

Journal of Human Sport and Exercise online*J. Hum. Sport Exerc.**Official Journal of the Area of Physical Education and Sport.**Faculty of Education. University of Alicante. Spain***ISSN 1988-5202**

An International Electronic Journal

Volume 3 Number 2 July 2008**HEART RATE AND ACTIVITY PROFILE FOR YOUNG FEMALE SOCCER PLAYERS**José C. Barbero-Álvarez^{1*}, Maite Gómez López², Verónica Barbero Álvarez¹, Juan Granda¹, Carlo Castagna³

¹ Research Group "Analysis of Human Movement" University of Granada, Spain. ² Faculty of Physical Activity and Sport, European University of Madrid. ³ School of Sport and Exercise Sciences, Faculty of Medicine and Surgery, Tor Vergata University, Rome Italy.

Received 12 March 2008; received in revised form 15 May 2008; accepted 1 June 2008

ABSTRACT

The physical and physiological demands of high-level male soccer have been studied extensively, while few studies have investigated the demands placed on females during match-play, however, there is no information available about the heart rate and activity profile of young female soccer players during match play. Therefore, the aim of this study was to examine cardiovascular (heart-rates HR) and physical demands of young female soccer players during a match. Players were observed during a friendly competitive match (7-a-side) over 2 x 25-min halves. Match activities were assessed with Global Position System technology (1Hz). Result showed that young female soccer players attain 88±4.4% and 86.3±4.8% of HRmax during the first and second half respectively (P=0.3), the average heart rate was 87%. During the first and second half, they covered 2072±197 m and 1905±144 m (P<0.001) respectively. At speed faster than 13 km/hr, they covered 132.6 m and 116 m during the first and second halves respectively (P=0.4). The results show that, during competitive matches, YFPs experience a cardiovascular load similar to that reported for adolescent male soccer players and professional female soccer players. However match work-rate (total distance covered and distance at a speed of >13 km/h) resulted lower than that previously reported for age-matched male soccer players and elite female soccer players. This seems to indicate that gender and competitive level differences in match physical performance seem to occur mainly in the absolute match work-rate domain.

Key words: female soccer, match analysis, physiological stress, GPS.

Reference Data: Barbero-Álvarez, J.C., Gómez, M., Barbero, V., Granda J. y Castagna C. Heart rate and activity profile for young female soccer players. *J. Hum. Sport Exerc.* 3(2):1-11. 2008. http://www.jhse.ua.es/vol3/num2/JHSE_3_2_1.pdf.

* Corresponding author. Facultad de Educación y Humanidades. Carretera Alfonso XIII, S/N, 52005, Melilla, Spain

E-mail address: jbarbero@gpsportspain.es

© 2008 University of Alicante. Faculty of Education.

INTRODUCTION

The fundamental aim of training is to improve competitive performance, making the quantification of training of utmost importance when programming tasks and loads that allow for optimum preparation of sportspersons for competition. In order to do so, it is essential to be aware of the demands of each speciality, making it necessary to analyse the game to provide the information needed to design specific conditioning skills, meaning that this allows us to adjust physical preparation to the precise requirements of each position and each player in a particular sport (Barbero Álvarez et al., 2007).

The activity profile of adult male soccer players has been widely studied (Reilly, 1996). However, very few studies have evaluated the displacements of young soccer players (Castagna et al., 2003, Stroyer et al., 2004). Some recent studies have focused on the displacements of adult female players (Anderson et al., 2007, Krstrup et al., 2005), but to date we are unaware of any study designed to analyse the activity profile of young female soccer players.

Several studies have highlighted the differences between female and male soccer. (Kirkendall, 2007) states that these differences are a result of unequal technique, tactics and physical condition. The technical limitations are largely associated with one-touch soccer, dribbling and large ball displacements and have led to tactical adaptations both in attack and defence. (Gómez, 2007), confirms that technical shortcomings, occasionally caused by the late incorporation of women to soccer, as well as less time spent training, condition technical-tactical factors in the development of the game.

In the same way, the biological limitations inherent to women influence the rhythm of the game and the work rate achieved. However, the literature available dealing with female soccer suggest that, in relative terms, physiological demands (%HR max y %VO₂ max) during play are similar to those obtained for male soccer (Stolen et al., 2005). The main difference lies in that referring to physical demands, and in particular to activities carried out at high intensity (speed >15 Km/hr) (Krustrup et al., 2005), although this data only refers to elite female players (Stolen et al., 2005).

On the other hand, acquiring an understanding of real play at these levels would allow us to design much more appropriate and specific conditioning and technical-tactical training sessions and even establish our own methodology. In addition, an understanding of the demands of this sport in its early stages would allow us to create training programmes that are much more in line with the somatic and maturative characteristics of girls in these age groups, and even improve the sport's talent detection and selection criteria (Barbero Álvarez et al., 2007).

In this sense, the recent appearance of new technologies based on satellite positioning systems (GPS) means that they can now be used to carry out very precise time-motion analyses, as they make it possible to monitor, evaluate and control sporting performance, both during training and competitive matches.

Until recently, these systems were designed for use in adventure sports or resistance specialities (cycling, orienteering, skiing, etc.). The development of new recording instruments, specifically designed for team sports such as soccer, hockey and rugby,

could provide us with the necessary tools, to both obtain a greater understanding of the activity profile of these intermittent, high-density activities and to quantify training activities. Devices of this type have now been validated (Edgecomb and Norton, 2006), meaning that the use of this technology to analyse young female soccer players could clarify the scarce information dealing with this level and, as a result, help to optimise the specific physical training of younger players trying to achieve high performance.

This study was therefore designed to assess cardiovascular demand and quantify displacements in order to analyse the physical demands on young female soccer players, using GPS devices to obtain information to help us determine the activity profile and cardiovascular stress during play at these ages.

MATERIALS AND METHODS

Twelve young female players (12.1 ± 0.9 years of age; 48.4 ± 9.2 Kg; 155 ± 6 cm) belonging to a young female soccer team took part in this research study. Those taking part had at least 3 years previous experience, trained 2 times a week (although not regularly) and played at least one competitive match a week.

Both those in charge of the club and the team, as well as the players, gave their written consent stating that they were participating voluntarily in this research study.

