

EL COMPORTAMIENTO DE LA FRECUENCIA CARDIACA DEL FUTBOLISTA PROFESIONAL EN COMPETICIÓN. ¿ES POSIBLE EXPLICARLO A PARTIR DEL CONTEXTO DE LAS SITUACIONES DE JUEGO?

García, O.¹; Ardá, T.²; Rial A.³; Domínguez, E.⁴

¹ Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte. Universidad de Vigo.

² INEF Galicia. Universidad de A Coruña.

³ Facultad de Psicología. Universidad de Santiago de Compostela.

⁴ Preparador físico del RCD de La Coruña.

RESUMEN

El objetivo del estudio es el de profundizar en el conocimiento del comportamiento de la FC de los futbolistas profesionales en competición, identificando los criterios más relevantes que definen el contexto de la situación de juego donde el jugador profesional presenta un incremento acusado, en sus valores de frecuencia cardiaca en competición, elaborando un perfil definitorio del tipo de situación de juego asociado a una alta carga fisiológica. Para alcanzar los objetivos mencionados se ha recurrido a una metodología mixta, en la que se complementa la utilización de la metodología observacional con una metodología selectiva. Para el análisis de datos se retuvieron un total de 153 casos, correspondientes a un total de 6 jugadores profesionales pertenecientes a la primera plantilla del R.C. Celta de Vigo, equipo clasificado para disputar la Champion League en la temporada 2003/04. Los resultados parecen indicar que son tres los criterios que permiten disponer de un modelo con una alta capacidad explicativa de más del 80% de la varianza del comportamiento de la FC, medido por los incrementos acusados y las disminuciones en sus valores: centro de juego, rol, y oposición, especialmente el primero de ellos resulta clave a la hora de poder explicarlo o predecirlo.

Palabras clave: fútbol, frecuencia cardiaca, situación de juego, centro de juego.

ABSTRACT

The aim of the study is of going more deeply into the knowledge of the behaviour of the HR of the professional football players into competition, identifying the most relevant criteria that define the context of the game situation where the professional players presents a marked increase in his values of HR in competition, elaborating a distinctive profile of the type of game situation associated with a high physiological load. To reach the mentioned aims it has resorted to a mixed methodology, in which the utilization of the methodology observational in complemented with a selective methodology. For the analysis of information there were retained a whole of 153 cases, correspondents to a whole of 6 professional players belonging to the first team of the R.C. Celta de Vigo, classified to dispute the Champions League in the season 2003/04. The results seem to indicate that they are three criteria that they allow arrange of a model with a high explanatory capacity of more than 80% of the variance of the behaviour of the HR, measured by the marked increases and the decreases in the values: centre of game, role and opposition, specially the first of them turns out to be key at the moment of being able to explain or predict it.

Key words: soccer, heart rate, game situation, centre of game.

Correspondencia:

Oscar García

Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de la Universidad de Vigo.

Campus A Xunqueira s/n 36005 Pontevedra.

oscargarcia@uvigo.es

Fecha de recepción: 04/05/2007

Fecha de aceptación: 30/10/2007

INTRODUCCIÓN

Nadie duda de la importancia que tiene que ciertas habilidades específicas deban ser entrenadas bajo condiciones de estrés fisiológico lo más similar posible al de competición. Por tanto, se hace necesario determinar cual es la carga o estrés fisiológico que soporta el jugador en competición, para poder reproducirlo en situaciones de entrenamiento que los preparadores físicos y entrenadores consideren oportunas.

Dentro de este ámbito, ha sido estudiado, entre otros indicadores de carga fisiológica, el comportamiento de la frecuencia cardiaca (en adelante FC) que los jugadores profesionales o de elite, de diferentes JDC (juegos deportivos colectivos), presentan en el transcurso de la competición. El estudio de este comportamiento se ha orientado hacia distintos objetivos (García García, 2006a):

