

Variabilidad de la carga fisiológica en los pequeños juegos de fútbol en función del espacio

Variability in Physiological Burden in Reduced Area Football Games Based on Space

DAVID MONTOYA PORRES

JOSÉ A. DE PAZ FERNÁNDEZ

RODRIGO FERNÁNDEZ GONZALO

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte
Universidad de León

JUAN MERCÉ CERVERA

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte
Universidad de Valencia

JOSÉ M.ª YAGÜE CABEZÓN

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte
Universidad de León

Correspondencia con autor

José M.ª Yagüe Cabezón
jmyagc@unileon.es

Resumen

En los últimos años el entrenamiento integrado en fútbol ha cobrado un gran protagonismo, por su alto grado de especificidad, en relación a otras tareas más convencionales. Por este motivo, el objeto del presente estudio es analizar la carga fisiológica de la tarea 3 vs. 3 con normas especiales, en tres espacios diferentes (15 15, 20 20 y 30 30 metros), a través de la frecuencia cardiaca, la percepción subjetiva del esfuerzo y el grado de recuperación al esfuerzo. La investigación se ha realizado con jugadores del equipo CD Universidad de León de la categoría de 1.ª División Provincial de aficionados que entrenan tres veces por semana. Los resultados obtenidos de la tarea analizada en los diversos espacios reducidos muestran que si tenemos en cuenta la frecuencia cardiaca como indicador de la carga fisiológica, el espacio 30 30 metros es el de mayor carga de trabajo (86,42 2,79%; 86,75 3,55% y 93,15 3,91% del umbral anaeróbico respectivamente en los espacios 15 15, 20 20 y 30 30 metros). Sin embargo, en relación a la Escala de Borg el espacio con una carga de trabajo superior es el correspondiente a 20 20 metros, con un valor medio de 17,83 0,75 frente a 16,83 0,75 y 17,17 0,75 de los otros dos espacios (15 15 y 30 30 metros respectivamente). Nuestros datos muestran que en juegos reducidos, si tenemos en cuenta la frecuencia cardiaca como indicador de carga fisiológica, dicha carga es significativamente más elevada en un espacio de 30 30 que en espacios más reducidos (15 15 o 20 20). Además, los resultados indican que la percepción subjetiva del esfuerzo no se relaciona con la frecuencia cardiaca en las tareas estudiadas por nosotros.

Palabras clave: fútbol, pequeños juegos, carga fisiológica, frecuencia cardiaca, percepción subjetiva del esfuerzo

Abstract

Variability in Physiological Burden in Reduced Area Football Games Based on Space

Over recent years, integrated training in football has taken a leading role in relation to other more conventional tasks due to its high degree of specificity. For this reason, the purpose of this study is to analyze the physiological burden of 3 vs. 3 games with special rules in three different spaces (15 15, 20 20 and 30 30 metres) through heart rate, perceived exertion and the degree of recovery from exertion. The research was carried out with C. D. Universidad de León players in the 1st Provincial Division for amateurs who train three times a week. The results of the analysis of the games in the reduced size spaces show that if we take heart rate as an indicator of physiological burden, the 30 30 metre area gives the highest workload (86.42 2.79%, 86.75 3.55% and 93.15 3.91% of the anaerobic threshold in the 15 15, 20 20 and 30 30 metre spaces respectively). However, on the Borg Scale the area with the highest workload is 20 20 metres, with a mean value of 17.83 0.75 versus 16.83 0.75 and 17.17 0.75 for the other two areas (15 15 and 30 30 metres respectively). Our data show that in small area games, heart rate as an indicator of physiological burden suggests it is significantly higher in a 30 30 space than in smaller spaces (15 15 or 20 20). Moreover, the findings indicate that perceived exertion is not related to heart rate in the tasks we studied.