The players were analysed during a friendly 7-a-side match played on a 30 m x 50 m pitch and lasting for 2 x 25-minute halves.

In order to assess the activity profile, we identified various categories of displacement based on those proposed by Castagna et al. (2003) for players of these ages: 0-0.4 km/h (stopped), 0.5-3 (walking), 3.1-8 km/hr (low intensity running or trotting), 8.1-13 km/hr (medium intensity running), 13.1-18 km/hr (high intensity running), >18.1 km/hr (maximum intensity running/sprint).

Variables studied:

For each player, we analysed average and maximum heart rates as the physiological parameters and indicators of cardiovascular stress, while the kinematic variables examined were the total distance covered, average and maximum speeds and distance for each category.

Equipment.

A GPS receiver needs to receive signals from at least 3 satellites (of the 27 continuously transmitting coded signals) to locate the position. Devices of this type use this information to calculate and record information referring to position, time and speed (Larsson, 2003).

The SPI Elite (GPSports Systems, Pty. Ltd., 2003, Australia) GPS receiver combines satellite signal reception with a triaxial accelerometer and a microchip to record heart rate.

This performance tracker weighs approximately 75 g. The device operates at 1 Hz (1 log per s) allowing us to record data concerning time, position, speed, height, direction and heart rate (requires chest band). In addition, the accelerometer operates at 100 Hz,

recording all movements produced on the three axes (x, y, and z) and calculating the sum. Researchers can download the information to a PC for processing using the Team AMS software, allowing detailed and personalised analysis of the physical activity carried out. The data can also be exported to Excel for statistical processing.

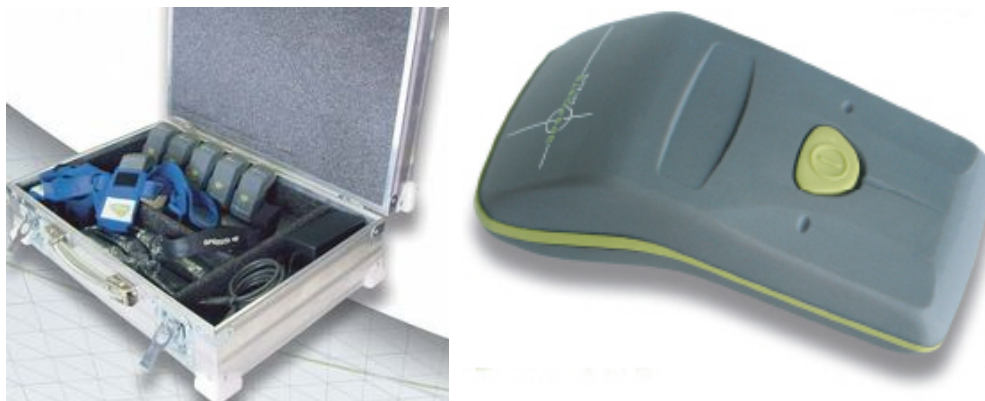


Figure 1. 5-unit SPI Elite Pack (Left) and Sporting performance tracker (GPSports Systems, Pty. Ltd., 2003, Australia) (right).

Edgecomb and Norton (2006), have shown that this system is valid for precise evaluation and analysis of the distance covered by players in the AFL (Australian Soccer League).

Procedure.

Before the start of each match and during the warm-up stage (approximately 15 minutes), all the players visited the researchers and were fitted with a small cushioned backpack (harness) containing the GPS SPI Elite unit below the nape of the neck. The harness was adjusted so that it did not move and did not irritate the players during play. At the end of each match the data was downloaded to a laptop to process the variables being studied.

Statistical analysis.

The data is presented as mean, standard deviation from the mean and range. The mean values for the total distance at different speeds and the HR between the first and second halves were compared using T Student, taking $p < .05$ as signification values.

RESULTS

Distance and speed

The results conform that young female soccer, the same as with the male version, is an intermittent sporting speciality that alternates high intensity activities with game scenarios that allow players to recover while still, walking or running at very low speed. The graph in Figure 2 shows an example of a player's speed during a match.

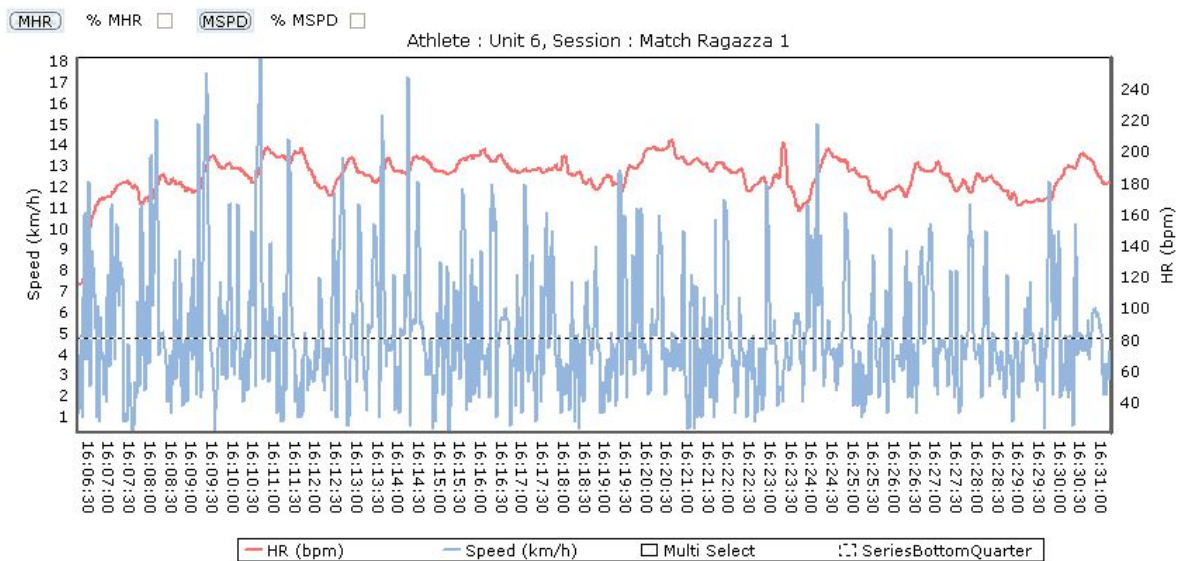


Figure 2. Example of the evolution of speed (km/hr) and heart rate of a female player during the first half of the match.

