

Análisis de la frecuencia cardíaca durante la competición en jugadores profesionales de fútbol sala

■ JOSÉ CARLOS BARBERO ÁLVAREZ

Doctor en Educación Física.
Profesor del Departamento de Educación Física y Deportiva.
Universidad de Granada

■ JUAN GRANDA VERA

Doctor en Educación Física.
Profesor del Departamento de Didáctica de la Expresión Corporal.
Universidad de Granada

■ VÍCTOR MANUEL SOTO HERMOSO

Doctor en Educación Física.
Profesor del Departamento de Educación Física y Deportiva.
Universidad de Granada

■ Palabras clave

Fútbol sala, Frecuencia cardíaca, Análisis, Competición

■ Abstract

In order to assesment and to analyze the evolution of the heart rate during the competition in professional soccer indoor players belonging to the equipment of Silver Division, they were registered, by using monitors of heart rate, five matches at different moments of the season, corresponding to the beginning, half and at the end of the same one.

In absolute values, the FC max mediate obtained is 192.1 lpm \pm 0.8, the FC average is 172.9 lpm \pm 4.0, whereas the minimum FC average is 118.8 lpm \pm 11.1. In relative values, derived from relate the medium heart rate to the value of individual maximum heart rate, we appreciated that the cardiac frequency average supposes the 89.5% of the maximal heart rate.

The heart rate usually does not locate below 150 beats, remaining the 25.7% of the time between 150 and 170 lpm and reaching values over to 170 beats the 67.4% of the time of participation. These data behave that the 1.8% of the time are below 65% of their FC max., the 18.0% between 65% and 85% and the 80.7% of the time over 85% of its FC max. What it seems to demonstrate a powerful contribution of the anaerobic metabolism in the demands asked for by the competition to the players of this sport.

■ Key words

Futsal, Heart rate, Competition, Analysis

Resumen

Con el propósito de controlar y analizar la evolución de la frecuencia cardíaca durante la competición en jugadores profesionales de fútbol sala pertenecientes al equipo de División de Plata de la ciudad de Melilla, se registraron, mediante monitores de ritmo cardíaco, cinco partidos en diferentes momentos de la temporada, correspondientes al inicio, a la mitad y al final de la misma. En valores absolutos, la FC máxima media obtenida es 192,1 lpm \pm 0,8, la FC media es 172,9 lpm \pm 4,0, mientras que la FC mínima promedio es 118,8 lpm \pm 11,1. En valores relativos, derivados de relacionar la frecuencia cardíaca media con el valor de frecuencia cardíaca máxima individual, apreciamos que la frecuencia cardíaca media supone el 89,5 % de la FC máxima. La frecuencia cardíaca no suele situarse por debajo de 150 latidos, permaneciendo el 25,7 % del tiempo entre 150 y 170 lpm y alcanzando valores superiores a 170 latidos el 67,4 % del tiempo de participación. Estos datos demuestran que el 1,8 % del tiempo se encuentran por debajo del 65 % de su FC máxima, el 18,0 % entre el 65 % y el 85 % y el 80,7 % del tiempo por encima del 85 % de su FC máxima. Lo que parece demostrar una poderosa contribución del metabolismo anaeróbico en las exigencias solicitadas por la competición a los jugadores de esta especialidad.

Introducción

La competición no es sólo el objetivo fundamental del entrenamiento, sino que se considera la forma de control más completa y objetiva, ya que en ella se encuentran, de forma inherente, todas las variables del rendimiento.

Hoy en día, no existen dudas acerca de la necesidad de analizar las demandas de la actividad competitiva. La elaboración de un modelo de entrenamiento específico en los deportes de equipo, requiere el análisis de las exigencias físicas, fisiológicas y energéticas impuestas por la competición. Partiendo de su conocimiento, se pueden establecer programas adecuados dirigidos hacia las cualidades condicionales específicas, proponiendo un proceso de entrenamiento riguroso, científico y adaptado a las necesidades propias del deporte. Si desconocemos estos parámetros, nuestra preparación física carecerá de rigor, obteniendo resultados más relacionados con el azar que con una planificación seria y científica aplicada al deporte (Barbero, 1998, 2002).

Por tanto, el control del entrenamiento requiere la utilización de sistemas de registro y análisis que permitan controlar las variables interactuantes en el rendimiento (Gutierrez y cols., 1991).

Los parámetros empleados para estudios en los que se pretende un análisis de la

competición son de muy variada naturaleza, pudiéndose distinguir en líneas generales dos grandes grupos:

- Aquellos que intentan valorar la carga competitiva del jugador por su aspecto externo, denominados **indicadores externos**. Pudiendo encontrar parámetros que hacen referencia a la **carga física**, como la distancia recorrida, los tiempos de esfuerzo y pausa o la velocidad de los desplazamientos.
- Aquellos otros que valiéndose de material más sofisticado intentan valorar las exigencias de la carga competitiva por las repercusiones internas en el organismo del jugador. Algunos de estos parámetros son la evolución de la frecuencia cardíaca, el consumo de oxígeno o los niveles de ácido láctico en sangre, lo que denominamos **indicadores internos** que permiten evaluar la **carga fisiológica** de la competición y los entrenamientos.

La valoración de la carga por su aspecto interno es de gran interés, por una parte como medio de valoración y control y por otra, para especificar con cierta precisión los tipos de esfuerzo realizados.

Para analizar el trabajo efectuado por un jugador durante la competición y poder evaluar así el coste energético durante un partido, no es posible recurrir a la determinación directa del VO_2 , sino que debemos basarnos en la medición de parámetros fisiológicos mediante técnicas indirectas.