Keywords: football, reduced area games, physiological burden, heart rate, perceived exertion

Introducción

En la actualidad, se ha desencadenado una controversia en relación con los métodos de entrenamiento en fútbol. Unos profesionales defienden el protagonismo ineludible del balón y otros, sin renegar de su utilización, ven demasiados inconvenientes, como por ejemplo el descuido de la preparación física, la falta de control de la carga de entrenamiento, la posibilidad de una baja implicación de algunos jugadores, etc. Según Brüggemann y Albrecht (1996), existen dos metodologías opuestas en el proceso de entrenamiento-enseñanza del fútbol. Una basada en la suposición de que los elementos del juego están formados por la suma y acumulación de componentes técnicos, tácticos, físicos y psíquicos aislados, lo que supone que se debe aprender primero las habilidades técnicas con estrategias analíticas en la práctica, para después pasar al juego real. La otra, más actual y con mayor aceptación en el ámbito del estudio del fútbol, que entiende que el comportamiento del juego es un elemento de aprendizaje global, que depende de la situación y en el que los factores técnicos, tácticos, físicos y psíquicos aparecen con características diferentes pero siempre juntos, lo que supone que se deben utilizar estrategias globales o integrales en la práctica, con situaciones pedagógicas en las que los aspectos técnico-tácticos y físicos estén integrados. Para nosotros, el éxito de una u otra metodología tiene que ver con el tipo de habilidad a asimilar: las tareas cerradas en las que predomina la ejecución armonizan con las estrategias analíticas y las tareas abiertas en las que predomina la percepción y la toma de decisiones, como es el caso del fútbol, sintonizan con los modelos globales de entrenamiento-enseñanza.

En nuestra opinión, y coincidiendo con algunos autores, entre los que destacamos a Mombaert (1998), Seirullo (1999), Romero (2000) y Benítez y Aisterán (2001), cuestionamos el modelo de prácticas analíticas como estrategia prioritaria en el entrenamiento del fútbol por diferentes razones: porque no se adaptan a la complejidad que supone la práctica del fútbol, porque se trabaja por separado y sin relación los diferentes componentes de rendimiento deportivo, al contrario de lo que ocurre en la competición, y porque simplifica en exceso las acciones del fútbol, limitándose a la mera realización de determinados ejercicios físicos (carreras de duración, de velocidad, ejercicios de fuerza, etc.) o ejercicios técnicos.

La estructura del fútbol como deporte de cooperación-oposición, de situación, incierto, problemá-

tico, complejo y, por tanto, no repetitivo, posibilita que sólo el juego sea la actividad que nos ofrece la posibilidad de aprender los conceptos de actuación para decidir correctamente y solucionar las diversas situaciones-problema de ataque y defensa que se suceden ininterrumpidamente en el partido. Debemos practicar con tareas de entrenamiento lo más fiables posible a las exigencias del deportista en la competición. No obstante, el inconveniente más significativo de la utilización de estos juegos, y además inquietud permanente de los entrenadores y preparadores físicos, es cuantificar la carga fisiológica soportada por los jugadores en el ejercicio de estas tareas.

La literatura científica muestra gran proliferación de estudios que cuantifican el esfuerzo del jugador de fútbol en competición, entre otros los de Bangsbo (1995), Balsom (1994), Castellano, Masach y Zubillaga (1997), pero son menos las referencias sobre investigaciones relacionadas con la carga de los entrenamientos de fútbol; en este sentido se han estudiado algunas de las diferentes variables de los ejercicios que condicionan la intensidad de los pequeños juegos de fútbol, entre las que destacan las dimensiones del terreno (Aroso, Rebelo, & Gomes-Pereira, 2004; Little & Williams, 2006; Rampinini et al., 2006); el estímulo del entrenador (Rampini et al.); el número de jugadores en cada equipo (Little & Williams; Rampini et al.) y las reglas específicas adoptadas (Balsom, 1999; Hoff, Wisloff, Engen, Kemi, & Helgerud, 2002).

Asimismo, existe bastante desconocimiento en cuanto a la reproductibilidad y la variabilidad entre los jugadores, teniendo que recurrir exclusivamente a los pocos textos que existen a día de hoy (Aroso et al., 2004; Balsom, 1999; Little & Williams, 2006; Rampini et al., 2006) en relación a las diferentes respuestas fisiológicas de estos ejercicios. Aclarar este asunto podría ser de gran utilidad para los entrenadores en su faceta de diseñadores de programas de entrenamiento con un enfoque integral del proceso de enseñanza-aprendizaje del fútbol. Si, como parece, la tendencia es ir introduciendo este tipo de tareas en el entrenamiento de los futbolistas, es relevante que seamos capaces de cuantificar con la máxima exactitud posible la intensidad que cada una de estas variables conlleva.