The average distance covered during the 50 minutes of the match was 3977.8 ± 324.7 m (3260–4382 m), equivalent to an average speed of 4.8 ± 0.4 km/hr (3.8–5 km/hr), meaning that players covered 79.3 ± 7.5 m (63.3–91.7 m) for each minute of the match. The coefficient of variability for the total distance covered was 12.3%.

In addition, the average maximum speed reached during play was 19.5 km/hr, meaning that average speed during play corresponded to 23.4% of the average peak speed achieved.

Activity profile.

The activity profile based on the distance covered by each of the categories established is shown on the following graph (Figure 3). The Figure shows that the players are trotting for most of the time - 2195.1 ± 260.2 m (1660–2571m), equivalent to 55.2% of the total distance.

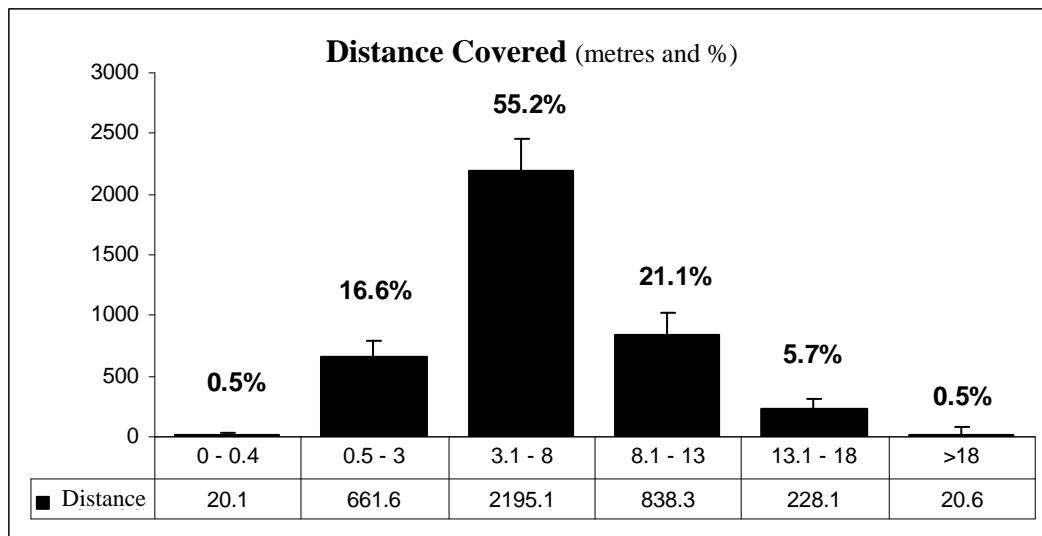


Figure 3. Distance covered and percentage of the total carried out at different intensities during play.

The distance covered at high intensity was 248.7 ± 97.9 m (94-413 m), equivalent to 6.3% of the total covered, of which 5.7% was fast running, making up 228.1 ± 83.8 m (94-364 m), while sprinting and speeds above 18 km/hr only accounted for 0.5% of the distance, equivalent to 20.6 ± 22.7 m (0-72 m), a category in which we observed extraordinary variability (91%).

If we look at categories 1, 2 and 3, with lesser intensity, as “recovery” periods, while categories 4, 5 and 6 could be called “work” or “activity” periods, the results show that the work/rest or work-rest ratio was 1:2.6.

Heart rate:

Average heart rate during the match was 176 ± 11 bpm (158-193 bpm). These values are equivalent to $87.1 \pm 4.6\%$ (78-93.7%) of the maximum obtained during the field test (multistage fitness test) and whose value was 202 bpm. In addition, peak heart frequency achieved during the match was 206 ± 6 (186-215 bpm), values that amount to 102% of the maximum obtained in the stress test.

The players remained at more than 90% above their maximum heart rate for 20:02 (min:sec), this being 40% of the match.

First half versus Second half.

During the first and second halves, the total distance covered was 2072 ± 197 m and 1905 ± 144 m ($P < 0.001$) respectively. In the same way, at speeds above 13 km/hr, the players covered 132.6 m and 116 m during the first and second halves ($P = 0.4$).

Finally, heart rate fell in the second half, although this fall was not significant ($P = 0.3$). The values for both halves were 178 bpm and 174 bpm, corresponding to $88 \pm 4.4\%$ and $86.3 \pm 4.8\%$ respectively. There was also a reduction in the time they remained at more

than 90% above the maximum HR, with the values being 11:08 and 8:54 for the first and second halves.

DISCUSSION

The results of the study show that the average distance covered over the 50 minutes of the match was 3977.8 ± 324.7 m (3260–4382 m), meaning that the players covered 79.3 ± 7.5 m (63.3–91.7 m) per minute of the match. Obviously, these values are clearly lower than those reported in research projects involving adult players, both for the distance in absolute values and in relation to game time (distance/min) (Hewitt et al., 2007, Scott and Drust, 2007). Basically, these differences may be determined by age, hours of training, physical condition, competitive experience, whether the player is in the elite category or not, the number of players, game time or the size of the pitch.

In the same way, the figures identified for the distances covered at different intensities are very different to those obtained for senior female players. Australian international female players cover 49% of the distance at low intensity (<8 Km/hr) (Hewitt et al., 2007), while the result for our study was 72.7%. With regard to high intensity activity (>13km/hr), the young female players covered 6.2% of the total distance, a figure that is not comparable with other studies carried out with female soccer players, as the speed categories do not coincide. Australian international female players covered 15% of the total distance at a speed of between 12-16 km/hr, 7% of the distance at between 16-20 km/hr and 3% at over 20 km/hr (Hewitt et al., 2007).