Para Sierra (1998), sin ningún género de dudas, la frecuencia cardíaca es el indicador de esfuerzo más utilizado. Debido a que la medición de este parámetro es relativamente simple, ha sido utilizado en gran variedad de tests de campo y protocolos de esfuerzo para estimar y monitorizar la intensidad del ejercicio (Eston y Williams, 1988). Según Korcek (1981), sabemos que la frecuencia cardíaca es un indicador muy válido en los deportes de equipo para medir las adaptaciones inmediatas al entrenamiento. La utilización de la frecuencia cardíaca como indicador de la intensidad, se basa en la correlación existente con el nivel de es-

fuerzo, una relación lineal hasta valores alrededor de 170 latidos por minuto.

Numerosos autores (Bangsbo, 1998; Ekblom, 1999; Willmore y Costill, 2001), indican que un aumento en la intensidad del ejercicio se refleja en un incremento proporcional de la frecuencia cardíaca y del consumo de oxígeno. Basándose en esta relación, sugieren que la frecuencia cardíaca de un jugador medida durante un entrenamiento o un partido, puede ser utilizada para advertir las variaciones de la intensidad del ejercicio y para señalar la intensidad general a la que el jugador ha trabajado.

El ritmo cardíaco es un índice útil para expresar el grado de tensión cardiovascular implicado durante la actividad física, ya que se incrementa para facilitar el transporte del oxígeno a los músculos que están trabajando en ese momento (Dips y cols., 1993), pudiendo ser un indicador perfectamente válido para la determinación del compromiso fisiológico que supone la actividad competitiva.

El fútbol sala es una especialidad deportiva de prestación mixta e intermitente en la que se combinan esfuerzos interválicos de intensidad máxima y submáxima, con pausas cortas que no permiten una recuperación completa. El análisis de la frecuencia cardíaca nos proporcionará un mayor conocimiento sobre la respuesta del sistema cardiovascular a los esfuerzos que se realizan durante la competición y nos facilitará información para la elaboración del contenido y la estructura del entrenamiento en este deporte.

Por ello, y debido a la falta de literatura específica relacionada con esta modalidad, el presente trabajo surge con el propósito de registrar y analizar la evolución de la frecuencia cardíaca durante la competición, al objeto de conocer la exigencia cardiovascular que representa la actividad competitiva y estimar la participación de los diferentes metabolismos energéticos en jugadores profesionales.

Material y método

Muestra: En la presente investigación, un total de 8 jugadores fueron analizados du-

rante 5 partidos para un total de 18 registros. Los 5 partidos estudiados corresponden a los jugadores por el Melilla FS, club que milita en la División de Plata de la LNFS y correspondientes a la temporada 98-99. Para la elección de los partidos, se determinaron diferentes momentos a lo largo de la temporada, que correspondían al inicio, mitad y final de la temporada, concretamente durante los meses segundo, cuarto, quinto y octavo de la misma. Para el registro de la frecuencia cardíaca se utilizaron 4 monitores de ritmo cardíaco Polar Vantage NV. Éstos fueron configurados para registrar la FC cada cinco segundos y se colocaron a aquellos jugadores que en un principio y previa conversación con el entrenador, tenían posibilidades de intervenir durante un mayor tiempo a lo largo del encuentro. La entrega y colocación se realizó en el vestuario mientras los jugadores procedían a equiparse.

Permanecieron con ellos durante el calentamiento para detectar si la banda torácica emisora les apretaba y comprobar el correcto funcionamiento de los mismos. No obstante, los jugadores estaban muy familiarizados con el uso de estos instrumentos puesto que entre dos y tres veces por semana eran empleados durante los entrenamientos. Una vez comprobado todo, se reunía a los jugadores para que apretaran a la vez el botón de inicio de la grabación, de esta forma todos los monitores de ritmo cardíaco estaban sincronizados y podíamos vincular la frecuencia cardíaca a cualquier momento del partido.

Se han obtenido los valores de frecuencia cardíaca basal y máxima de cada jugador que nos permiten establecer los tiempos de participación sobre diferentes porcentajes de la FC máxima. Para la obtención de la FC basal, los jugadores se comprometieron a rellenar una tabla que se les entregó, donde debían registrar las pulsaciones obtenidas mediante palpación durante una semana. Se realizaban dos tomas durante 30 segundos al despertarse, anotando el menor resultado de ambas ocasiones. Todos los jugadores realizaron una prueba en laboratorio (Test de Conconi en tapiz rodante) para obtener su FC máxima. No

obstante, en ocasiones este valor era superado por los registros obtenidos durante los partidos de competición, siendo utilizado para esta variable el valor más alto conseguido por el atleta en cualquiera de las situaciones. En la tabla 1 se detallan los valores de FC basal, FC máxima durante y FC máxima conseguida durante algunos partidos de competición para cada uno de los jugadores analizados en el primer partido, así como sus porcentajes con respecto a la FC máxima.

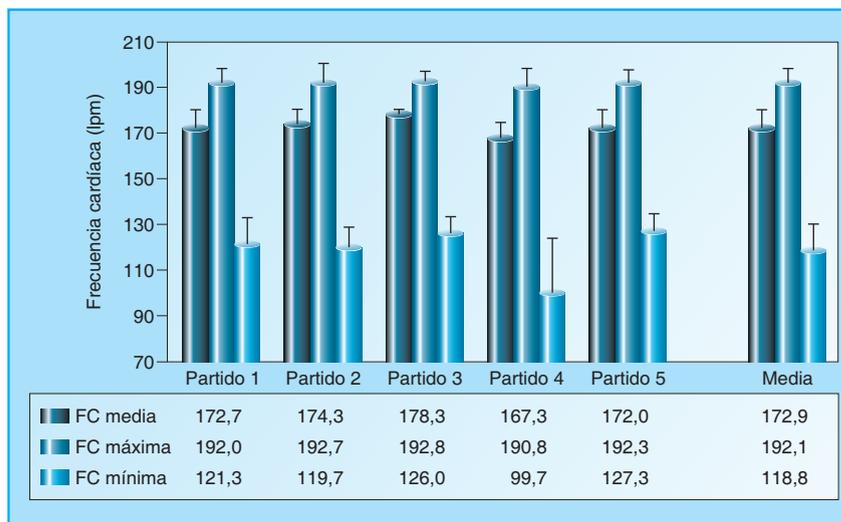
La obtención de los registros se realizó con el software de análisis del RC Polar versión 5.04.01, mediante el interface Polar Advantage y para el análisis de la variable fisiológica se exportaron los datos registrados a una hoja de cálculo que nos ha permitido el tratamiento de los mismos obteniendo los resultados que se ofrecen en el siguiente apartado.