- Conocer el valor medio del comportamiento de la FC del jugador en el partido.
- Ofrecer este dato en base a un porcentaje respecto a la FC máxima de cada uno de los jugadores, con lo que permite establecer comparaciones entre los distintos jugadores.
- Ofrecer este dato en base a un porcentaje respecto a la FC de reserva del jugador, lo que permite establecer con mayor exactitud, ya que tenemos en cuenta también la FC de base, comparaciones entre distintos jugadores.
- Determinar el tiempo de la competición en la que un jugador esta a distintos porcentajes de su FC máxima y/o de reserva, por ejemplo al 60; 70; 80, 90, y 100%.
- Determinar el tiempo de la competición que el jugador se encuentra por encima o por debajo de su umbral anaeróbico, o de su umbral aeróbico, determinado con anterioridad en un test de esfuerzo máximo.
- Establecer comparaciones en base a este indicador, respecto a:
 1. Jugadores de distinto nivel competitivo.
 2. Jugadores de distinto puesto específico.
 3. Los valores obtenidos por los jugadores en el primer tiempo del partido y los obtenidos en el segundo tiempo del partido.
 4. Los valores obtenidos por los jugadores en distintos tipos de competición: copa, liga, competiciones europeas.
 5. Los valores obtenidos por los jugadores en distintos países o ligas.
 6. Los valores obtenidos por los jugadores en distintas situaciones: entrenamientos, partidos amistosos, competiciones, etc.
- Determinar los valores de FC que exigen determinadas acciones técnicas y/o situaciones de juego en el transcurso del entrenamiento y / o la competición.

La consecución de la mayoría de estos objetivos ofrecen un tipo de análisis limitado a la cuantificación del esfuerzo fisiológico, ligado de forma íntima al esfuerzo físico, de tal forma que no ofrecen información acerca de las circunstancias en que tuvo lugar ese esfuerzo, es decir, del contexto en que se desarrollo, teniendo en cuenta que el contexto vendrá definido por los factores del rendimiento en la competición que nosotros consideremos más importantes

u oportunos, y qué mayor cantidad y calidad de información puedan aportarnos.

Desde el punto de vista del profesional del entrenamiento deportivo, los factores que determinan el rendimiento tienen especial relevancia, ya que son los que van a marcar su trabajo diario a través de su aplicación práctica en el entrenamiento. No cabe duda de que conocer con precisión como evoluciona el esfuerzo físico y fisiológico en la alta competición y los factores asociados a las variaciones que en estos se producen debe centrar el interés de los investigadores, si desde un punto de vista aplicado lo que se pretende es incidir sobre estos.

En este sentido, menciono aparte merecen los estudios que han prestado especial atención a determinar la exigencia fisiológica, en cuanto a valores de la FC, que implica la ejecución de ciertas acciones técnicas tanto en el entrenamiento como en la competición. Estos estudios se han desarrollado en deportes como el Baloncesto (Colli y Faina, 1987; Dal Monte, Gallozi, Lupo, Marcos y Menchinelli, 1987; Zaragoza, 1996), el Hockey patines (Blanco, Enseñat y Balagué, 1994), el Voleibol (Moras y Zurita, 1999), el Fútbol (Ferret, Eclache, Quard, Jacques et Viret, 1980; Fornaris y cols, 1989; García y Ardá, 2005), e incluso el Judo (Dopico e Iglesias, 1997). Los resultados derivados de los estudios de los deportes de equipo parecen indicar que aspectos como la oposición directa, que se puede producir en un 1x1, en el salto para el rebote, en el remate, en el bloqueo, en la lucha por la posesión del balón o de la bola, etc., y la posesión del balón, que tiene lugar en el lanzamiento, el dribbling, etc, pueden ser las acciones de mayor exigencia en cuanto a que consiguen los valores más altos en la FC de los jugadores.

Otros estudios incluso han puesto de manifiesto la relación que puede existir entre los valores de FC y la precisión en la ejecución de una habilidad específica como en el caso del golf con distintos tipos de golpeo (Cotterill & Collins, 2004), o en el caso del Waterpolo donde a medida que se incrementaban los valores de FC de los jugadores, disminuía la precisión en el lanzamiento (Sáez, 2005).