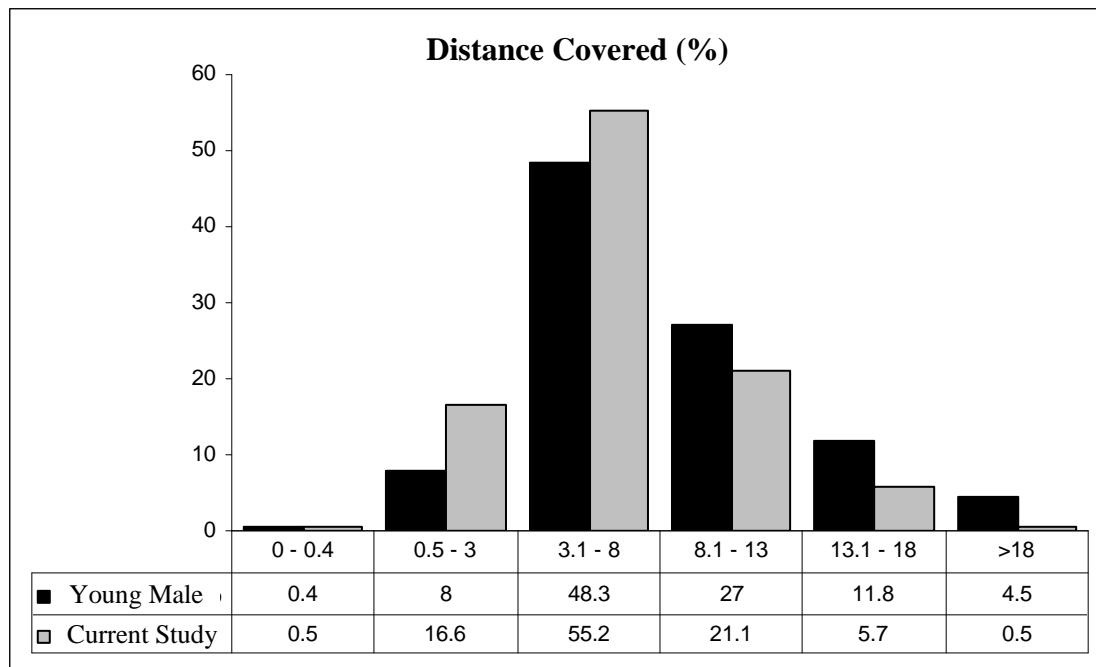


Figure 4. Comparison of the percentage of the distance covered at different intensities during play at different young male player (Barbero Álvarez et al., 2007) and young female player levels (current study), as per the categories proposed by (Castagna et al., 2003)

Results obtained in similar studies with male players of the same age (Castagna et al., 2003, Barbero Álvarez et al., 2007) show that the distance covered by young soccer players was 100 m/min, more than that covered by the female players analysed in this study. The values for the work/recovery ratio are also very different, 1:1.3 for young male soccer players and 1:2.5 for females. Significant differences were also noted as regards the distances covered at different intensities, mainly at speeds above 8 Km/h (27.3% versus 43.3%).

These results, the small number of actions at maximum intensity (>18 Km/hr) and the figure referring to the average maximum speed or peak speed reached during the match (~20 Km/h) suggest that, at these ages (and even for the other categories) with female players, we should perhaps use other limits for categories of movement, which we believe should be individualised and based on percentages of the maximum speed of each player (similar to what happens with heart rate). In our opinion, speeds of 50-60% and 75% of the peak speed achieved could be more appropriate for determining high intensity and sprint/maximum intensity respectively. That is, for female players of these ages, we believe that the following categories are more appropriate and should be recommended: 0-0.4 km/h (stopped), 0.5-3 (walking), 3.1-8 km/hr (low intensity running or trotting), 8.1-11 km/hr (medium intensity running), 11.1-15 km/hr (high intensity running), >15.1 km/hr (maximum intensity running/sprint).

Fatigue is usually defined as a reduction in performance due to the need to continue making efforts and is usually shown in soccer by deterioration in the work rate towards the end of the match. Studies of adult players comparing the distances covered and the work rest ratio between the first and second halves showed the appearance of fatigue. As occurs in both male (Mohr et al., 2003) and female soccer (Scott and Drust, 2007), we detected a significant reduction in the performance of the female players during the second half. The distance covered in the second half drops by 8%, a somewhat higher figure than the 5% found for adult male soccer players (Bangsbo et al., 1991) and the 5.5% obtained by young players (Castagna et al., 2003). Normally, the appearance of fatigue is related to this reduction in the activity carried out by players and has been linked to aerobic power, falling muscle glycogen levels and the progressive accumulation of potassium in the muscles.

In the same way, different studies have provided evidence concerning fatigue in soccer, by proving that the capacity to carry out high-intensity exercise by elite and sub-elite soccer players is reduced towards the end of matches (Mohr et al., 2003, Mohr et al., 2005, Reilly, 1997, Bangsbo, 1994). This means that it has been shown that the ability to sprint and carry out high-intensity efforts is less in the second half (Bangsbo, 1994, Bangsbo et al., 1991, Mohr et al., 2003). However, in this study, despite the fact that there was a reduction in the distance covered at high intensity (>13 km/h), said deterioration of performance was not significant.

With regard to cardiovascular demand, the relative mean heart rate of the young female players coincided with the 87% presented (Krustrup et al., 2005) by elite female players. Indeed, this result lies within the range (85-90% of maximum HR) that most writers give for both professional male (Stolen et al., 2005) and female players (Gómez and Barriopedro, 2005, Davis and Brewer, 1993).

We saw that the female players played for 40% of the time at intensities of over 90% of their maximum HR, the intensity required to improve maximum aerobic power (Helgerud et al., 2001, Hoff et al., 2002). Therefore, on the basis of the results obtained, both those referring to average HR and the time at over 90% maximum HR, a friendly 7-a-side soccer match would have the intensity required to lead to an improvement of VO₂ max similar to that obtained from games in confined areas or from interval training (Impellizzeri et al., 2006) and could be used as a valid training method for increasing the aerobic physical condition of female players of these ages.

Additionally, coinciding with the findings of other writers (Anderson et al., 2007, Gómez and Barriopedro, 2005), we noted a fall in HR during the second half. While the fall in HR in this study was 1.7%, the study by (Gómez and Barriopedro, 2005) showed that the average heart rate of female players was 2.29% higher in the first half than in the second half. This reduction in HR in the second half has also been described for female elite Nordic players (Anderson et al., 2007).

This is the first study that focuses on the analysis of young female soccer players and we believe that more research of this kind is necessary to establish the activity profile and the conditioning demands of players at these levels. Using quantification to gain a greater understanding of real competitive demands (physical and physiological) will allow us to determine physical/cardiovascular stress in an individual manner and programme and plan specific training loads on this basis.