Resultados

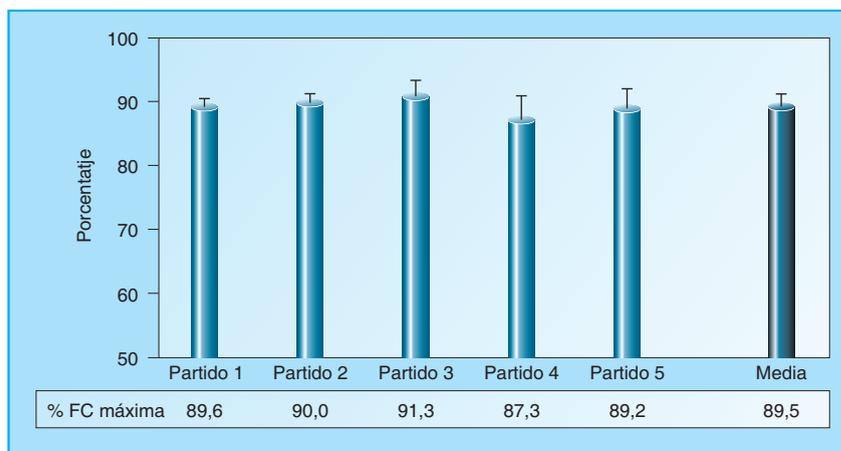
En la figura 1 se exponen las frecuencias cardíacas máximas, medias y mínimas alcanzadas por los jugadores durante el transcurso de los cinco partidos analizados: La FC máxima media obtenida es $192.1 \text{ lpm} \pm 0,8$, la FC media es $172,9 \text{ lpm} \pm 4,0$, mientras que la FC mínima promedio es $118,8 \text{ lpm} \pm 11,1$.

Obviamente se trata de valores absolutos, estos datos tienen cierta importancia y aportan información referente a la intensidad competitiva, pero la relación entre la frecuencia cardíaca media y la frecuencia cardíaca máxima de cada jugador nos proporciona un valor relativo mucho más concreto e individualizado acerca de la carga soportada por el atleta. Por ello, este porcentaje nos permite conocer con más precisión el grado de tensión cardiovascular durante la competición y estimar las exigencias que supone la actividad competitiva. Para la frecuencia cardíaca máxima hemos empleado el valor máximo obtenido, bien en test de laboratorio, bien durante un partido, ya que en ocasiones durante la competición algunos jugadores alcanzaron algunos latidos más (dos o tres) que en las pruebas de laboratorio. En el primer partido, el jugador 1 alcanzó una FC media de 164 lpm lo que equivale

■ FIGURA 1. Resultados obtenidos del registro de la frecuencia cardíaca en los cinco partidos de fútbol sala.



■ FIGURA 2. Porcentajes de la FC media con respecto a la frecuencia cardíaca máxima.



al 88,65 % de su FC máxima personal (185 lpm) y a su vez coincide con la máxima alcanzada en ese encuentro. Estos valores para los jugadores 5 y 6 son 89,95 % y 90,21 % respectivamente, lo que nos da una media de 172,7 lpm que suponen el $89,6 \pm 0,8$ % de la FC máxima máxima media (192 lpm). Si esta misma valoración la realizamos para el resto de los partidos, obtenemos valores del $90,03 \pm 1,0$ %, $91,3 \pm 1,7$ %, $87,3 \pm 3,3$ % y $89,2 \pm 2,6$ % respectivamente. Los datos obtenidos (figura 1) reflejan un elevado compromiso fisiológico que viene determinado por una frecuencia cardíaca media durante los partidos de $172,9 \pm 4,0$ lpm que re-

presenta el $89,5 \pm 1,4$ % de la FC máxima (figura 2).

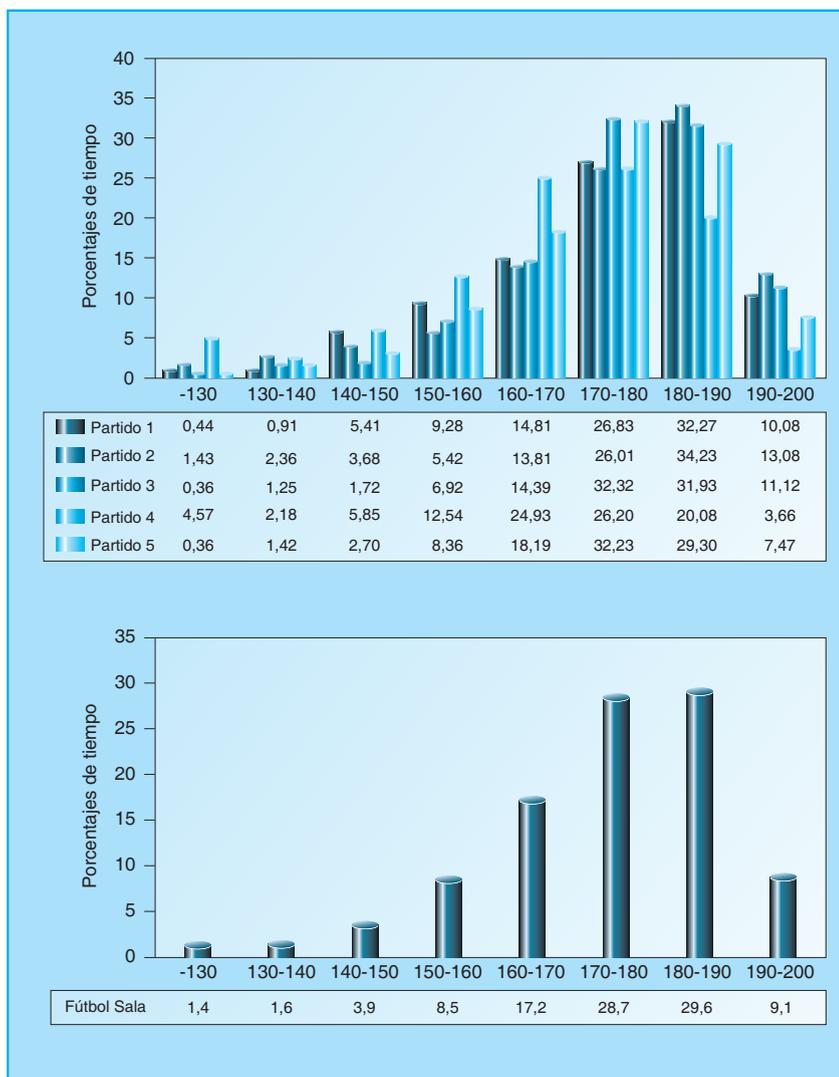
Teniendo en cuenta la relación que existe entre la frecuencia cardíaca, en porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima, y el consumo de oxígeno, en porcentaje del consumo máximo de oxígeno, se puede estimar, siguiendo a Marion y cols. (1994), que la intensidad media de un partido corresponde aproximadamente al 83-85 % del VO_2 máx.