Hasta el momento, esta línea de investigación tiene poco recorrido, nuestro trabajo viene a completar la información que hasta el momento es conocida sobre este tipo de tareas y pretende valorar una tarea jugada de 3 contra 3 jugadores en diversos espacios reducidos

Sujetos	Valores máximos				Valores en relación al umbral anaeróbico	
	Frecuencia cardíaca máxima	Escala de Borg (RPE)	Escala del Grado de Percepción Subjetiva de Recuperación (TQR)	Umbral cardiológico anaeróbico	Escala de Borg (RPE)	Escala del Grado de Percepción Subjetiva de Recuperación (TQR)
Sujeto 1	188 ppm	20	8	173 ppm	16	9
Sujeto 2	196 ppm	20	6	164 ppm	17	10
Sujeto 3	187 ppm	19	7	166 ppm	17	10
Sujeto 4	194 ppm	20	7	161 ppm	16	10
Sujeto 5	187 ppm	19	6	169 ppm	17	11
Sujeto 6	191 ppm	19	6	165 ppm	17	10

Tabla 1
Frecuencia cardíaca máxima, umbral aeróbico y umbral anaeróbico cardiológico de los 6 sujetos del estudio mediante frecuencia cardíaca, percepción subjetiva del esfuerzo y percepción subjetiva del grado de recuperación al esfuerzo

			S1	S2	S3	S4	S5	S6	Valores medios y porcentajes relativos	
15 15 m	FC Media		144	147	146	142	140	143	143,67	2,58
	% FC Máxima		76,59	75	78,07	73,19	74,86	74,86	75,92	2,73
	FC U. Anaeróbico		173	164	166	161	169	165	166,33	4,17
	% FC U. Anaeróbico		83,23	89,63	87,95	88,19	86,66	86,66	86,42	2,79
	Escala de Borg (RPE)		16	17	17	17	18	16	16,83	0,75
	Escala del Grado de percepción subjetiva de recuperación (TQR) (Kentä y Hasmén, 1998)		19	18	18	18	19	20	18,66	0,81
20 20 m	FC Media		139	146	145	145	144	146	144,17	2,64
	% FC Máxima		73,93	74,48	77,54	74,74	77	76,43	75,68	1,86
	FC U. Anaeróbico		173	164	166	161	169	165	166,33	4,17
	% FC U. Anaeróbico		80,34	89,02	87,34	90,06	85,20	88,48	86,75	3,55
	Escala de Borg (RPE)		17	18	18	19	18	17	17,83	0,75 ^a
	Escala del Grado de percepción subjetiva de recuperación (TQR) (Kentä y Hasmén, 1998)		17	18	17	16	17	17	17	0,63 ^a
30 30 m	FC Media		154	158	152	156	152	157	154,83	2,56 ^{b c}
	% FC Máxima		81,91	80,61	81,28	80,41	82,19	80,93	81,22	0,97
	FC U. Anaeróbico		173	164	166	161	169	165	166,33	4,17
	% FC U. Anaeróbico		89,01	96,34	91,56	96,89	89,94	95,15	93,15	3,41 ^{b c}
	Escala de Borg (RPE)		17	16	18	17	17	18	17,17	0,75
	Escala del Grado de percepción subjetiva de recuperación (TQR) (Kentä y Hasmén, 1998)		15	14	15	14	16	16	15	0,89 ^{b c}

Notas: medias desviación estándar. Fc media: frecuencia cardíaca media en cada espacio; % Fc umbral: porcentaje de la frecuencia cardíaca umbral en cada espacio; RPE: esfuerzo percibido en cada espacio; TQR: índice de recuperación tras cada tarea. a: diferencia significativa entre 15 15 y 20 20; b: diferencia significativa entre 15 15 y 30 30; c: diferencia significativa entre 20 20 y 30 30. P < 0,05.

