeramente menores) a los obtenidos en estudios de fútbol en interiores (Barbero et al., 2008; Castagna et al., 2009) y baloncesto (Matthew y Delextrat, 2009), donde los reemplazos también son ilimitados. Mientras que en el caso del fútbol en interiores y el baloncesto la HR promedio fue del 90% y el 92.5% de la HRmáx, respectivamente, con el 83.2% y el 93.1% del tiempo de participación correspondiente a valores mayores al 85% de la HRmáx, el presente estudio obtuvo una HR promedio del 86.5% de la HRmáx, con el 71.4% del tiempo de participación siendo mayor al 85% de la HRmáx. En

situaciones de juegos de fútbol en espacios reducidos, la HR promedio tiene un rango de entre el 83% y el 90% de la HR_{máx} en términos de las diferentes variables estructurales de entrenamiento, como la cantidad de jugadores que participan en la tarea, las dimensiones del espacio y la estimulación del preparador (Hill-Haas et al., 2009; Katis y Kellis, 2009; Rampinini et al., 2007). Sin embargo, debe recordarse que esta comparación incluye diferentes modalidades realizadas por los jugadores de un nivel diferente en superficies de juego que no siempre son similares. Este punto debe enfatizarse ya que para la misma velocidad la energía utilizada al correr o al caminar sobre la arena es mayor (Pinnington y Dawson, 2001; Zamparo et al., 1992). Por lo tanto, se debe tener precaución al interpretar los perfiles fisiológicos y físicos para las actividades desarrolladas en este tipo de superficie.

Con respecto al análisis físico, es importante destacar que la distancia promedio cubierta por partido en el TP fue de 1135 metros. Sin embargo, esta distancia está influenciada por la cantidad de tiempo que cada jugador está en la cancha. Por lo tanto, no puede utilizarse como indicador del rendimiento físico particular de los jugadores, como sería el caso del fútbol estándar o del rugby, donde la cantidad de reemplazos es limitada. Como señalan Barbero et al. (2008), en los deportes en los que se permiten reemplazos ilimitados, la distancia cubierta por minuto (MP) es más representativa de la intensidad general de la actividad desarrollada y puede utilizarse como un índice global de la intensidad del partido. En el presente caso, esto tomó un valor de 97.7 m·min⁻¹. Esta distancia en MP es menor a la registrada en estudios de jugadores de fútbol en interiores: 117.3 m·min⁻¹ (Barbero et al., 2008) y 121 m·min⁻¹ (Castagna et al., 2009), registrada mediante una fotogrametría bidimensional, y 118 m·min⁻¹ (Barbero & Castagna, 2007), registrada mediante una tecnología de GPS similar a la empleada en el presente estudio. La distancia registrada en el presente estudio también es menor a la obtenida en los jugadores jóvenes de fútbol brasileños, que cubrieron 118, 105 y 109 m·min⁻¹ en las categorías sub-15, sub-17 y sub-19, respectivamente (Pereira et al., 2007) y la registrada para los juegos de fútbol en espacios reducidos con diferentes formatos, con distancias cercanas a los 107 m·min⁻¹ (Hill-Haas et al., 2009). Además, es menor a los 100 m·min⁻¹ reportados para preadolescentes españoles (Barbero et al., 2007). Finalmente, debe destacarse que los valores obtenidos aquí son mayores que los reportados utilizando tecnología de GPS (83.7 m·min⁻¹) con jugadores de rugby (Cunniffe et al., 2009).

En cuanto a la velocidad máxima alcanzada en momentos específicos de los partidos (21.7 km·h⁻¹), es importante mencionar el hándicap impuesto por la superficie de juego en el fútbol de playa. La arena reduce la fuerza máxima y la potencia máxima aplicada, aumentando así el tiempo de impacto y el impulso (Barrett et al., 1997; Giatsis et al., 2004). Este tipo de superficie absorbe parte de la energía aplicada y reduce la fuerza de reacción (Bishop, 2003). Esto puede llevar a una velocidad máxima de movimiento menor debido a la inestabilidad de la arena (Giatsis et al., 2004).