Asimismo, podemos analizar los porcentajes de tiempo que el jugador permanece a diferentes rangos de frecuencia cardíaca, e incluso para valorar con mayor precisión las exigencias de tipo fisiológico durante la competición debemos establecer

■ **TABLA 1.**
Frecuencias cardíacas de jugadores analizados en el partido 1.

	JUGADOR A	JUGADOR B	JUGADOR C	JUGADOR PROMEDIO
Edad	29	24	28	27
FC Basal	57	56	60	57,6
FC máxima en laboratorio	185	194	193	190,7
FC máxima en competición	185	199	194	194,3
FC máxima en partido 1	185	197	194	192
FC mediana en partido 1	164,8	179	175	172,7
Porcentaje sobre FC máxima del partido	89,08	90,86	90,21	90,07
Porcentaje sobre FC máxima del jugador	89,08	89,95	90,21	89,7
65-85%	120,25-157,25	129,35-169,15	126,1-164,9	124,8-163,2
85-100%	157,25-185	169,15-199	164,9-194	163,2-192,0

■ **FIGURA 3.**
Porcentajes de tiempo a diferentes rangos de FC durante los cinco partidos (arriba) y media (abajo).



porcentajes con respecto a la FC máxima con el fin de precisar distintas zonas de actividad que nos podrían permitir una estimación sobre la contribución de los diferentes metabolismos energéticos.

Se han obtenido los valores de frecuencia cardíaca basal y máxima de cada jugador para establecer los tiempos de participación sobre los diferentes porcentajes. En la tabla (*tabla 1*) se detallan los valores de FC basal, FC máxima durante prueba en laboratorio (Test de Conconi en tapiz rodante) y FC máxima conseguida durante algunos partidos de competición para cada uno de los jugadores analizados, así como sus porcentajes.

En la *figura 3* se pueden apreciar los porcentajes de tiempo que los jugadores están a diferentes frecuencias cardíacas durante el total de los partidos, pudiendo apreciar que aproximadamente el 85 % del tiempo que participan permanecen con pulsaciones superiores a 160 por minuto.

Del mismo modo, al analizar los porcentajes de tiempo a diferentes intensidades, por debajo del 65 %, entre el 65 % y el 85 % y por encima del 85 % de la FC máxima individual, el resultado es que la media para los partidos investigados es la siguiente: El 80,07 % del tiempo que juegan están por encima del $85 \pm 0,05$ % de la frecuencia cardíaca máxima, el $18,0 \pm 0,04$ % entre el 65 % y el 85 % y el $1,3 \pm 0,02$ % del tiempo por debajo del 65 % de la FC máxima (*figura 4*).

Si observamos estos mismos valores con relación a las dos mitades del partido destacan algunos detalles, entre los que sobresalen podemos mencionar que:

La frecuencia cardíaca media y máxima promedio no sufre variaciones ostensibles entre los dos periodos (figura 5), si bien es cierto que existe una cierta heterogeneidad dependiendo de cada partido:

- La frecuencia cardíaca máxima permanece estable en los encuentros 2 y 5, disminuye en el segundo tiempo en los partidos 1 y 3, mientras que en el partido 4, se produce un incremento medio de 8.5 latidos que representan un 4,7 %.
- Algo similar ocurre con la FC media, en los partidos 1, 3 y 5 disminuye un 4,5 %, 2,5 % y 1,4 % respectivamente. Permanece estable en el segundo partido y aumenta un 5,9 % en el cuarto.
- Sobre la FC mínima cabe resaltar que se produce en el partido 4 un aumento en el segundo periodo del 22 %.
- El porcentaje de la FC media con respecto a la máxima para cada jugador disminuye en los segundos periodos en 4 de los 5 partidos analizados, manifestando un ligero descenso (1,5 %) en términos globales 89,7 % vs 88,2 % (figura 6). Exceptuando el cuarto partido, en el que la intensidad media del primer periodo es la menor observada (84,2 %) y como consecuencia se aprecia un incremento para el segundo tiempo (89,2 %), en el resto de los encuentros se observa una clara reducción en los porcentajes durante las segundas partes de los encuentros.
- Con respecto a los porcentajes de tiempo que el jugador permanece a diferentes intensidades o porcentajes de la frecuencia cardíaca máxima (figura 7), en los segundos periodos, se distingue un incremento para el tiempo a media intensidad (entre 65 y 85 %) pasando de 17,2 % a 20,6 % y se advierte una disminución (81,0 % vs 79,1 %) en el tiempo a intensidades máximas (+85 %). Al igual que en el resto de variables, estos valores aparecen suavizados ya que en el partido 4 se obtienen unos resultados completamente distintos a lo que es la normalidad en el resto de encuentros.