Llegados a este punto, no se debe perder la perspectiva de que el contexto en el que se desenvuelve una situación de juego es una realidad compleja de carácter multidimensional, en la que confluyen numerosos factores que interactúan con la carga física y fisiológica que soportan los jugadores en la competición y condicionan el comportamiento de estas. Evidentemente el comportamiento de la frecuencia cardiaca del futbolista y las variaciones que éste experimenta en el transcurso de un partido no resulta ajeno a esta realidad.

En un primer término se considera que el comportamiento de la FC, del futbolista profesional en competición, parece relacionarse de forma clara con situaciones propias del juego y no con situaciones externas al juego, es decir, que se corresponde con el esfuerzo físico y fisiológico que desempeña el jugador y es independiente de factores que podrían alterar dicho comportamiento como enfrentamientos entre jugadores, entre jugadores y árbitro, etc. (García García, 2007).

En un segundo término, y siguiendo a García, Ardá, Rial y Domínguez (2006b) las curvas que manifiesta el comportamiento de la FC del futbolista profesional no siguen una pauta uniforme, ni siquiera cíclica ni aleatoria, oscilando los valores entre una amplia horquilla, pareciendo no ser normal, y presentando una clara asimetría negativa. A pesar de ello, este comportamiento se ha simplificado quizá en exceso, llegando a ser definido por su valor medio (García, Ardá, Rial y Domínguez, 2006a), lo que no tiene excesivo sentido si además se ha determinado que dos métodos de entrenamiento de carrera bien diferenciados como son el interválico y el continuo realizado a una intensidad media similar, medida por la VAM, daba lugar a unos valores de FC media similares (Tuimil, Iglesias, Dopico y Morenilla, 2005). Por lo tanto, si definimos el comportamiento de la FC del futbolista profesional en competición por el valor medio del mismo estamos perdiendo la esencia que la carga fisiológica, expresada por la FC, supone en la competición para el futbolista. Este comportamiento, según García, Ardá, Rial y Domínguez (2006b), se caracteriza por los constantes incrementos y disminuciones en los valores de FC que lo conforman, fruto de las propias características de la competición del fútbol, es decir, del tipo de esfuerzo intermitente que demanda, mediatizado por las demandas de cada una de las situaciones de juego en que se ve inmerso el futbolista. Por tanto, parece lógico prestar atención al estudio de estos incrementos y disminuciones a la hora de poder explicar su dinámica. Con este objeto, podría ser muy interesante identificar el contexto de la situación de juego que los caracteriza no obstante, este no ha sido objeto de estudio en la literatura especializada.

Parece relevante, por tanto, analizar las circunstancias o variables, como el hecho de que el equipo al que pertenecen estos jugadores esté o no en posesión del balón, el hecho de que el jugador esté o no en el centro de juego, o el propio resultado, que podrían ejercer una influencia, a priori, importante sobre el comportamiento de la FC del deportista, y en consecuencia en su rendimiento, tal y como se apuntó también previamente desde el trabajo de García y Ardá (2005).

El estudio preciso y exhaustivo del comportamiento de la frecuencia cardiaca del jugador a lo largo de la competición y su vinculación con las diferentes factores o elementos que definen el contexto de cada situación de juego, son una primera fuente de información que nos ayudará a captar y comprender de una manera más realista e integradora, las complejas interacciones que se dan entre los diferentes factores del rendimiento en la competición deportiva de alto nivel.

Para finalizar este apartado, señalamos los objetivos del estudio:

- Profundizar en el estudio del comportamiento de la FC de los futbolistas profesionales en competición, tratando dicha cuestión en un formato más global que el habitualmente utilizado en la literatura.
- Identificar los criterios más relevantes que definen el contexto de la situación de juego donde el jugador profesional presenta un incremento acusado o severo, en sus valores de frecuencia cardiaca en la

competición, elaborando un perfil definitorio del tipo de situación de juego asociado a una alta carga fisiológica.

MÉTODO

Para alcanzar los objetivos mencionados se ha recurrido a una metodología mixta, en la que se complementa la utilización de la metodología observacional (directa, sistematizada no participante, y en ambiente natural), con una metodología selectiva que nos ha permitido registrar y analizar un parámetro fisiológico de carga interna.