Analysis of internal (physiological) and external (physical) indicators of competition and a greater understanding of the kind of effort and the demands involved in the games and exercises normally carried out during training sessions will provide the information needed to ensure that the tasks and exercises carried out in training sessions are planned and designed objectively, based on empirical data and not only on the experience of the coach or trainer. Only in this way can we achieve a transfer of and increase in sporting performance.

CONCLUSIONS

To sum up, the results obtained from the study show that the activity profile for young female soccer is intermittent in nature, with a work-rest ratio of 1:2.6, and with an average distance covered per minute of play of approximately 80 m. However, this distance varied throughout the match, with significant differences between the first and second halves, possibly as a result of fatigue. During the match, the cardiovascular load was similar to that of young male players (Stroyer et al., 2004) and male/female professional players (Stolen et al., 2005, Gómez and Barriopedro, 2005), remaining at over 90% of maximum HR for more than 40% of the match. However, the physical load (total distance run and distance at speeds >13 Km/hr) was less than that described for young male (Castagna et al., 2003, Barbero Álvarez et al., 2007) and professional female players. As a result, gender and differences in competitive level appear to be the causes that determine the physical effort made during a match. We propose a new classification for the categories of displacement that we feel to be more in line with the somatic development of female players of these ages.

REFERENCES

1. ANDERSON, H., KRUSTRUP, 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*, 106-110. [[Abstract](#)]
2. BANGSBO, J. (1994) The physiology of soccer--with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand Suppl*, 619, 1-155.
3. BANGSBO, J., NORREGAARD, L. & THORSO, F. (1991) Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci*, 16, 110-6.
4. BARBERO ÁLVAREZ, J. C., BARBERO ÁLVAREZ, V. & GRANDA, J. (2007) Perfil de actividad durante el juego en futbolistas infantiles. *Apunts. Educación Física y Deportes.*, 90, 33-41. [[Abstract](#)]
5. CASTAGNA, C., D'OTTAVIO, S. & ABT, G. (2003) Activity profile of young soccer players during actual match play. *J Strength Cond Res*, 17, 775-80. [[Abstract](#)]
6. DAVIS, J. A. & BREWER, J. (1993) Applied physiology of female soccer players. *Sports Med*, 16, 180-9. [[Abstract](#)]
7. 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. [[Abstract](#)]
8. GÓMEZ, M. (2007) Fútbol femenino: Avances en investigación y propuestas de desarrollo. IN RFEF-UEM, F. (Ed.) *Jornadas de Tecnificación para entrenadores de fútbol*.
9. GÓMEZ, M. & BARRIOPEDRO, M. I. (2005) Características fisiológicas de jugadoras españolas de fútbol femenino. *Kronos*, 26-32. [[Abstract](#)]
10. HELGERUD, J., ENGEN, L. C., WISLOFF, U. & HOFF, J. (2001) Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc*, 33, 1925-31. [[Abstract](#)]
11. 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*, 106-110. [[Abstract](#)]
12. HOFF, J., WISLOFF, U., ENGEN, L. C., KEMI, O. J. & HELGERUD, J. (2002) Soccer specific aerobic endurance training. *Br J Sports Med*, 36, 218-21. [[Abstract / Full Text](#)]
13. IMPELLIZZERI, F. M., MARCORÀ, S. M., CASTAGNA, C., REILLY, T., SASSI, A., IAIA, F. M. & RAMPININI, E. (2006) Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *Int J Sports Med*, 27, 483-92. [[Abstract](#)]
14. KIRKENDALL, D. T. (2007) Issues in training the female player. *Br J Sports Med*, 41 Suppl 1, i64-7. [[Abstract](#)]
15. KRUSTRUP, 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, 1242-8. [[Abstract](#)]
16. MOHR, M., KRUSTRUP, P. & BANGSBO, J. (2003) Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci*, 21, 519-28. [[Abstract](#)]
17. MOHR, M., KRUSTRUP, P. & BANGSBO, J. (2005) Fatigue in soccer: a brief review. *J Sports Sci*, 23, 593-9. [[Abstract](#)]

18. REILLY, T. (1996) Motion analysis and physiological demands. IN REILLY, T. (Ed.) *Science and Soccer*. London/New York: E. & F.N. Spon.
19. REILLY, T. (1997) Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *J Sports Sci*, 15, 257-63. [[Abstract](#)]
20. SCOTT, D. & DRUST, B. (2007) Work-rate analysis of elite female soccer players during match-play. *Journal of Sports Science and Medicine*, 106-110. [[Abstract](#)]
21. STOLEN, T., CHAMARI, K., CASTAGNA, C. & WISLOFF, U. (2005) Physiology of soccer: an update. *Sports Med*, 35, 501-36. [[Abstract](#)]
22. STROYER, J., HANSEN, L. & KLAUSEN, K. (2004) Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. *Med Sci Sports Exerc*, 36, 168-74. [[Abstract](#)]

Journal of Human Sport and Exercise online*J. Hum. Sport Exerc.**Official Journal of the Area of Physical Education and Sport.**Faculty of Education. University of Alicante. Spain***ISSN 1988-5202**

An International Electronic Journal

Volume 3 Number 2 July 2008**FRECUENCIA CARDIACA Y PATRÓN DE ACTIVIDAD EN JUGADORAS INFANTILES DE FÚTBOL.**José C. Barbero-Álvarez^{1*}, Maite Gómez López², Verónica Barbero Álvarez¹, Juan Granda¹, Carlo Castagna³

¹ Grupo de Investigación "Análisis del Movimiento Humano" Universidad de Granada, España. ² Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad Europea de Madrid. ³ School of Sport and Exercise Sciences, Faculty of Medicine and Surgery, Tor Vergata University, Rome Italy.

Recibido el 12 marzo de 2008; recibido revisado el 15 de mayo de 2008; aceptado el 1 de junio 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 ni los desplazamientos, ni la carga cardiovascular en jugadoras de categoría infantil. 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 y mediante el empleo de monitores de ritmo cardiaco establecer el estrés fisiológico durante el juego. Las jugadoras fueron monitorizadas durante un partido amistoso (7 contra 7) de dos tiempos de 25 minutos. Los resultados obtenidos fueron el $88\pm 4.4\%$ y $86.3\pm 4.8\%$ de la frecuencia cardiaca máxima para ambos periodos respectivamente ($P=0.3$), siendo la media del partido 87% de la FCmax. 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 ($P=0.4$). Los resultados demuestran que la carga cardiovascular durante un partido en jugadoras infantiles de fútbol es similar a la obtenida con jugadores de la misma edad e incluso a la de jugadoras de elite. Sin embargo, 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.