El índice trabajo: pausa es una medida bastante general que proporciona información sobre la naturaleza de la actividad. En el presente estudio, su valor de 1.4:1 (para cada minuto de "pausa" hay 1.4 minutos de "trabajo") refleja la naturaleza intermitente de un deporte de alta intensidad. Esta cifra es cercana a la obtenida en el fútbol en interiores (1:1), pero difiere considerablemente de los valores reportados para los deportes que no permiten reemplazos ilimitados: 1:5.7 en rugby (Cunniffe et al., 2009) ó 1:3.5 en jugadores de fútbol jóvenes (Barbero et al., 2007).

En cuanto a las distancias y duraciones promedio de las diferentes categorías de movimiento, la distancia promedio cubierta durante los esfuerzos de alta intensidad fue de 8-10 metros, mientras que la duración fue menor a 2 segundos.

Distancias para cada esfuerzo						
	0-5 m		5-10 m		10-40 m	
Zonas de velocidad	Media (±DE)	CI-95%	Media (±DE)	CI-95%	Media (±DE)	CI-95%
4-6.9 km·h ⁻¹	44.5 ± 15.4	37.8-51.2	12.7 ± 4.0	11.03-14.45	3.3 ± 1.8	2.6-4.1
7.0-12.9 km·h ⁻¹	10.9 ± 4.3	9.0-12.7	12.6 ± 5.2	10.4-14.9	14.0 ± 5.3	11.7-16.3
13.0-17.9 km·h ⁻¹	2.3 ± 1.0	1.8-2.7	6.1 ± 2.9	4.8-7.4	3.4 ± 1.9	2.6-4.2
>18 km·h ⁻¹	-	-	1.7 ± 1.5	1.1-2.4	1.0 ± 1.5	0.4-1.6

Tabla 6. Frecuencias según la distancia cubierta y la velocidad de los esfuerzos registrados, los valores que muestran la media, desviación estándar (±DE) y el intervalo de confianza (CI-95%) (n = 55 mediciones).

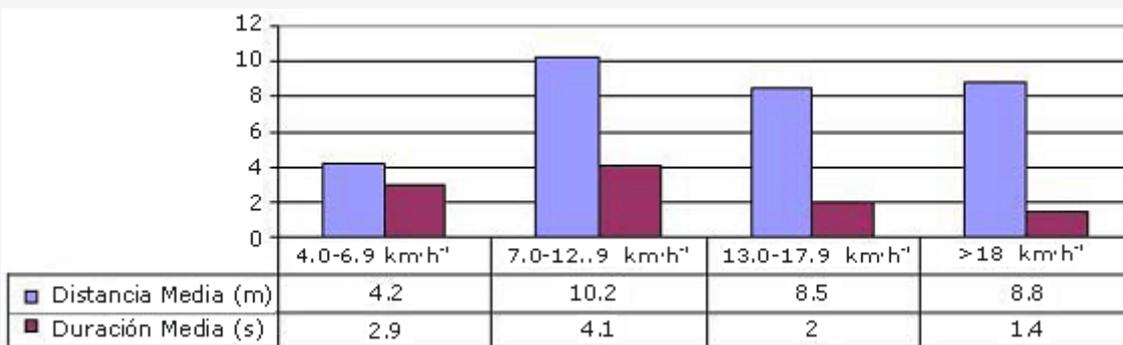


Figura 1. Distancia y duración promedio de los esfuerzos según las categorías de velocidad.

Esto ilustra la importancia de que los jugadores de fútbol de playa sean capaces de realizar rápidos arranques de aceleración, que son más relevantes que la velocidad máxima alcanzada, ya que los esfuerzos son breves en duración y distancia cubierta. Como resultado, los jugadores no alcanzan la velocidad máxima que alcanzarían en otras superficies.

Este estudio es el primero en describir las características de tiempo-movimiento en el fútbol de playa. Sin embargo, una limitación del presente estudio es la interpretación de los resultados de tiempo-movimiento, porque las unidades de GPS han mostrado una confiabilidad relativamente pobre en la carrera de alta intensidad (Petersen et al., 2009).

