

Análisis cinemático del perfil de actividad en jugadoras infantiles de fútbol mediante tecnología GPS

Kinematic analysis of activity profile in Under 15 players with GPS technology

Barbero-Álvarez, J.C.¹, Barbero-Álvarez, V¹, Gómez, M.², Castagna, C.³

¹ Grupo de Investigación "Análisis del movimiento Humano". Universidad de Granada.

² Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad Europea de Madrid.

³ School of Sport and Exercise Sciences. Faculty of Medicine and Surgery, Tor Vergata University, Rome Italy.

Dirección de contacto

José Carlos Barbero: jbarbero@gpsportspain.es

Fecha de recepción: 30 de marzo de 2008

Fecha de aceptación: 16 de octubre de 2008

RESUMEN

En fútbol, el patrón de actividad de jugadores adultos, tanto masculinos como femeninos, ha sido ampliamente estudiado, sin embargo, no existen estudios que hayan analizado los desplazamientos en jugadoras de categoría infantil. Un mayor conocimiento de las demandas de este deporte en las etapas iniciales permitiría la confección de programas de entrenamiento más acordes con las características somáticas de las jugadoras de estos niveles. El objetivo del presente estudio fue cuantificar los desplazamientos en jugadoras de fútbol de categoría infantil, mediante la aplicación de dispositivos basados en tecnología GPS, para determinar el patrón de actividad. Las jugadoras fueron analizadas durante el transcurso de un partido (7 vs 7) cuya duración fue de dos periodos de 25 min. Los resultados obtenidos certifican que el fútbol infantil es una especialidad deportiva intermitente en la que se intercalan actividades de alta intensidad con situaciones de juego que permiten que la jugadora recupere estando parada, andando o con una velocidad de carrera muy baja. La tasa trabajo-descanso fue de 1:2.6 y la distancia media recorrida por minuto de juego fue aproximadamente de 80 m. No obstante, esta distancia varía a lo largo del partido existiendo diferencias significativas entre el primer y segundo periodo. Asimismo, la carga física (distancia total recorrida y distancia a velocidad >13 km/h) resultó ser menor que la reportada para jugadores infantiles de fútbol y jugadoras profesionales. En consecuencia, el género y las diferencias de nivel competitivo parecen ser las causas que determinan el rendimiento físico realizado durante un partido de fútbol infantil femenino. Proponemos una nueva clasificación para las categorías de desplazamiento que nos parece más acorde con el desarrollo somático de las jugadoras de estas edades y con el espacio de juego.

Palabras clave: Fútbol femenino, fútbol 7, infantiles, análisis de la competición, GPS, patrón de actividad.

ABSTRACT

The physical and physiological demands of high-level male soccer have been widely studied, at the same time that a few studies have researched into the demands on female players during matches. However, it has not been made any study about the heart rate and activity pattern of young female soccer players during matches. A wider knowledge of the demands in the initial stages of this sport would allow the making of training programs more appropriate to the somatic characteristics of young female soccer players. The present study aimed to quantify the physical demands of young female soccer players during a match. The players were observed during a friendly competition match (7 vs 7) over the two 25-min halves. The match activities were assessed with Global Position System technology (1Hz). Results showed that the young female soccer is an intermittent sports speciality, which alternates high intensity activities with game situations that allow the players' recuperation while standing, walking or running at very low speed. The work-rest ratio was 1:2.6, and the average distance covered per minute of game was about 80 m. Nevertheless, this distance changed in the course of the match, so there were significant differences between the first and second halves. Likewise, the physical load (total covered distance and distance with a speed >13 km/h) turned out to be lesser than the one reported for young soccer players and female professional soccer players. As a result, the gender and the different competition level seem to be the factors determining the physical performance during a young female soccer match. We propose a new classification of the physical demand categories that we consider more appropriate to the somatic development of the young female soccer players and to the space of game.

Key words: Female soccer, soccer 7-a- side, young players, match analysis, GPS, activity pattern.

INTRODUCCIÓN

El objetivo primordial del entrenamiento es la mejora del rendimiento competitivo y, en ese sentido, la cuantificación del entrenamiento es de vital importancia de cara a programar tareas y cargas que permitan una preparación óptima del deportista para la competición. Para ello es imprescindible el conocimiento de las exigencias de cada especialidad, siendo necesario el análisis del juego, el cual proporcionará la información necesaria para diseñar tareas condicionales específicas, es decir, nos permitirá ajustar la preparación física a las peculiaridades de cada puesto y jugador en una determinada modalidad deportiva (Barbero Álvarez et al., 2007 en prensa).