FIGURA 4. Porcentajes de FC por debajo del 65 %, entre el 65 % y el 85 % y por encima del 85 % durante los cinco partidos registrados y media.

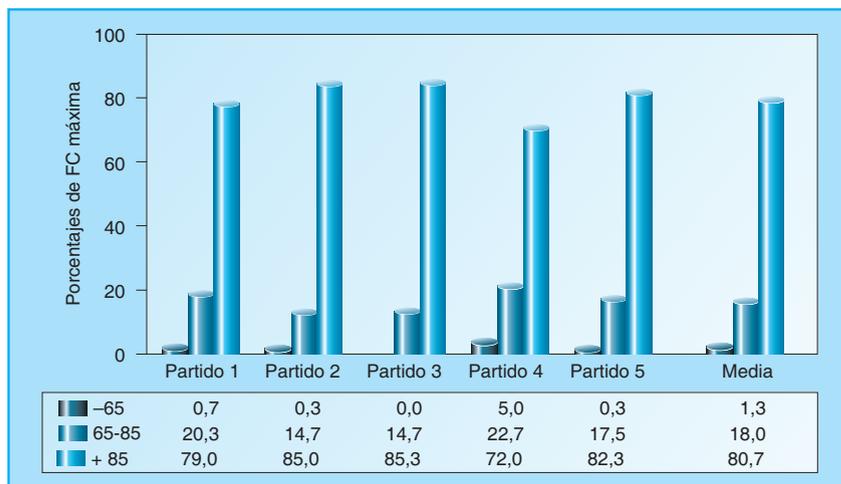
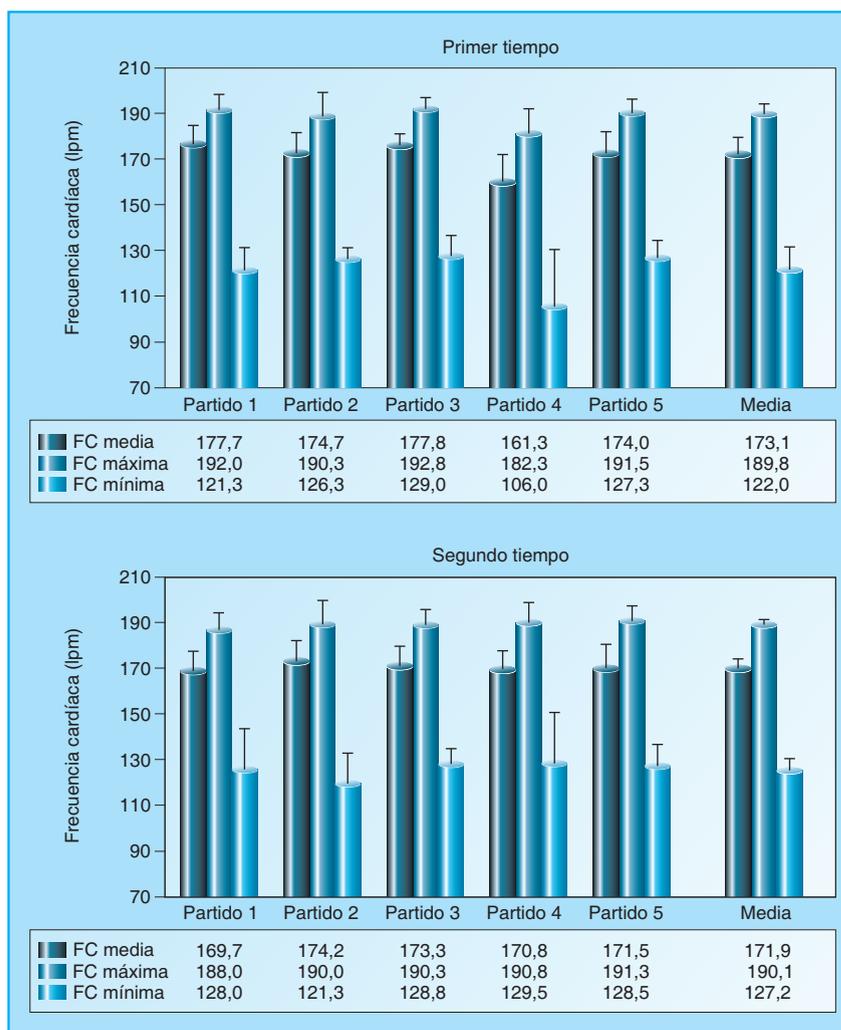
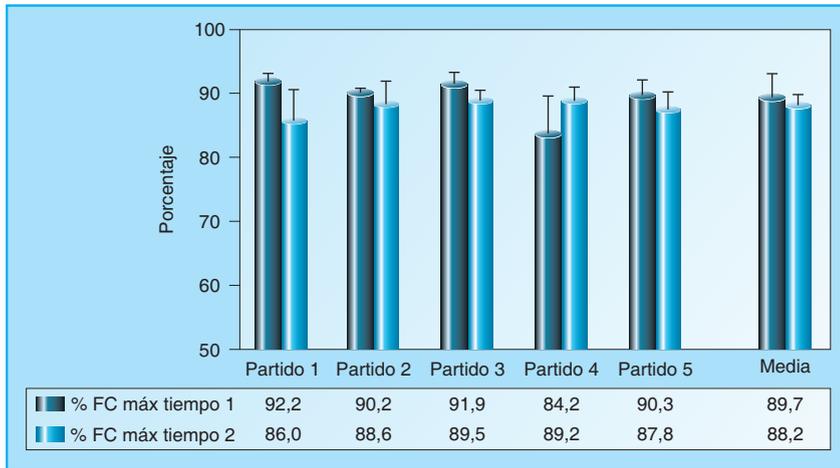