CONCLUSION

Puede decirse que el fútbol de playa es un deporte intermitente de alta intensidad cuyo perfil fisiológico muestra que durante más de la mitad del tiempo las intensidades son mayores al 90% de la HR_{máx}, por lo tanto se requieren grandes cantidades de energía a través del sistema anaeróbico (Scarfone et al., 2009). La distancia cubierta por minuto de juego es alrededor de 100 metros, con un índice trabajo: pausa de 1.4:1. Las duraciones y distancias cubiertas a alta intensidad son breves pero repetidas, por lo tanto se enfatiza la importancia de que los jugadores tengan la habilidad de hacer arranques de aceleración continuos. Estos datos deben tomarse en cuenta a la hora de proponer protocolos de entrenamiento de esta manera, priorizando las acciones intermitentes de alta intensidad y duración breve con descansos de duren menos que el tiempo de trabajo.

Dado que este estudio es descriptivo por naturaleza y sólo incluye un pequeño número de sujetos y partidos, no aborda ciertos aspectos importantes como las variaciones producidas por la fatiga a lo largo de los partidos sucesivos o el nivel individual de los jugadores. Además, dado el pequeño tamaño de la muestra, no pareció apropiado enfocarse en las posiciones de juego específicas. No obstante, se cree que esto debería realizarse en investigaciones futuras ya que los estudios de otros deportes han demostrado cómo varían las exigencias físicas según cada posición (Di Salvo et al., 2007; 2009). Este enfoque más específico incrementaría el conocimiento del fútbol de playa y ayudaría a mejorar los programas de entrenamiento mediante el desarrollo del grado de especificidad. Solo así será posible aplicar el conocimiento de las exigencias físicas y fisiológicas del deporte en una manera más detallada.

Puntos Clave

- La distancia cubierta por minuto de juego es de aproximadamente 100 m.
- El fútbol de playa es un deporte intermitente con un índice trabajo: pausa de 1.4:1.
- La superficie de juego en el fútbol de playa es un hándicap importante para obtener velocidades máximas.
- El fútbol de playa tiene una alta intensidad fisiológica, más de la mitad del juego con intensidades mayores al 90 % de la HR_{máx}.

Agradecimientos

Este estudio forma parte del proyecto titulado Avances tecnológicos y metodológicos en la automatización de estudios observacionales en deporte, financiado por la Dirección General de Investigación, Ministerio de Ciencia e Innovación (PSI2008-01179) de España, durante el período 2008-2011. Los autores también agradecen a la Universidad del condado de Basque y a la compañía de material deportivo RANKING S. L. por proporcionar los dispositivos de GPS MinimaxX

utilizados en el desarrollo de este estudio.