En fútbol, el patrón de actividad de jugadores adultos masculinos ha sido ampliamente estudiado (Reilly, 1996), sin embargo, son escasos los estudios que han evaluado los desplazamientos de jugadores de categorías infantiles (Castagna, D'ottavio & Abt, 2003; Stroyer, Hansen & Klausen, 2004). Del mismo modo, existen algunos estudios que han centrado su atención en el análisis de los desplazamientos de jugadoras adultas (Andersson, Krustrup & Mohr, 2007), pero hasta la fecha no conocemos ninguna investigación cuyo objetivo haya sido el análisis del patrón de actividad en las categorías inferiores femeninas.

Varios estudios han puesto en evidencia las diferencias que existen entre el fútbol femenino y el fútbol masculino. Kirkendall (2007) indica que estas diferencias son consecuencia de la desigualdad técnica, táctica y condicional. Las limitaciones técnicas están relacionadas principalmente con el juego al primer toque, el regate o los desplazamientos largos del balón y han provocado adaptaciones tácticas tanto en ataque, como en defensa. Gómez (2007), confirma que las carencias de tipo técnico, en ocasiones producidas por una incorporación tardía de la mujer a la práctica del fútbol, así como por el menor volumen de entrenamiento, condicionan aspectos técnico-tácticos en el desarrollo del juego.

Del mismo modo, las limitaciones biológicas, inherentes a la mujer, influyen en el ritmo de juego y en la tasa de trabajo realizado. No obstante, la literatura disponible en fútbol femenino sugiere que, en valores relativos, las demandas fisiológicas (%FC max y %VO₂ max) durante el juego son similares a las obtenidas para fútbol masculino (Stolen et al., 2005). La principal diferencia estriba en lo referente a las demandas físicas, y en particular a la actividades realizadas a alta intensidad (velocidad >15 km/h) (Krustrup et al., 2005), sin embargo estos datos son referidos únicamente a jugadoras de élite (Stolen et al., 2005).

Por otro lado, obtener un conocimiento de la realidad del juego en estas categorías podría permitir un diseño de entrenamientos condicionales y técnico-tácticos mucho más adecuados y específicos, e incluso la posibilidad de establecer una metodología propia. Además, el conocimiento de las demandas de este deporte en las etapas iniciales permitiría poder confeccionar programas de entrenamiento más acordes con las características somáticas y madurativas de las chicas de estas edades, e incluso mejorar los criterios de detección y selección de talentos para este deporte (Barbero Álvarez et al., 2007 en prensa).

En este sentido, la reciente aparición de nuevas tecnologías basadas en los sistemas de localización por satélite (GPS) está permitiendo su utilización para realizar time-motion análisis con gran precisión, puesto que su empleo proporciona la posibilidad de monitorizar, valorar y controlar el rendimiento deportivo, tanto en entrenamientos como en competición.

Hasta ahora, este tipo de sistemas habían sido diseñados para ser utilizados en deportes de aventura o en especialidades de resistencia (ciclismo, orientación, ski, etc.). El desarrollo de nuevos instrumentos de registro específicos para deportes de equipo, como el fútbol, el hockey o el rugby, podría proporcionarnos la herramienta necesaria, tanto para conseguir un mayor conocimiento del patrón de actividad de estas disciplinas intermitentes de alta intensidad, como para la cuantificación de los entrenamientos. Dispositivos de este tipo ya han sido validados (Edgecomb & Norton, 2006) y por consiguiente, el empleo de esta tecnología para el análisis del fútbol femenino infantil podría arrojar algo de luz a la escasez de información relacionada con esta categoría y, en consecuencia, ayudar a optimizar el entrenamiento físico específico de las jugadoras más jóvenes en su intento de alcanzar el alto rendimiento.

Por todo ello, el objetivo del presente estudio fue valorar la exigencia cardiovascular y cuantificar los desplazamientos para analizar las demandas físicas en jugadoras de fútbol de categoría infantil mediante la aplicación de dispositivos basados en tecnología GPS, con el propósito de obtener información que nos ayude a determinar el patrón de actividad y el estrés cardiovascular durante el juego en estas edades.