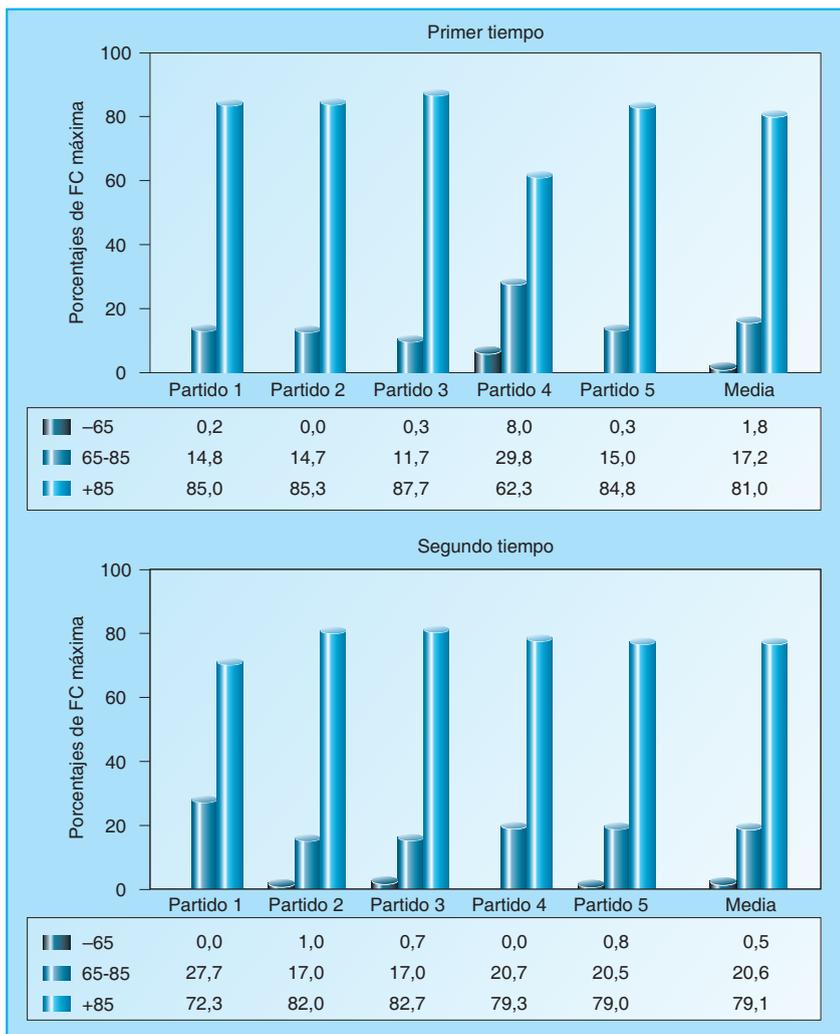
FIGURA 5. Frecuencias cardíacas medias, máximas y mínimas del jugador promedio en los dos periodos.



■ FIGURA 6. Porcentajes de FC media con respecto a la FC máxima durante la primera y segunda mitad de los partidos analizados y media.



■ FIGURA 7. Porcentajes de tiempo por debajo del 65 %, entre el 65 % y el 85 % y por encima del 85 % de la FC máxima durante el primer y segundo tiempo de los cinco partidos registrados y media.



Discusión y conclusiones

La frecuencia cardíaca (FC) es uno de los parámetros que empleamos cuando queremos cuantificar la carga de trabajo que exige la competición, ya que es uno de los indicadores del nivel de esfuerzo que más fácilmente podemos medir (Nogués, 1997). No obstante, debemos señalar que si bien es cierto que existen instrumentos de registro que permiten una medición fiable de este parámetro, su análisis durante competiciones oficiales reviste una serie de dificultades que vienen condicionadas por el reglamento. En la actualidad, esta prohibido que los jugadores lleven cualquier objeto que pueda dañar a los compañeros o adversarios, por lo que los árbitros no permiten que los jugadores lleven colocados los monitores de registro cardíaco durante los encuentros. Aunque nuestra intención inicial era que el estudio abarcará un mayor número de partidos, tan sólo conseguimos el permiso de los árbitros y del equipo contrario para la colocación de los monitores en 5 ocasiones, de un total de 15 partidos jugados en casa. Debido a la imposibilidad de realizar estudios en situaciones reales de juego y ante la falta de investigaciones de esta índole en esta especialidad deportiva, consideramos que disponer de 18 registros cardíacos, de ocho jugadores distintos, referentes a 5 partidos de competición oficial puede ser una base apropiada para obtener información relevante acerca de la actividad competitiva.

Aunque la FC, como parámetro aislado, no es suficiente para cuantificar la intensidad de una actividad física, nos puede dar indicaciones importantes sobre la misma, no obstante, sería conveniente completar este tipo de estudios con mediciones de otros parámetros, tanto externos como internos, tales como concentración de lactato, percepción subjetiva de esfuerzo (RPE), parámetros metabólicos y enzimáticos o análisis cinemático de los desplazamientos (velocidades, aceleraciones, distancias recorridas, etc.).

Coincidimos con Lacour (1982), en que la evaluación del rendimiento con la ayuda de indicadores externos complementa y perfecciona la evaluación resultante de los indicadores internos. La realización

de estudios de esta índole nos permite deducir y evaluar las exigencias físicas y requerimientos energéticos, ofreciéndonos la posibilidad de incidir en los aspectos condicionales durante los entrenamientos, en busca de una mejora del rendimiento deportivo (Barbero, 2002).