REFERENCIAS

1. Aughey, R. and Fallon, C (2010). Real-time versus post-game GPS data in team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, in press
2. Bangsbo, J., Iaia, M., and Krstrup, P (2008). The yo-yo intermittent recovery test. A useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Medicine* 38, 37-51
3. Barbero, J. C., Soto, V. M., Barbero, V. and Granda, J (2008). Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *Journal of Sports Sciences* 226, 63-73
4. Barbero, J. C., Barbero, V. and Granda, J (2007). Perfil de actividad durante el juego en futbolistas infantiles. *Educación Física y Deportes* 44, 33-41
5. Barbero, J. C. and Castagna, C (2007). Activity patterns in professional futsal players using global position tracking system. *Journal of Sports Science and Medicine* 66, 208-209
6. Barrett, R., Neal, R. and Roberts, L (1997). The dynamic loading response of surfaces encountered in beach running. *of Science and Medicine in Sport* 11, 1-11
7. Barros, R.M.L., Misuta, M.S., Menezes, R.P., Figueroa, P.J., Moura, F.A., Cunha, S.A., Anido R. and Leite, N.J (2007). Analysis of the distance covered by the first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sports Science and Medicine* 66, 233-242
8. Bishop, D (2003). A comparison between land and sand-based tests for beach volleyball assessment. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 443, 418-423
9. Capranica, L., Tessitore, A., Guidetti, L. and Figura, F (2001). Heart rate and match analysis in pre-pubescent soccer players. *Journal of Sports Sciences* 119, 379- 384
10. Carling, C., Bloomfield, J., Nelsen, L. and Reilly, T (2008). The role of motion analysis in elite soccer: contemporary performance measurement techniques and work rate data. *Sport Medicine* 338 ,, 839-862
11. Castagna, C., D'Ottavio, S. and Abt, G (2003). Activity profile of young soccer players during actual match play. *Journal of Strength and Conditioning Research* 117, 775-780
12. Castagna, C., D'Ottavio, S., Granda, J. and Barbero, J. C (2009). Match demands of professional Futsal: a case study. *Journal of Science and Medicine in Sport* 112, 490-494
13. Coutts, A. and Duffield, R (2010). Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport* 13, 133-135
14. Cunniffe, B., Proctor, W., Baker, J. and 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* 223, 1195-1203
15. Di Salvo, W., Baron, R., Tschan, H., Calferon, F. J., Bachi, N. and Pigozzi, F (2007). Performance characteristics according to playing position in elite. *International Journal of Sports Medicine* 228, 222-227
16. Di Salvo, W., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P. and Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in premier league soccer. *International Journal of Sports Medicine* 30, 205-212
17. Drust, B., Atkinson, G. and Reilly, T (2007). Future perspectives in the evaluation of the physiological demands of soccer. *Sports Medicine* 337 ,, 783-805
18. Giatsis, G., Kollias, I., Panoutsakopoulos, V. and Papaiaikovou, G (2004).) Biomechanical differences in elite beach-volleyball players in vertical squat jump on rigid and sand surface. *Sports Biomechanics* 33, 145-158
19. Hill-Haas, S., Dawson, B., Coutts, A. and Rowsell, G (2009). Physiological responses and time-motion characteristics of various small-sided soccer games in youth players. *Journal of Sports Sciences* 27, 1-8.
20. Hopkins, W. G (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Medicine* 30, 1-15
21. Katis, A. and Kellis, E (2009). Effects of small-sided games on physical conditioning and performance in young soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine* 88, 374-380
22. Krstrup, P., et al (2003). The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: Physiological Response, Reliability, and Validity. *and Science in Sports and Exercise* 335, 697-705
23. MacLeod, H., Morris, J., Nevill, A. and 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, 121-128
24. Matthew, D. and Delextrat, A (2009). Heart rate, blood lactate concentration, and time-motion analysis of female basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences* 227, 813-821
25. Pereira, N., Kirkendall, D. T. and Barros, T. L (2007). Movement patterns in elite Brazilian youth soccer. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 447, 270-275
26. Petersen, C., Pyne, D., Portus, M. and Dawson, B. (2009). Validity and Reliability of GPS Units to Monitor Cricket-Specific Movement Patterns. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 4, 381-393
27. Pinnington, H. C. and Dawson, B (2001). Running economy of elite surf iron men and male runners, on soft dry beach sand and grass. *European Journal of Applied Physiology* 886, 62-70
28. Rampinini, E., Coutts, A., Castagna, C., Sassi, R. and Impellizzeri, F.M (2007). Variation in top level soccer match performance. *International Journal of Sports Medicine* 228, 1018-1024
29. Rampinini, E., Impellizzeri, F.M., Castagna, C., Abt, G., Chamari, K., Sassi, A. and Marcora, S.M (2007). Factors influencing

- physiological responses to small-sided soccer games. *Journal of Sports Sciences* 225, 659-666
30. Scarfone, R., Tessitore, A., Minganti, C., Ferragina, A., Capranica, L. and Ammendolia (2009). Match demands of beach soccer: a case study. In *Book of abstracts of 14th Annual Congress of the European College of Sport Science. July 24-29, Oslo-Norway*. 54
 31. Stroyer, J., Hansen, L. and Klausen, K (2004). Physiological Profile and Activity Pattern of Young Soccer Players during Match Play. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 336, 168-174
 32. Tesitore, A., Meeusen, R., Tiberi, M., Cortis, C., Pagano, R. and Capranica, L (2005). Aerobic and anaerobic profiles, heart rate and match analysis in older soccer players . *Ergonomics* 448, 1365-1377
 33. Zamparo, P., Perini, R., Orizio, C., Sacher, M. and Ferretti, G (1992). The energy cost of walking or running on sand. *European Journal of Applied Physiology* 665, 183-187

Cita Original

Julen Castellano and David Casamichana. Heart Rate and Motion Analysis by Gps in Beach Soccer. *Journal of Sports Science and Medicine* (2010) 9, 98 - 103.