Por lo que se refiere a la metodología observacional, el presente trabajo atiende a un diseño diacrónico, tratándose en buena medida de un estudio idiográfico, multidimensional y de seguimiento limitado intersesionalmente e intrasesionalmente.

Como unidad de análisis se consideraron las situaciones de juego que correspondían con los intervalos donde el comportamiento de la frecuencia cardiaca, de cada jugador estudiado, cumplía las condiciones de selección establecidas, tanto para los intervalos de incremento acusado como para los de disminución, en el transcurso de la competición.

Participantes

En el análisis de datos se retuvieron un total de 153 casos (78 correspondientes a intervalos de incremento acusado de la FC, y 75 a intervalos de disminución de la FC).

Para disponer de estos 153 casos objeto de análisis se recurrió al registro de los valores de FC y a las filmaciones individuales de un total de 6 jugadores profesionales pertenecientes a la primera plantilla del R.C. Celta de Vigo, equipo clasificado para disputar la Champion League en la temporada 2003/04. En la tabla 1 se recoge una breve descripción de la muestra de futbolistas profesionales que participaron en este estudio. Los puestos específicos están relacionados con el sistema táctico que utilizaba el equipo en ese periodo 1-4-2-3-1

TABLA 1.
Datos generales de los jugadores participantes en el estudio
(Modificado de García, Ardá, Rial y Domínguez, 2006b)

Puesto específico	Edad	Peso	Talla	Temporadas en la alta competición	Casos de Incremento Acusado	Casos de Disminución
Defensa lateral	29	69 kgs	173 cms	11	14	14
Centrocampista	32	72 kgs	178 cms	14	4	4
Defensa central	26	84 kgs	189 cms	6	8	8
Delantero	24	75 kgs	178 cms	6	9	9
Centrocampista	25	71 kgs	176 cms	6	18	17
Delantero	24	79 kgs	182 cms	7	25	23
Media + desviación típica	26.67 ± 3.20	75 ± 5.62	179.33 ± 5.57	8.33 ± 3.38		

Instrumentos

- Unidad de observación y criterios de selección:

Ya se había comentado que el comportamiento de la FC del futbolista profesional en competición vendrá definido por los constantes incrementos y disminuciones en sus valores de FC, ahora bien, de todo este espectro de valores nos hemos centrado en recoger, para su posterior análisis, aquellos intervalos que cumplieran unas determinadas condiciones, ya expuestas en el estudio de García García (2006b), tanto para determinar cuando la FC se incrementa de forma acusada como para determinar cuando descendía en sus valores. Un breve resumen se encuentra en la tabla 2.

TABLA 2
Variable filtro: Intervalos de FC seleccionados y operativización de los mismos

INTERVALOS DE FC	
INTERVALOS SELECCIONADOS	CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR PARA SER SELECCIONADOS
Intervalos de incremento acusado de FC	1. La FC sube un 10% o más de la FC máxima, alcanzada en la competición por el futbolista, en un periodo de tiempo máximo de 15 segundos (3 registros del pulsómetro). 2. La FC sube un 5% o más de la FC máxima, alcanzada en la competición por el futbolista, en un periodo de tiempo máximo de 5 segundos (1 registro del pulsómetro).
Intervalos de disminución de FC	Se seleccionara el intervalo de disminución a partir del registro inmediatamente posterior al último valor del intervalo de incremento acusado, desde el cual se iniciaba una disminución en los valores de FC. Esta disminución debe seguir por lo menos en los tres registros siguientes al de corte.

- Instrumento de observación:

Tal y como describen Anguera, Blanco, Losada y Hernández (2000), existe, como instrumento básico de la metodología observacional, el sistema de categorías, al que se ha incorporado posteriormente el formato de campo. En

este caso se ha construido “ad hoc” un instrumento de observación formado por una combinación de formatos de campo y de sistemas de categorías, ya que se pretende complementar las características de uno y otro, y que podemos ver de forma resumida en la tabla 3.