Palabras clave: Fútbol femenino, desplazamientos, carga cardiovascular, GPS.

Cita bibliográfica: Barbero-Álvarez, J.C., Gómez, M., Barbero, V., Granda J. y Castagna C. Frecuencia cardiaca y patrón de actividad en jugadoras infantiles de fútbol. *J. Hum. Sport Exerc.* 3(2):1-11. 2008. http://www.jhse.ua.es/vol3/num2/JHSE_3_2_1.pdf.

* Dirección de correspondencia. Facultad de Educación y Humanidades. Carretera Alfonso XIII, S/N, 52005, Melilla, España.

E-mail: jbarbero@gpsportspain.es

© 2008 Universidad de Alicante. Facultad de Educación.

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 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 et al., 2003, Stroyer et al., 2004). Del mismo modo, existen algunos estudios recientes que han centrado su atención en el análisis de los desplazamientos de jugadoras adultas (Anderson et al., 2007, Krustup et al., 2005), 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) (Krustup 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 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 and 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.

MATERIAL Y 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 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 cardiaca media y máxima como parámetros de tipo fisiológico e indicadores del estrés cardiovascular, mientras que

como variables cinemáticas fueron 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 (Larsson, 2003).

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 cardiaca.

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 cardiaca (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.

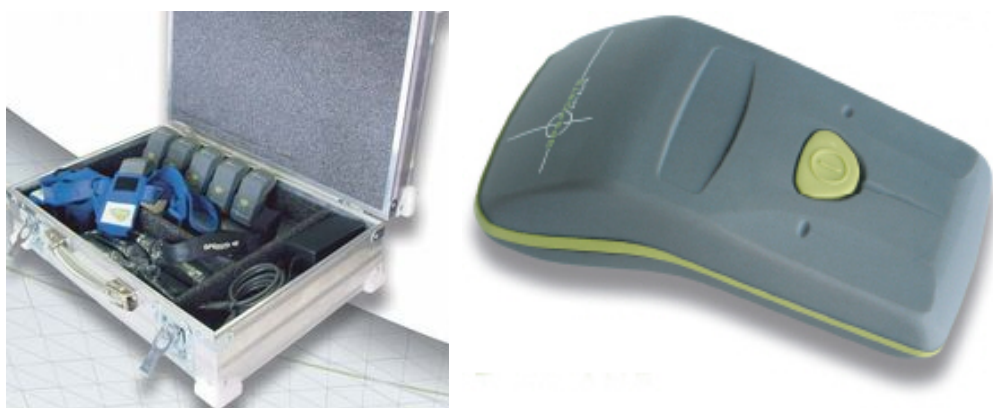


Figura 1. SPI Elite Pack de 5 unidades (Izquierda) e Indicador del rendimiento deportivo (GPSports Systems, Pty. Ltd., 2003, Australia) (derecha).

Edgecomb and 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 almohadillada (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, a diferentes velocidades y la FC 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.

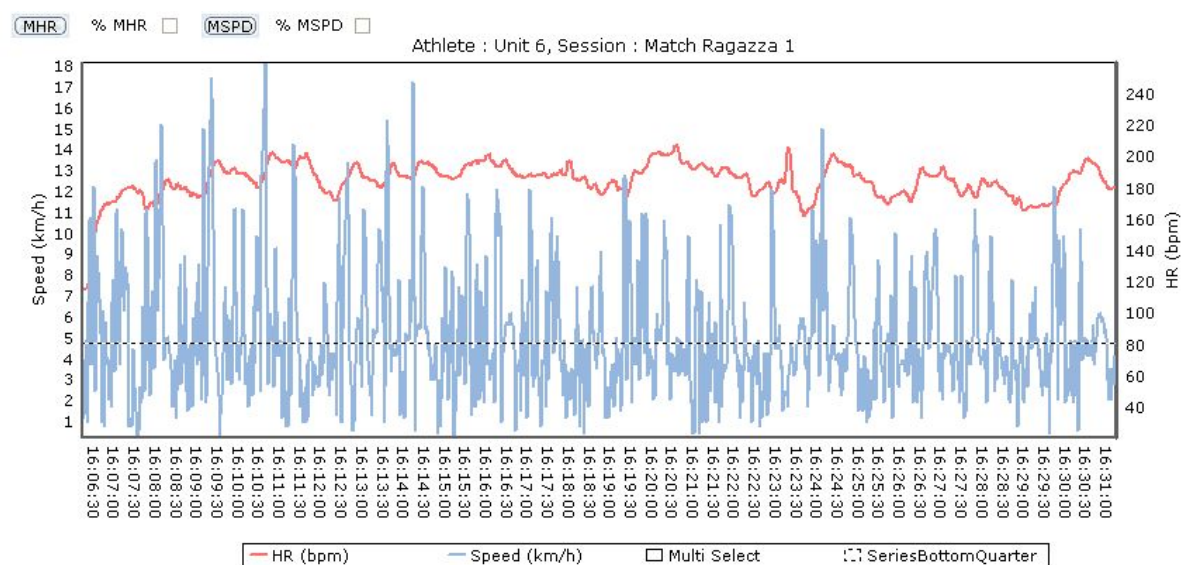


Figura 2. Ejemplo de la evolución de la velocidad (km/h) y frecuencia cardíaca de una jugadora durante el primer periodo del partido.

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 (1660-2571m), equivalente al 55.2% de la distancia total.