Tabla 2
Tarea de 3:3 en un espacio variable (15 15, 20 20 y 30 30 m)

Resultados

Los datos aportados por el test de Probst mediante el *software* TIVRE-FUTBOL 2.0 (Morante et al., 2002) nos proporcionan la frecuencia cardíaca máxima y el umbral cardiológico anaeróbico de los jugadores. La media de la frecuencia cardíaca máxima de los sujetos participantes en el estudio es 190,5 5,5 ppm, con un valor medio en la Escala de Percepción del Esfuerzo (RPE) de 19,5 0,5 y 6,66 0,81 en la Escala de Percepción del Grado de Recuperación (TQR). El umbral anaeróbico cardiológico se sitúa en 166,33 6,67 ppm, con un valor medio RPE de 16,66 0,34 (Muy Duro) y 10 0,63 (Muy Pobre Recuperación-Pobre Recuperación) en el TQR (tabla 1).

Una vez determinados los valores anteriores que nos permitirán trabajar con algunos porcentajes relativos, exponemos los resultados que nos proporciona la tarea de 3 vs. 3 en tres espacios de juego y en los parámetros estudiados (tabla 2).

En la frecuencia cardíaca se puede comprobar cómo en el espacio 15 15 metros los sujetos alcanzan unos valores medios de 143,67 2,58 ppm, no muy distintos en términos absolutos a los valores de 20 20 metros con 144,17 2,64 ppm; en términos relativos, los valores obtenidos respectivamente son de 86,42 2,79 % y de 86,75 3,55 % de la frecuencia cardíaca umbral. Sin embargo, el espacio 30 30 metros contempla un aumento significativo con una frecuencia cardíaca media de 154,83 2,56 ppm y un 93,15 3,41 % de la frecuencia cardíaca umbral.

Respecto a la estimación subjetiva del esfuerzo que perciben los jugadores participantes a través de la escala de Borg, se obtienen valores medios de 16,83 0,75 (Duro), 17,83 0,75 (Muy Duro) y 17,17 0,75 (Muy Duro) en los espacios 15 15, 20 20 y 30 30 respectivamente.

Por último, referente a la percepción del grado de recuperación al esfuerzo a través de la escala de Kentä y Hasmén, (1998) obtenemos valores medios de 18,66 0,81 (Muy buena recuperación), 17 0,63 (Muy Buena recuperación) y 15 0,89 (Buena recuperación) en los espacios 15 15, 20 20 y 30 30, respectivamente.

Discusión

En los últimos años se ha generalizado el empleo de tareas jugadas en el entrenamiento del fútbol profesional, fundamentalmente porque armonizan con el princi-

pio de la especificidad del entrenamiento, y por tanto actúan sobre los diferentes factores del rendimiento del futbolista. En este estudio, se observa y analiza el efecto que tiene sobre la intensidad del esfuerzo la utilización de diversos espacios en una situación de 3 vs. 3 jugadores con una serie de normas especiales.

Nuestro estudio se enmarca en la controversia existente acerca de la correcta aplicación metabólica de estos pequeños juegos de entrenamiento de fútbol. Algunos autores las emplean para el desarrollo de la capacidad o potencia aeróbica (Little & Williams, 2007; Rampini et al., 2006), sin embargo hay otros que las sitúan para la mejora del metabolismo anaeróbico láctico (Aroso et al., 2004; Little & Williams, 2006).

Esta controversia puede estar favorecida por la consideración de la frecuencia cardíaca como un indicador válido, objetivo y fiable de la carga fisiológica (Esposito et al., 2004). Otros estudios posteriores, Little y Williams (2007) muestran dudas al aplicar esta idea a los pequeños juegos, puesto que subestima el esfuerzo realizado a intensidades elevadas. Esta limitación ha sido corroborada por Achten y Jeukendrup (2003), al indicar la dificultad de la frecuencia cardíaca para reflejar cambios inmediatos en los pequeños juegos de máxima intensidad y de poca duración. Para que la frecuencia cardíaca fuera un indicador objetivo, fiable y válido de la carga fisiológica en los pequeños juegos, deberían existir períodos de intensidad estable durante los ejercicios, lo que es obvio que no ocurre en estas actividades.