TABLA 3.
Criterios y categorías que conforman la situación de juego colectiva

SITUACIÓN DE JUEGO COLECTIVA	
CRITERIOS	CATEGORÍAS
Balón en Juego	1.- Balón en juego. 2.- Balón fuera de juego.
Posesión del Balón (Equipo)	1.- Equipo tiene posesión del balón. 2.- Equipo no tiene posesión del balón.
Centro de Juego	1.- Jugador dentro del centro de juego. 2.- Jugador fuera del centro de juego. 3.- Jugador se dirige hacia el centro de juego. 4.- Centro del juego se dirige hacia el jugador.
Rol	1.- Jugador poseedor del balón. 2.- Jugador atacante que interviene sobre el balón. 3.- Jugador atacante que no interviene sobre el balón. 4.- Adversario del jugador con balón. 5.- Adversario del jugador sin balón.
Oposición	1.- Jugador recibe oposición directa. 2.- Jugador realiza oposición directa. 3.- Jugador recibe oposición indirecta. 4.- Jugador realiza oposición indirecta. 5.- Jugador no recibe ni realiza oposición.
Espacio de Juego	1.- Zona ultradefensiva. 2.- Zona defensiva. 3.- Zona central. 4.- Zona ofensiva. 5.- Zona ultraofensiva.
Tiempo de partido	1.- Entre el minuto 0 y el minuto 15. 2.- Entre el minuto 16 y el minuto 30. 3.- Entre el minuto 31 y final del primer tiempo. 4.- Entre el minuto 45 y el minuto 60. 5.- Entre el minuto 61 y el minuto 75. 6.- Entre el minuto 76 y final de segundo tiempo.
Resultado	1.- El resultado entre los dos equipos es ajustado, es decir, no existe diferencia de goles o la diferencia es de un sólo gol. 2.- El resultado entre los dos equipos no es ajustado, es decir, la diferencia de goles es de más de un gol.

Una vez establecidos los criterios vertebradores (formatos de campo), para cada uno de ellos se ha construido un sistema de categorías. El sistema categorial propuesto para cada criterio se ha ido optimizando en sucesivas observaciones. En este sentido, los criterios vertebradores nos permiten definir el contexto de la situación de juego que acontece en cada uno de los intervalos de FC seleccionados.

La elección de estos y no de otros es debido a que, siguiendo a Castañer (1999), todo sistema categorial se diseña en función del nivel comportamental que uno quiere observar, del ámbito de la realidad a la que pertenece y del tipo de situación dada. Por este motivo, cada investigador selecciona las categorías que le parecen más idóneas y es por esto que uno puede encontrar sistemas de categorías equivalentes pero que difieren, en mayor o menor medida, del tipo de categorías que incluye. En nuestro caso, la elección de estos indicadores y de sus correspondientes categorías es similar a la que han presentado otros autores como Castelo (1999), Mombaerts (2000), Cruz (1999), Olivós (1997), Gréhaigne (2001), o Ardá y Casal (2003).

La definición pormenorizada de las categorías de cada uno de los criterios considerados se ha detallado en el trabajo de García García (2006a).

Además de los criterios y categorías descritas anteriormente en la tabla 3 se han tenido en cuenta a la hora de analizar las situaciones de juego seleccionadas, la posible influencia de algunos factores que pudieran sesgar en cierta medida los resultados, tales como situaciones donde hubiera enfrentamiento, fuera del propio juego, entre jugadores (discusión por una entrada, por un mal gesto, etc.), entre jugador y árbitro, entre jugador y entrenador, situaciones donde se produjera el lanzamiento de una pena máxima, o cualquier otra situación anómala.

Al respecto es preciso señalar que ninguno de estos casos se nos ha presentado en las 153 situaciones de juego seleccionadas y analizadas para este estudio, con lo que podemos concluir que ninguna de estas variables extrañas ha podido ejercer influencia alguna en los resultados de nuestro estudio.

- Instrumentos de registro:

Se han utilizado como instrumentos las planillas de observación. La primera ha servido para poder asegurar y comprobar la perfecta sincronización entre los registros de FC y las imágenes del partido de cada uno de los jugadores objeto de estudio. La segunda y tercera planillas de observación para poder analizar el contexto de las situaciones de juego seleccionadas, una recoge exclusivamente los datos referentes a los intervalos de incremento acusado de FC, y la otra los contextos de la situación de juego de los intervalos de disminución.