Del análisis de la frecuencia cardíaca apreciamos que se obtienen valores medios de 172,9 lpm \pm 4,0, análogos (172 lpm) a los determinados en partidos de 4 x 4 en fútbol (McLaren y cols., 1988) y algo superiores (6,48 % y 3,47 %) a los aportados para jugadores profesionales 161,7 lpm y no profesionales 166,9 lpm de fútbol sala por Álvarez Medina y cols. (2001). Estos datos son más elevados que los propuestos en baloncesto por Zaragoza (1996), con valores medios de 162 lpm, inferiores a los estimados en balonmano (Delamarche, 1987), 176 lpm \pm 13 y coinciden con los autores que proponen frecuencias cardíacas medias más altas (171 lpm) en fútbol (Korcek, 1980 y Bangsbo, 1998), aunque para este indicador normalmente los valores encontrados en este deporte son ligeramente inferiores 160-170 lpm (Reilly, 1996).

Como consecuencia, y pese al carácter intermitente de los esfuerzos en fútbol sala, frecuencias cardíacas medias tan altas, superiores a las de la mayor parte de los deportes colectivos, indican elevadas exigencias del componente cardiovascular requerido por la competición. Esta importante sollicitación y sobrecarga del sistema cardiovascular es necesaria para desarrollar un tipo de prestación intermitente de elevada intensidad y larga duración a través de un soporte metabólico mixto (Álvarez Medina y cols., 2001).

Motivado por los periodos de recuperación cortos e incompletos, que no permiten una recuperación total del sistema cardiorrespiratorio, las frecuencias cardíacas más bajas oscilan entre 120 y 150 lpm. Estos valores bajos son observados en escasas ocasiones durante cada tiempo (de 4 a 6 veces) y se relacionan casi siempre con las interrupciones de juego prolongadas (tiempos muertos, faltas con tarjeta, lanzamientos de doble pe-

nalti, etc.). Hemos computado que sólo el 6,9 % del tiempo de actividad están por debajo de 150 lpm.

Si sumamos el porcentaje de tiempo que los jugadores están entre 150 y 170 lpm obtenemos el 25,7 % y si contabilizamos el tiempo que permanecen por encima de 170 latidos alcanzamos una media del 67,4 %. Esto implicaría una elevada participación del metabolismo anaeróbico, coincidiendo con otros autores (Álvarez Medina y cols., 2001), que estiman un componente anaeróbico muy alto, estando los profesionales en un 60,52 % y los no profesionales en un 71,52 % del tiempo de juego entre los 160 y 190 latidos. Siempre que aceptemos que la frecuencia cardíaca umbral pudiera estar entre las 160 y 170 latidos.

Cuando relacionamos estos valores con la frecuencia cardíaca máxima individual obtenemos los porcentajes de tiempo a diferentes intensidades, concluyendo que el 1,3 % del tiempo de participación se encuentran por debajo del 65 % de su FC máxima, el 18,0 % permanecen entre el 65 % y el 85 % y alcanzan valores superiores al 85 % de su FC máxima el 80,7 % del tiempo que permanecen en cancha.

Al relacionar la frecuencia cardiaca media de cada jugador con su frecuencia cardíaca máxima observamos que este deporte exige una notable adaptación cardiovascular, nunca se han alcanzado valores inferiores al 85 %, siendo los valores medios para cada partido de 89,6 %, 90,0 %, 91,3 %, 87,3 % y 89,2 % lo que supone una media de 89,5 %. Este hecho nos indica que los jugadores por término medio están trabajando a intensidades cercanas al 90 % de su máximo potencial, llegando en muchas ocasiones durante un partido a registrarse sus valores máximos. Esta valoración parece ser una nueva demostración de la poderosa contribución del metabolismo anaeróbico a las exigencias solicitadas por la competición, estos porcentajes demostrarían que la intensidad media durante un partido correspondería al 83-85 % del VO₂ máx. del atleta (Marion y cols., 1994). Estos resultados coinciden con los estimados por McLaren y cols. (1988), con intensidades cercanas al 82 % del VO₂ máx y son ligeramente

superiores a los hallados por Reilly (1990) en fútbol, con valores que apuntan hacia una intensidad del 75-80 % del VO₂ máx.

Esto indicaría que durante un partido de fútbol sala existe una elevada sollicitación del metabolismo anaeróbico, si bien, cuantitativamente, los procesos aeróbicos son predominantes sobre los anaeróbicos. Se deduce que la participación del metabolismo anaeróbico es decisiva en el desarrollo de las acciones ejecutadas a máxima velocidad durante el juego y la contribución del metabolismo aeróbico será vital permitiendo al jugador recuperar con rapidez y eficacia durante los descansos cortos e incompletos que se producen.

Hemos apreciado que existen diferencias considerables en el comportamiento de la FC durante el primer y segundo periodo en los cinco partidos analizados. Exceptuando el cuarto partido en el que los jugadores durante el primer periodo tuvieron un comportamiento muy por debajo de lo habitual (84,2 %) que se vio reflejado en un elevado marcador en contra, podemos distinguir una homogeneidad en los resultados obtenidos para el resto de los partidos analizados. En general, parece existir un determinado patrón que se concreta en una disminución de las variables objeto de estudio (FC media, porcentaje con respecto a la FC máxima, porcentajes de tiempo a intensidad máxima) durante los segundos tiempos.

Debemos resaltar que contemplando los valores referentes a la muestra completa (18 registros) las diferencias entre primer y segundo periodo no son significativas, pero que al omitir los cuatro registros de los jugadores analizados en el cuarto partido, los resultados adquiridos cambian sustancialmente. De tal manera que obtenemos una disminución significativa en los segundos periodos de la FC media ($p = .008$), del porcentaje de la FC media con respecto a la máxima ($p = .004$) y del porcentaje de tiempo por encima del 85 % de la FC máxima ($p = .009$). Asimismo observamos un aumento significativo ($p = .011$) del porcentaje de tiempo a intensidades comprendidas entre el 65 % y el 85 % de la FC máxima (tabla 2).

■ TABLA 2.

Estadístico t para muestras relacionadas: porcentajes de tiempo por debajo del 65 %, entre el 65 % y el 85 % y por encima del 85 % de la FC máxima, FC media y %FC máxima durante el primer y segundo tiempo para cuatro de los partidos analizados (total 14 registros).