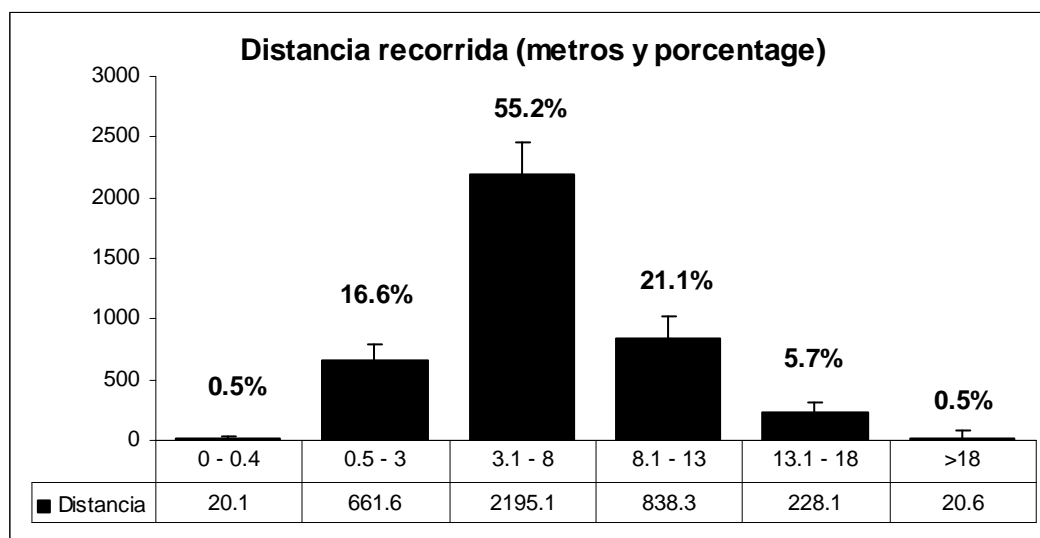


Figura 3. Distancia recorrida y porcentaje del total efectuado a diferentes intensidades durante el juego.

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.

Frecuencia cardiaca:

La frecuencia cardiaca media durante el partido fue de 176±11 lpm (158-193 lpm), estos valores equivalen al 87.1±4.6% (78-93.7%) de la máxima obtenida en test de campo (multistage fitness test) y cuyo valor fue 202 lpm. Asimismo, la frecuencia cardiaca

pico alcanzada durante el juego fue de 206 ± 6 (186-215 lpm), valores que suponen el 102% de la máxima alcanzada en la prueba de esfuerzo.

Las jugadoras permanecieron durante 20:02 (min:seg) por encima del 90% de su FC máxima, lo que representa que el 40% del partido.

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 ($P=0.4$).

Por último, en el segundo periodo hubo una disminución de la frecuencia cardiaca, aunque este descenso no fue significativo ($P=0.3$). Los valores para ambos periodos fueron 178 lpm y 174 lpm, lo que se corresponde con el $88\pm 4.4\%$ vs $86.3\pm 4.8\%$, respectivamente. Del mismo modo, se produjo un descenso en el tiempo que permanecieron por encima del 90% de la FC máxima, siendo los valores de 11:08 y 8:54, para el primer y el segundo periodo.

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 et al., 2007, Scott and Drust, 2007) Estas diferencias podrían estar determinadas por la edad, horas de entrenamiento, condición física, experiencia competitiva, pertenencia o no a la elite deportiva, el número de jugadoras, 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).

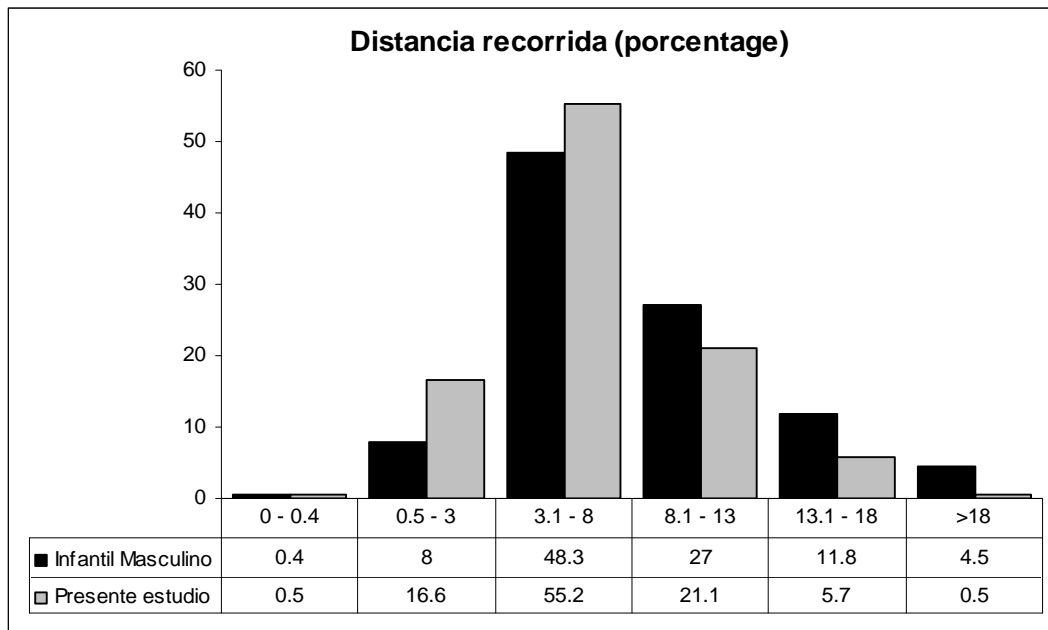


Figura 4. Comparación del porcentaje de la distancia recorrida efectuado a diferentes intensidades durante el juego para categorías infantiles masculino (Barbero Álvarez et al., 2007) y femenino (presente estudio), según las categorías propuestas por (Castagna et al., 2003)

Los resultados obtenidos en estudios similares con jugadores masculinos de la misma edad (Castagna et al., 2003, Barbero Álvarez et al., 2007) demostraron que la distancia recorrida por el futbolista infantil fue de 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%).

Estos resultados, 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 cardíaca). En nuestra opinión, velocidades del 50-60% y del 75% de la velocidad pico obtenida, podrían ser más adecuadas para determinar las categorías 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 et al., 2003) y femenino (Scott and Drust, 2007) hemos detectado una disminución significativa en el rendimiento de las jugadoras durante el segundo periodo. La distancia recorrida en el segundo tiempo desciende un 8%, valor algo superior al 5% hallado en futbolistas masculinos adultos (Bangsbo et al., 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 evidencia 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 disminuye hacia el final del partido (Mohr et al., 2003, Mohr et al., 2005, Reilly, 1997, Bangsbo, 1994). Es decir, se ha demostrado que la capacidad de realizar sprints y esfuerzos de alta intensidad fue 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.