También se han utilizado instrumentos electrónicos tales como Monitores de Ritmo Cardíaco Polar® Vantage NV con interface por infrarrojos Polar®, ordenador portátil ACER TravelMate 244LC, dos cámaras de filmación digital Sony DCR-PC 250E con trípode, tres cronómetros Casio 725 AW-22, combinado VHS-DVD Panasonic NV-VP 21, y monitor de TV modelo Philips Real Flat 29.”

Los datos fueron “volcados” mediante el Software Polar® precision performance SW versión 3.0, y el tratamiento estadístico fue realizado a través del programa SPSS 13.0 para Windows.

Procedimiento

Se obtuvieron previamente los datos de FC máxima y a la FC de base de cada uno de los futbolistas estudiados. La FC máxima de todos los jugadores se obtuvo a partir de los datos recogidos en el test de Course-Navette, realizado 3 semanas antes de la toma de datos, dentro del programa de preparación física que seguía la totalidad de la plantilla en ese momento. La FC basal se obtuvo a partir de los registros de FC tomados con el MRC 5 minutos antes de levantarse de la cama por la mañana, durante tres días consecutivos, 2 semanas antes de la filmación de los partidos. A partir de estos datos fue posible determinar los valores de FC, en función de porcentajes respecto de la FC máxima y de la FC de reserva, según definieron Karvonen & Vuorimaa (1988), en los futbolistas.

Para la toma de datos, se procedió a colocar durante todo el partido de competición un MRC a cada uno de los jugadores objeto de estudio, sincronizado con el cronómetro del observador, y a realizar simultáneamente una filmación de toda la competición de cada uno de ellos. La filmación se realizó de tal manera que apareciera siempre el jugador observado, el balón, y la porción más amplia posible del terreno de juego que permitiera el objetivo de la cámara. Cada observador se familiarizó previamente con los objetivos de la filmación, y los jugadores seleccionados para el estudio ya estaban familiarizados con el uso del MRC.

El registro continuo de los valores de FC fue grabado cada 5 segundos (el valor medio de los 5 registros segundo a segundo), ya que, por un lado no se tenía la capacidad para grabar todos los registros durante 90 minutos más el descanso, y por otro lado, como afirmaron Ali & Farrally (1991) el reflejo de los cambios rápidos en el desplazamiento puede seguirse a través de la FC, debido a que si la FC es recogida con una cadencia de cada 5 segundos, será posible detectar desde la FC casi todos los cambios en el movimiento. A continuación, procedimos a la sincronización de la filmación de cada uno de los futbolistas con sus registros de FC en el partido. A partir de este momento se seleccionaron sólo los intervalos del comportamiento de la FC que cumplían las condiciones ya comentadas, y se procedió al análisis de las situaciones de juego que tenían lugar en cada uno de ellos, teniendo en cuenta tal y como afirma Ackland (1998) que la adaptación de la FC al esfuerzo exigido no es inmediata, ya que, existe un lapso de tiempo, entre cuando se comienza un esfuerzo y cuando la FC expresa la intensidad de dicho esfuerzo. En este sentido, cabe añadir que cada

jugador objeto de estudio presentaba un patrón de expresión del esfuerzo a través de la FC distinto. En cada uno de ellos se fue optimizando el conocimiento de su tiempo de latencia a través de sucesivas observaciones y en diferentes tareas de entrenamiento lo que permitió poder relacionar de manera eficaz las situaciones de juego y el comportamiento de la FC.

En un primer momento, tuvo lugar el análisis de las situaciones de juego que se enmarcaban dentro de los intervalos de incremento acusado de los valores de FC (78), de tal modo que se analizaba una situación de juego en cada uno de los criterios que componen su contexto y que estaban definidos en la planilla de observación diseñada a tal efecto, es decir, cada una de ellas fue codificada en ocho ocasiones diferentes en virtud de los ocho criterios que habíamos dispuesto, y ya comentados, salvo en aquellos casos donde el balón no se encontraba en juego, ya que, al no estar en juego no era posible señalar el rol, la oposición, el centro de juego, ni el espacio de juego que contextualizaba la situación de juego del futbolista estudiado. En estas planillas se ha utilizado un sistema de registro de codificación binario. Tras finalizar la observación de todas estas situaciones, se repite el proceso, visionando las setenta y cinco situaciones de juego que se enmarcan dentro de los intervalos de disminución de los valores de FC de los jugadores.