MÉTODO

Doce jugadoras infantiles (12.1 ± 0.9 años; 48.4 ± 9.2 kg; 155 ± 6 cm) pertenecientes a un equipo femenino de categoría infantil tomaron parte en esta investigación. Las participantes en el estudio tenían una experiencia previa de al menos 3 años, entrenaban 2 veces por semana (aunque no regularmente) y jugaban un partido de competición una vez a la semana.

Tanto los responsables del club y del equipo, como las jugadoras participantes en el estudio y sus tutores dieron su consentimiento por escrito para su participación voluntaria en esta investigación.

Las jugadoras fueron analizadas durante un partido amistoso 7 contra 7 en un campo de 30 x 50 m y cuya duración fue de dos periodos de 25 minutos.

Para la valoración del patrón de actividad hemos determinado una serie de categorías de desplazamiento basadas en las propuestas realizadas por Castagna et al. (2003) para jugadores de estas edades: 0-0.4 km/h (parado), 0.5-3 (andar), 3.1-8 km/h (carrera baja intensidad o trote), 8.1-13 km/h (carrera intensidad media), 13.1-18 km/h (carrera intensidad alta), >18.1 km/h (carrera intensidad máxima o sprint).

Variables objeto de estudio:

Para cada jugadora fue analizada la frecuencia cardíaca media y máxima como parámetros de tipo fisiológico e indicadores del estrés cardiovascular, mientras que como variables cinemáticas se examinaron la distancia total recorrida, la velocidad media y máxima, y la distancia para cada categoría.

Material:

Un receptor GPS debe recibir la señal de al menos 3 satélites (de los 27 que emiten de manera continua señales codificadas) para localizar la posición. Utilizando esta información un dispositivo de estas características puede calcular y registrar información referente a la posición, tiempo y velocidad.

El SPI Elite (GPSports Systems, Pty. Ltd., 2003, Australia) es un dispositivo receptor de GPS que integra la recepción de la señal del satélite con un acelerómetro triaxial, además de un chip para el registro de la frecuencia cardíaca.

Se trata de un indicador del rendimiento deportivo con un peso aproximado de 75 gramos. Este dispositivo permite registrar a 1 Hz (un registro por segundo) datos del tiempo, posición, velocidad, distancia, altitud, dirección y frecuencia cardíaca (requiere tener colocada una banda torácica). Además, el acelerómetro permite registrar a 100 hz todos los movimientos que se producen en los tres ejes (x, y, z) y calcula la sumatoria. La información puede ser descargada en un PC y mediante el software Team AMS, los datos pueden manipularse según los intereses del investigador, permitiendo un análisis pormenorizado y personalizado de la actividad física realizada. Asimismo, estos datos pueden ser exportados a Excel para realizar el tratamiento estadístico necesario.

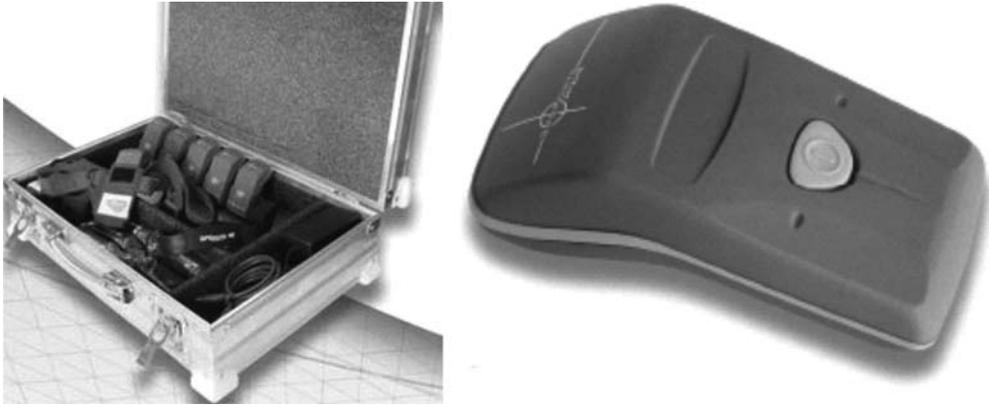


Figura 1. SPI Elite Pack de 5 unidades (izquierda) e Indicador del rendimiento deportivo (derecha) (GPSports Systems, Pty. Ltd., 2003, Australia).