Las investigaciones que señalan a estas tareas como idóneas para el desarrollo de la potencia aeróbica se debe a que obtienen valores más elevados de frecuencia cardíaca de los obtenidos por nosotros (Aroso et al., 2004; Balsom, 1999; Hoff et al., 2002; Little & Williams, 2007). En nuestro estudio, se observa cómo a medida que aumenta el espacio también lo hace la frecuencia cardíaca media y el porcentaje de la frecuencia cardíaca del umbral anaeróbico, obteniéndose diferencias significativas entre el espacio 30 30 metros (154,83 2,56 ppm y 93,15 3,41 %) y los otros dos espacios empleados (143,67 2,58 ppm-86,42 2,79 % y 144,17 2,64 ppm-86,75 3,55 %), sin embargo no se aprecian diferencias significativas entre estos (15 15 y 20 20 metros).

En relación a la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE), observamos cómo en los tres espacios, de menor a mayor, los valores se mantienen muy elevados (16,83 0,75 -Duro-, 17,83 0,75 -Muy Duro- y 17,17 0,75 -Muy Duro-), lo que viene a corroborar la idea de Drust, Reilly y Cable (2000), que mostraron

cómo los valores de percepción subjetiva del esfuerzo aumentan en los esfuerzos realizados de forma intermitente. Los valores de RPE de nuestro estudio son muy elevados cuando los comparamos, por ejemplo, con los obtenidos por Little y Williams (2007). El valor medio ofrecido por los jugadores en el espacio de 20 20 metros, 17,83 0,75 (Muy Duro), es significativamente superior respecto al espacio 15 15 metros y no respecto al 30 30 metros. Estos datos no se ven reflejados en la frecuencia cardiaca media ni en el porcentaje de la frecuencia cardiaca del umbral anaeróbico, ya que encontramos valores similares en los espacio 15 15 y 20 20 metros, y significativamente inferiores al espacio de 30 30 metros, lo que parece indicar que existe una mayor implicación del metabolismo anaeróbico láctico en este espacio (20 20), efecto subestimado en la frecuencia cardiaca, pero sí apreciado con la percepción subjetiva del esfuerzo. Por tanto, la relación establecida por Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi y Marcora (2004) entre la frecuencia cardiaca y la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE), no se cumple en nuestro estudio, lo que puede venir propiciado por la idea ya apuntada de la subestimación de la frecuencia cardiaca en este tipo de tareas.

Por último, los valores de percepción subjetiva de la recuperación (TQR) muestran diferencias significativas entre el espacio 30 30 metros con 15 0,89 (Buena recuperación) y los espacios 15 15 con 18,66 0,81 (Muy buena recuperación) y 20 20 metros con 17 0,63 (Buena recuperación). Si comparamos estos datos con los de frecuencia cardiaca, apreciamos cierta sintonía, ya que parece coherente que la tarea más intensa (30 30 m) necesite una recuperación mayor. También encontramos diferencias significativas entre los espacios 15 15 y 20 20 metros en el TQR, al contrario de lo que pasaba con el indicador de la frecuencia cardiaca.

Conclusiones

Los datos que hemos observado y estudiado en nuestro estudio nos llevan a proponer una serie de consideraciones a modo de conclusiones, que se concretan en los siguientes puntos:

- Nuestros datos muestran que en los juegos reducidos hay una relación directa entre el aumento del espacio de juego y la frecuencia cardiaca, si tomamos como indicador de la carga la frecuen-

cia cardiaca media y el porcentaje de la frecuencia cardiaca umbral anaeróbica el espacio 30 30 es el de mayor intensidad, con diferencias significativas respecto a los de 15 15 y 20 20 metros, y no encontrándose entre estos.