En lo que respecta a la exigencia cardiovascular, la frecuencia cardiaca media relativa de las jugadoras infantiles coincide con el 87% que presentaron (Krustrup et al., 2005) para jugadoras de elite. De hecho, este resultado se encuentra dentro del rango (85-90% de la FC máxima) que exponen la mayoría de autores tanto para jugadores (Stolen et al., 2005), como jugadoras profesionales (Gómez and Barriopedro, 2005, Davis and Brewer, 1993).

Hemos constatado que las jugadoras permanecieron el 40% del tiempo jugado a intensidades superiores al 90% de su FC máxima, intensidad necesaria para mejorar la potencia máxima aeróbica (Helgerud et al., 2001, Hoff et al., 2002). Por ello, a partir de los resultados obtenidos, tanto referentes a la FC media, como al tiempo por encima del 90% de la FC máxima, un partido amistoso de fútbol 7 vs 7, tendría la intensidad necesaria para provocar una mejora del VO_2 max similar a que se obtiene con juegos en espacio reducido o mediante *interval training* (Impellizzeri et al., 2006) y podría ser utilizado como un método de entrenamiento válido para incrementar la condición física aeróbica de las jugadoras de estas edades.

Asimismo, coincidiendo con lo que hallaron otros autores (Anderson et al., 2007, Gómez and Barriopedro, 2005), hemos comprobado una descenso en la FC durante el segundo tiempo. Mientras que en este estudio la caída en la FC fue del 1.7%, en el estudio de (Gómez and Barriopedro, 2005), la frecuencia cardiaca media de las jugadoras fue un 2,29% más alta en el primer tiempo que en el segundo. Este descenso de la FC en el segundo tiempo con relación al primer tiempo también ha sido descrito en jugadoras nórdicas de elite (Anderson et al., 2007).

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 nos va a permitir 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 va a proporcionar la información necesaria para que la planificación y el diseño de tareas y ejercicios de nuestras sesiones de entrenamiento se realicen de forma objetiva, basado 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

En resumen, 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 cardiovascular es similar a la de jugadores infantiles (Stroyer et al., 2004) y jugadores/as profesionales (Stolen et al., 2005, Gómez and Barriopedro, 2005), permaneciendo más del 40% del partido por encima del 90% de la FC máxima. Sin embargo, la carga física (distancia total recorrida y distancia a velocidad >13 Km/h) resultó ser menor que la reportada para jugadores infantiles de fútbol (Castagna et al., 2003, Barbero Álvarez et al., 2007) 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. 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

1. ANDERSON, H., KRUSTRUP, 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*, 106-110. [Abstract]
2. BANGSBO, J. (1994) The physiology of soccer--with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand Suppl*, 619, 1-155.
3. BANGSBO, J., NORREGAARD, L. & THORSO, F. (1991) Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci*, 16, 110-6.
4. BARBERO ÁLVAREZ, J. C., BARBERO ÁLVAREZ, V. & GRANDA, J. (2007) Perfil de actividad durante el juego en futbolistas infantiles. *Apunts. Educación Física y Deportes.*, 90, 33-41. [Abstract]
5. CASTAGNA, C., D'OTTAVIO, S. & ABT, G. (2003) Activity profile of young soccer players during actual match play. *J Strength Cond Res*, 17, 775-80. [Abstract]

6. DAVIS, J. A. & BREWER, J. (1993) Applied physiology of female soccer players. *Sports Med*, 16, 180-9. [[Abstract](#)]
7. 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. [[Abstract](#)]
8. GÓMEZ, M. (2007) Fútbol femenino: Avances en investigación y propuestas de desarrollo. IN RFEF-UEM, F. (Ed.) *Jornadas de Tecnificación para entrenadores de fútbol*.
9. GÓMEZ, M. & BARRIOPEDRO, M. I. (2005) Características fisiológicas de jugadoras españolas de fútbol femenino. *Kronos*, 26-32. [[Abstract](#)]
10. HELGERUD, J., ENGEN, L. C., WISLOFF, U. & HOFF, J. (2001) Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc*, 33, 1925-31. [[Abstract](#)]
11. 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*, 106-110. [[Abstract](#)]
12. HOFF, J., WISLOFF, U., ENGEN, L. C., KEMI, O. J. & HELGERUD, J. (2002) Soccer specific aerobic endurance training. *Br J Sports Med*, 36, 218-21. [[Abstract / Full Text](#)]
13. IMPELLIZZERI, F. M., MARCORA, S. M., CASTAGNA, C., REILLY, T., SASSI, A., IAIA, F. M. & RAMPININI, E. (2006) Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *Int J Sports Med*, 27, 483-92. [[Abstract](#)]
14. KIRKENDALL, D. T. (2007) Issues in training the female player. *Br J Sports Med*, 41 Suppl 1, i64-7. [[Abstract](#)]
15. KRUSTRUP, 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, 1242-8. [[Abstract](#)]
16. MOHR, M., KRUSTRUP, P. & BANGSBO, J. (2003) Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci*, 21, 519-28. [[Abstract](#)]
17. MOHR, M., KRUSTRUP, P. & BANGSBO, J. (2005) Fatigue in soccer: a brief review. *J Sports Sci*, 23, 593-9. [[Abstract](#)]
18. REILLY, T. (1996) Motion analysis and physiological demands. IN REILLY, T. (Ed.) *Science and Soccer*. London/New York: E. & F.N. Spon.
19. REILLY, T. (1997) Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *J Sports Sci*, 15, 257-63. [[Abstract](#)]
20. SCOTT, D. & DRUST, B. (2007) Work-rate analysis of elite female soccer players during match-play. *Journal of Sports Science and Medicine*, 106-110. [[Abstract](#)]
21. STOLEN, T., CHAMARI, K., CASTAGNA, C. & WISLOFF, U. (2005) Physiology of soccer: an update. *Sports Med*, 35, 501-36. [[Abstract](#)]
22. STROYER, J., HANSEN, L. & KLAUSEN, K. (2004) Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. *Med Sci Sports Exerc*, 36, 168-74. [[Abstract](#)]