Edgecomb & Norton (2006), comprobaron que este sistema es válido y puede ser válido para evaluar y analizar con precisión la distancia recorrida por los jugadores de la AFL (Liga australiana de Fútbol).

Procedimiento

Previo al comienzo de cada encuentro y durante la fase de calentamiento (aproximadamente 15 minutos), todas las jugadoras fueron pasando por la zona donde se encontraban los investigadores y se les colocaba en la espalda, justo debajo del cuello, una pequeña mochila almohadada (arnés), en la que se alojaba una unidad de GPS SPI Elite. Este arnés era ajustado de manera que no se moviera y no provocara ningún malestar durante el juego. Al finalizar cada partido, los datos se descargaban en un ordenador portátil para realizar el tratamiento de las variables objeto de estudio.

Análisis estadístico

Los datos son presentados como media, desviación estándar de la media y rangos. Los valores medios para la distancia total y a diferentes velocidades entre primer y segundo periodo fueron comparados utilizando T Student, tomando como valores de significación $p < .05$.

RESULTADOS

Distancia y velocidad

Los resultados obtenidos certifican que el fútbol infantil femenino, al igual que el masculino, es una especialidad deportiva intermitente en la que se intercalan actividades de alta intensidad con situaciones de juego que permiten que la jugadora recupere estando parado, andando o con una velocidad de carrera muy baja. En la Figura 2 se expone un ejemplo de gráfica de la velocidad de una jugadora durante un partido.

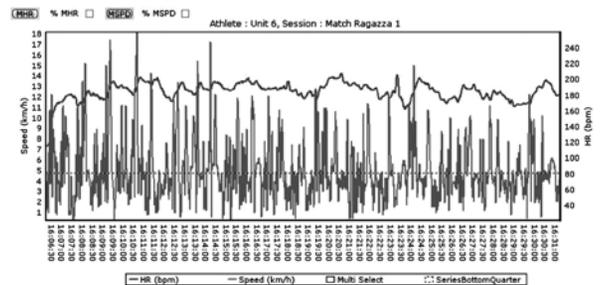


Figura 2. Ejemplo de la evolución de la velocidad (km/h) y frecuencia cardíaca de una jugadora durante el primer periodo del partido.

La distancia media recorrida durante los 50 minutos de partido fue de 3977.8 ± 324.7 m (3260–4382 m), lo que equivale a una velocidad media de 4.8 ± 0.4 km/h (3.8–5 km/h), es decir, la jugadora recorre 79.3 ± 7.5 m (63.3–91.7 m) por cada minuto de partido. El coeficiente de variabilidad en relación a la distancia total recorrida fue del 12.3%.

Asimismo, la máxima velocidad promedio alcanzada durante el juego fue de 19.5 km/h, por lo que la velocidad media durante el juego se correspondió con el 23.4% de la velocidad pico promedio obtenida.

Patrón de actividad

El patrón de actividad basado en la distancia recorrida para cada una de las categorías establecidas aparece reflejado en el siguiente gráfico (Figura 3). En dicha figura se observa que las jugadoras realizan un mayor número de metros trotando 2195.1 ± 260.2 m (1660–2571 m), equivalente al 55.2% de la distancia total.

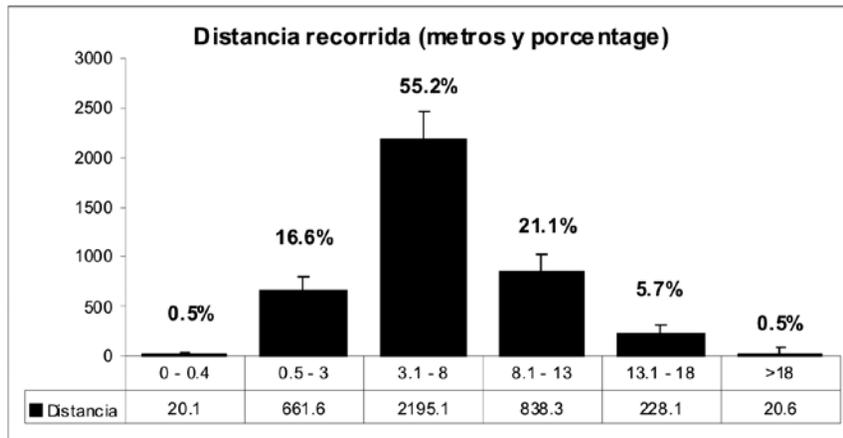


Figura 3. Distancia recorrida y porcentaje del total efectuado a diferentes intensidades durante el juego.