- La aplicación de la Escala de Borg en nuestro trabajo para la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) concluye que la carga de trabajo superior se corresponde con el espacio 20 20 metros, con un valor medio de 17,83 0,75 (Muy Duro), significativamente superior respecto al espacio 15 15 metros con un valor de 16,83 0,75 (Duro) y no respecto al de 30 30 metros con 17,17 0,75 (Muy Duro). Por tanto, los resultados indican que la percepción subjetiva del esfuerzo no se relaciona con la frecuencia cardiaca para la determinación de la carga fisiológica en las tareas estudiadas por nosotros.
- Los valores de percepción subjetiva de la recuperación (TQR) muestran una relación inversa entre el tamaño del espacio y el grado de recuperación percibida, ya que a medida que aumenta el espacio disminuye el índice de recuperación percibida.

El atrayente objeto de esta investigación necesita ser compensado con otros estudios más profundos que nos aporten soluciones que rectifiquen o ratifiquen estas conclusiones.

Referencias

- Achten, J. & Jeukendrup, A. E. (2003). Heart rate monitoring: Applications and limitations. *Sports Medicine*, 33(7), 517-538.
- Aroso, J., Rebelo A. N., & Gomes-Pereira, J. (2004). Physiological impact of selected game-related exercises. Part III: physiology and kinanthropometry (soccer). *Journal of Sports Sciences*, 22(6), 522
- Balsom, P. (1994). Evaluation of physical performance. En B. Ekblom (Ed.), *Football (Soccer)* (pp. 102-123). London: Blackwell Scientific Pub.
- Bangsbo, J. (1993). *Physiology of Soccer*. Copenhagen, Denmark: August Krogh Institute-Copenhagen University.
- Benítez, R. & Aisterán, F. (2001). *Fútbol: método integral de entrenamiento*. N.º 2. (desarrollo de la resistencia). [Vídeo]. Madrid: Gymnos.
- Bruggemann, D. & Albrecht, D. (1996). *Entrenamiento moderno del fútbol*. Barcelona: Hispano Europea.
- Borg, G., Hassmen, P., & Lagerstrom, M. (1987). Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 56(6), 679-685.
- Castellano, J., Masach, J., & Zubillaga, A. (1997). Reflexiones sobre la preparación física del futbolista: objetivos y métodos. Recuperado de <http://www.efdeportes.com/efd34/prefut.htm>
- Drust, B., Reilly, T., & Cable, N. T. (2000). Physiological responses to laboratory-based soccer-specific intermittent and continuous exercise. *Journal of Sports Sciences*, 18(11), 885-892.

- Esposito, F., Impellizzeri, F. M., Margonato, V., Vanni, R., Pizzini, G., & Veicsteinas, A. (2004). Validity of heart rate as an indicator of aerobic demand during soccer activities in amateur soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 93(1-2), 167-172.
- Hoff, J., Wisloff, U., Engen, L. C., Kemi, O. J., & Helgerud, J. (2002). Soccer specific endurance training. *British Journal of Sports Medicine*, 36(3), 218-221.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(6), 1042-1047.
- Kenttä, G. & Hassmén, P. (1998). Overtraining and recovery. A conceptual model. *Sports Medicine*, 26(1), 1-16.
- Little, T. & Williams, A. G. (2006). Suitability of soccer training drills for endurance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 316-319.
- Little, T. & Williams, A. G. (2007). Measures of Exercise Intensity During Soccer Training Drills With Professional Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 367-371.

- Mombaert, E. (1988). *Fútbol: entrenamiento y rendimiento colectivo*. Barcelona: Hispano Europea.
- Morante, J. C., García-López, J., Rodríguez, J. A., & Villa, J. G. (2002). Creación y aplicación del software TVREF v1.0 para la valoración de la resistencia aeróbica del futbolista mediante el test de Probst. Recuperado de <http://www.rendimientodeportivo.com/N001/Artic004.htm>
- Probst, H. (1989). Test par intervalles pour footballeurs. *Revue Macolin*, 5, 7-9
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Abt, G., Chamari, K., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2006). Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 659-666
- Romero, C. (2000). Hacia una concepción más integral del entrenamiento en el fútbol. Recuperado de: <http://www.efdeportes.com/efd19a/futbol1.htm>
- Seiru-lo, F. (1999). Criterios modernos de entrenamiento del Fútbol. *Training Fútbol* (45), 8-18.