	ESTADÍSTICOS DE MUESTRAS RELACIONADAS			CORRELACIONES DE MUESTRAS RELACIONADAS		PRUEBAS DE MUESTRAS RELACIONADAS	
	MEDIA	N	DESVIACIÓN TÍPICA	CORRELACIÓN	SIG.	t	SIG. (BILATERAL)
-65 % (1T)	.1857	14	.37999	.808	.072	-1.749	.104
-65 % (2T)	.6429	14	.92878				
65-85 % (1T)	13.5286	14	6.35639	.066	.505	-2.947	.011
65-85 % (2T)	20.1429	14	9.56642				
+85 % (1T)	86.2143	14	6.42326	.056	.522	3.070	.009
+85 % (2T)	79.3571	14	9.66044				
FC Med (1T)	176.000	14	5.73786	.755	.002	3.135	.008
FC Med (2T)	172.193	14	6.87229				
% FC Máx (1T)	91.1221	14	1.42027	.227	.436	3.529	.004
% FC Máx (2T)	88.0921	14	3.22161				

Podemos señalar que estos datos parecen coincidir con los resultados obtenidos en estudios de otras variables como la velocidad o la distancia recorrida por minuto (Barbero, 2002), en los que se aprecia una cierta disminución del desempeño del jugador a medida que avanza el partido, resultados que pueden ser consecuencia de una fatiga acumulada y/o deshidratación, entre otras causas.

En conclusión, y como consecuencia de lo expuesto, podemos afirmar que el fútbol sala es un deporte de tipo intermitente, que requiere una gran sollicitación del sistema cardiovascular, en el que se alternan fases de elevada intensidad y variable duración, con períodos de recuperación, bien activa, bien pasiva, de duración diversa. La distribución de los registros cardíacos fluctúa según las circunstancias del juego, manteniéndose el 80,7 % del tiempo de intervención valores superiores al 85 % de su FC máxima y llegando, en ocasiones, a alcanzar, e incluso sobrepasar, la frecuencia cardíaca máxima obtenida en pruebas máximas de esfuerzo. Se trata de una especialidad deportiva de prestación mixta, en la que el metabolismo anaeróbico tiene un papel primordial como consecuencia de la gran exigencia cardiovascular, 89.5 % de la FC máxima.

Bibliografía

Álvarez, J.; Corona, P.; Giménez, L.; Serrano, E. y Manonelles, P. (2001). Perfil cardiovascular

en el fútbol-sala. Respuesta inmediata al esfuerzo. *Archivos de Medicina del Deporte*, XVIII (83), 199-204.

Bangsbo, J. (1998). *Entrenamiento de la condición física en el fútbol*. Barcelona: Paidotribo.

Barbero, J. C. (consulta:7 julio 1999). El entrenamiento de los deportes de equipo basado en estudios biomecánicos (Análisis cinemático) y fisiológico (Frecuencia cardíaca) de la competición", *Efdeportes.com Revista digital; Vol 11* (en línea) <http://www.efdeportes.com/efd11a/biomec.htm>

– (2002). Desarrollo de un sistema fotogramétrico y su sincronización con los registros de frecuencia cardíaca para el análisis de la competición en los deportes de equipo. Una aplicación práctica para el fútbol sala. Tesis doctoral, Facultad de Educación y Humanidades de Melilla. Melilla

Delamarque, P.; Gratas, A.; Beillot, J.; Dassonville, J.; Rochcongar, P. y Lessard, Y. (1987). Extent of lactic anaerobic metabolism in handballers. *International Journal of Sports Medicine* 8 (1), 55–59.

Dip, C. C.; Reilly, T.; Atkinson, G. y Coldwells, A. (1993). Analysis of the work rates and heart rates of association football referees, *British Journal of Sports Medicine*, 27 (3), 193–196.

Eklblom, B. (1999). *Manual de Ciencias del entrenamiento*, Barcelona: Paidotribo.

Eston, R. y Williams, J. G. (1998). Reliability of ratings of perceived effort regulation of exercise intensity, *British Journal of Sports Medicine*, 22 (4), 153–155.

Gutiérrez, M.; Soto, V. M. y Martínez, M. (1991). *Sistema de análisis computerizado para el movimiento humano*. Málaga: Unisport/Junta de Andalucía.

Korcek, F. (1981a). Nuevos conceptos en el entrenamiento del futbolista. *El entrenador español de fútbol*, 4, 45-52.

– (1981b). Preparación progresiva del futbolista (Parte III). *El entrenador español de fútbol*, 13, 44-48.

Maclaren, D.; K. Davids, K.; Isokawa, M.; Mellor, S. y Reilly, T. (1998). Physiological strain in 4 a side soccer. *Science and Football*. Londres: E & F N Spon, 76-80.

Marion, A.; G. Kenny, G. y Thoden, J. (1994). Heart rate response as a means of quantifying training loads: Practical considerations for coaches. *Sports*, 14, 2.

Nogués, R. (1997). Estudio de la frecuencia cardíaca de un futbolista no profesional durante la competición, *Training fútbol*, 11, 28–31.

Reilly, T. (1990). Football. En T. Reilly, N. Secher, P. Snell y C. Williams, *Physiology of sport*. Londres: E & FN Spon, 371–425.

– (1996). *Science and Soccer*. Londres: E & FN Spon.

Sierra, A. (1998). Estudio del compromiso fisiológico en una clase de Educación primaria. Una experiencia práctica de formación inicial para el maestro de educación física. En A. García, F. Ruiz y A. J. Casimiro, *Actas del II Congreso Internacional La Enseñanza de la Educación Física y el Deporte Escolar*. Almería: Instituto Andaluz del Deporte, 198–201.

Zaragoza, J. (1996). Baloncesto: Conclusiones para el entrenamiento a partir del análisis de la actividad competitiva. *Revista de Entrenamiento Deportivo* 2, 22-27.

Wilmore, J. y Costill, D. (2001). Fisiología del esfuerzo y del deporte. Barcelona: Paidotribo.