La distancia recorrida a alta intensidad fue 248.7 ± 97.9 m ($94-413$ m), equivalente al 6.3% del total recorrido y de los cuales el 5.7% fueron realizados en carrera rápida, suponiendo 228.1 ± 83.8 m ($94-364$ m), mientras que sprintando o a velocidades por encima de 18 km/h, tan sólo recorrieron el 0.5% de la distancia, equivalentes a 20.6 ± 22.7 m ($0-72$ m), categoría en la que observamos una extraordinaria variabilidad (91%).

Si consideramos las categorías 1, 2 y 3, en las que la intensidad es menor, como periodos de “recuperación”, mientras que a las categorías 4, 5 y 6 las denominamos “trabajo” o “actividad”, los resultados obtenidos indican que la tasa de trabajo/descanso o relación actividad/recuperación (work-rest ratio) fue de 1:2.6.

Primer vs Segundo tiempo

Durante el primer y segundo periodo la distancia total recorrida fue de 2072 ± 197 m y 1905 ± 144 m ($P < 0.001$), respectivamente. De igual forma, a velocidades superiores a 13 km/h las jugadoras recorrieron 132.6 m y 116 m durante el primer y segundo tiempo ($P = 0.4$).

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio muestran que la distancia media recorrida para los 50 minutos de partido fue de 3977.8 ± 324.7 m ($3260-4382$ m), lo que supone que una jugadora recorre 79.3 ± 7.5 m ($63.3-91.7$ m) por cada minuto de partido. Obviamente estos valores son claramente inferiores a los reportados en investigaciones con jugadoras adultas, tanto para la distancia en valores absolutos, como en relación al tiempo de juego (distancia/min) (Hewitt, Withers & Lyons, 2007;

Scott & Drust, 2007). Estas diferencias podrían estar determinadas por la edad, las horas de entrenamiento, la condición física, la experiencia competitiva, la pertenencia o no a la elite deportiva, el número de jugadoras, el tiempo de juego o las dimensiones del campo, fundamentalmente.

Del mismo modo, los datos hallados para la distancia recorrida a diferentes intensidades son muy diferentes a los obtenidos con jugadoras senior. Las jugadoras internacionales australianas recorren a baja intensidad (< 8 Km/h) el 49% de la distancia (Hewitt et al., 2007), mientras que el resultado para nuestro estudio fue del 72.7%. Con relación a las acciones de alta intensidad (> 13 km/h) las jugadoras infantiles recorrieron el 6,2% de la distancia total, datos que no son comparables con otros estudios realizados con mujeres futbolistas ya que las categorías establecidas en función de la velocidad no son coincidentes. Jugadoras internacionales australianas recorrieron a una velocidad entre 12-16 km/h el 15% de la distancia total recorrida; entre 16-20 km/h un 7% de la distancia y a más de 20 km/h un 3% (Hewitt et al., 2007).

Los resultados obtenidos en estudios similares con jugadores masculinos de la misma edad (Barbero Álvarez et al., 2007 en prensa; Castagna et al., 2003) demostraron que la distancia recorrida por el futbolista infantil fue aproximadamente 100 m/min, valor superior al que recorrieron las jugadoras analizadas en este trabajo. Los valores para la relación trabajo/recuperación, también son muy diferentes, 1:1.3 para fútbol infantil masculino y 1:2.5 para el femenino. En lo referente a las distancias recorridas a diferentes intensidades también se observan notables diferencias, principalmente en lo que respecta a velocidades superiores a 8 km/h (27.3% vs 43.3%).

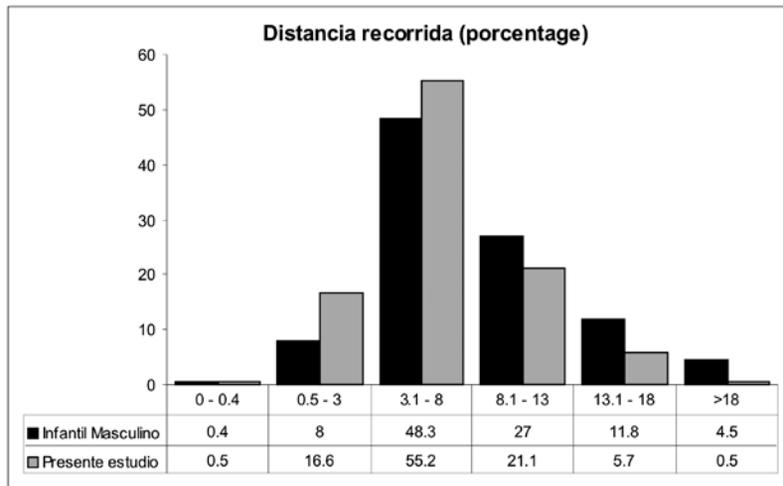


Figura 4. Comparación del porcentaje de la distancia recorrida efectuada a diferentes intensidades durante el juego para categorías infantiles masculino (Barbero Álvarez et al., 2007 en prensa) y femenino (presente estudio), según las categorías propuestas por Castagna et al., (2003).

Los resultados obtenidos, el escaso número de acciones de máxima intensidad (>18 km/h) y el valor referente a la máxima velocidad promedio o velocidad pico alcanzada durante el encuentro (~20 km/h), nos hacen sugerir que quizás en estas edades (e incluso para el resto de categorías), con jugadoras de sexo femenino, deberíamos emplear otros límites para las categorías de movimiento, que en nuestra opinión deberían ser individualizadas y estar basadas en porcentajes de la máxima velocidad de cada jugadora (similar a lo que se realiza con la frecuencia cardiaca). En nuestra opinión, velocidades del 50-60% y del 75% de la velocidad pico obtenida podrían ser más adecuadas para determinar las categorías de alta intensidad y sprint o máxima intensidad, respectivamente. Es decir, para jugadoras de estas edades nos parecen más idóneas, y recomendamos, las siguientes categorías: 0-0.4 km/h (parado), 0.5-3 (andar), 3.1-8 km/h (carrera baja intensidad o trote), 8.1-11 km/h (carrera intensidad media), 11.1-15 km/h (carrera intensidad alta), >15.1 km/h (carrera intensidad máxima o sprint).

La fatiga se define usualmente como la disminución en el rendimiento debido a la necesidad de seguir realizando esfuerzos y en fútbol suele manifestarse mediante un deterioro en la tasa de trabajo hacia el final del partido. Estudios en jugadores adultos comparando las distancias recorridas y las tasas de esfuerzo entre el primer y el segundo tiempo evidenciaron la aparición de fatiga. Al igual que sucede en el fútbol masculino (Mohr, Krustup & Bangsbo, 2003) y femenino (Scott & Drust, 2007) hemos detectado una disminución significativa en el rendimiento de las jugadoras durante el segundo periodo. La distancia recorrida en el se-

gundo tiempo desciende un 8%, valor algo superior al 5% hallado en futbolistas masculinos adultos (Bangsbo, Norrregaard & Thorso, 1991) y al 5.5% obtenido en infantiles (Castagna et al., 2003). Normalmente la aparición de fatiga se relaciona con esta disminución de la actividad desarrollada por el jugador y ha sido asociada con la potencia aeróbica, el descenso en los niveles de glucógeno muscular y la acumulación progresiva de potasio en el músculo.

De la misma forma, diferentes estudios han aportado evidencias sobre la fatiga en fútbol, al comprobar que la capacidad para realizar ejercicio de alta intensidad se reduce en futbolistas de elite y sub-elite disminuyendo hacia el final del partido (Bangsbo, 1994; Mohr et al., 2003; Mohr, Krustup & Bangsbo, 2005; Reilly, 1997). Es decir, se ha demostrado que la capacidad de realizar sprints y esfuerzos de alta intensidad es menor en los segundos periodos (Bangsbo, 1994, Bangsbo et al., 1991; Mohr et al., 2003). Sin embargo, en este estudio, a pesar de que hubo una disminución en la distancia recorrida a alta intensidad (>13 km/h), este deterioro en el rendimiento no fue significativo.

Este es el primer estudio que se centra en el análisis de jugadoras infantiles de fútbol y creemos que son necesarias más investigaciones de esta naturaleza que permitan establecer el patrón de actividad y las necesidades condicionales de las jugadoras de estas categorías. Obtener un mayor conocimiento mediante la cuantificación de las verdaderas demandas (físicas y fisiológicas) de la competición permitirá determinar el estrés físico y cardiovascular de manera individualizada y, de acuerdo a él, programar y planificar de forma específica las cargas de entrenamiento.

El análisis de indicadores internos (fisiológicos) y externos (físicos) de la competición y un mayor conocimiento del tipo de esfuerzo y las exigencias que implican los juegos y ejercicios que se realizan habitualmente durante los entrenamientos, proporcionará la información necesaria para que la planificación y el diseño de tareas y ejercicios de nuestras sesiones de entrenamiento se realicen de forma objetiva, basándonos en datos empíricos y no sólo en la experiencia del preparador físico o el entrenador. Sólo de esta manera conseguiremos una transferencia y un incremento del rendimiento competitivo.

CONCLUSIONES

Los resultados logrados en el presente estudio demuestran que el patrón de actividad en el fútbol infantil femenino es de naturaleza intermitente, con una

tasa trabajo-descanso de 1:2.6 y en el que la distancia media recorrida por minuto de juego es aproximadamente de 80 m. No obstante, esta distancia varía a lo largo del partido, existiendo diferencias significativas entre el primer y segundo periodo, consecuencia de una posible fatiga. Durante el partido la carga física (distancia total recorrida y distancia a velocidad >13 km/h) resultó ser menor que la reportada para jugadores infantiles de fútbol (Barbero Álvarez et al., 2007 en prensa; Castagna et al., 2003) y jugadoras profesionales. En consecuencia, el género y las diferencias de nivel competitivo son las causas que parecen determinar el rendimiento físico realizado durante un partido de fútbol femenino. Proponemos una nueva clasificación para las categorías de desplazamiento que nos parece más acorde con el desarrollo somático de las jugadoras de estas edades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, H., Krstrup, P. & Mohr, M. (2007). Differences in movement pattern, heart rate and fatigue development in international versus national league matches of Swedish & Danish elite female soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine, Suppl. 10*, 106-110.
- Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer--with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand Suppl*, 619, 1-155.
- Bangsbo, J., Norregaard, L. & Thorso, F. (1991) Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci*, 16, 110-116.
- Barbero Álvarez, J. C., Barbero Álvarez, V. & Granda, J. (2007 en prensa). Perfil de actividad durante el juego en futbolistas infantiles. *Apunts. Educación Física y Deportes.*, 4, in press.
- Castagna, C., D'ottavio, S. & Abt, G. (2003). Activity profile of young soccer players during actual match play. *J Strength Cond Res*, 17, 775-780.
- Edgecomb, S. J. & Norton, K. I. (2006). Comparison of global positioning and computer-based tracking systems for measuring player movement distance during Australian football. *J Sci Med Sport*, 9, 25-32.
- Gómez, M. (2007). Fútbol femenino: Avances en investigación y propuestas de desarrollo. IN RFEF-UEM, F. (Ed.) *Jornadas de Tecnificación para entrenadores de fútbol*.
- Hewitt, A., Withers, R. & Lyons, K. (2007). Match analyses of Australian international women soccer players using an athlete tracking device. *Journal of Sports Science and Medicine, Suppl. 10*, 106-110.
- Kirkendall, D. T. (2007). Issues in training the female player. *Br J Sports Med*, 41 Suppl 1, i64-67.
- Krstrup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H. & Bangsbo, J. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Med Sci Sports Exerc*, 37, 1242-1248.
- Mohr, M., Krstrup, P. & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci*, 21, 519-528.

- Mohr, M., Krstrup, P. & Bangsbo, J. (2005). Fatigue in soccer: a brief review. *J Sports Sci*, 23, 593-599.
- Reilly, T. (1996). Motion analysis and physiological demands. In Reilly, T. (Ed.) *Science and Soccer*. London/New York: E. & F.N. Spon.
- Reilly, T. (1997). Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *J Sports Sci*, 15, 257-263.
- Scott, D. & Drust, B. (2007). Work-rate analysis of elite female soccer players during match-play. *Journal of Sports Science and Medicine, Suppl. 10*, 106-110.
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C. & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Med*, 35, 501-536.
- Stroyer, J., Hansen, L. & Klausen, K. (2004). Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. *Med Sci Sports Exerc*, 36, 168-174.