La observación, registro y codificación fueron realizados por un grupo de cuatro observadores, expertos en fútbol, entrenados específicamente para este estudio, de tal manera, que sólo se registraba o anotaba en la planilla cuando existía un consenso entre los cuatro observadores, es decir, el control de calidad del dato se efectuó cualitativamente, mediante la modalidad *concordancia por consenso*. Es necesario añadir que no se presentaron incidencias relativas a una sistemática categorización divergente de alguno de los observadores, ni tampoco de aceptación automática de las propuestas de uno de ellos.

Posteriormente, al cabo de un mes después de finalizar todas las observaciones, se volvió a visionar todas las situaciones de juego ya analizadas para ver el grado de fiabilidad entre los observadores, no existiendo ninguna discrepancia entre las nuevas anotaciones y las realizadas en la primera observación. No obstante, con el fin de poder garantizar en mayor medida la calidad del dato, se decidió introducir un mecanismo de control adicional, recurriendo a un segundo observador-codificador, ajeno a la propia investigación, pero con suficiente formación en este tipo de tareas y ámbito de trabajo. Para poder establecer una comparación entre las codificaciones entre este segundo codificador y el equipo de expertos inicial se calculó el **índice Kappa de Cohen** (Cohen, 1968) de acuerdo interjueces, para cada uno de los

criterios incluidos en el análisis. El grado de concordancia fue casi absoluto lo que se puede ver en un coeficiente de 0.985.

RESULTADOS

En la tabla 4 se presenta un resumen de los resultados respecto a los valores que conforman el comportamiento de la FC de los jugadores objeto de estudio, sin embargo, estos se han detallado en los trabajos de García, Ardá, Rial y Domínguez (2006b) y García, Ardá, Rial y Domínguez (en prensa), en ellos se ofrecen los datos de FC de base y FC máxima, las gráficas referentes a las curvas que manifiesta el comportamiento de la FC en los jugadores (Figura 2), así como las diferentes tendencias encontradas para el mismo basadas en la estadística aplicada a tal efecto, bien en valores absolutos, en porcentaje respecto a la FC máxima, o en porcentaje respecto a la FC de reserva, y según el puesto específico.

TABLA 4.
Resultados del comportamiento de la FC de los jugadores
(Fuente: García, Ardá, Rial y Domínguez, 2006b)

FC base	FC máx Course navette	FC máx en competición	FC mín en competición	FC media	FC media % FC máxima	FC media % FC reserva
41.3 ± 1.21	193.8 ± 3.65	187.33 ± 2.94	109.67 ± 5.31	165.06±4.99	85.03 ± 3.08	80.95 ± 4

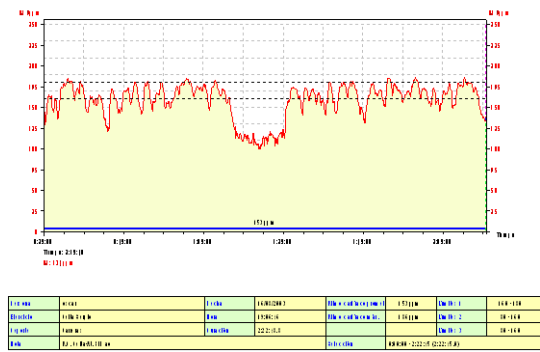


FIGURA 2. Comportamiento de la FC en competición de uno de los futbolistas de la muestra.

Para poder llegar a definir cuáles son los criterios que definen el contexto de la situación de juego que tiene lugar cuando el futbolista experimenta en sus valores de FC un incremento acusado o una disminución, dentro de un análisis bivariado, se han ido cruzando una a una la variable filtro, es decir, el

comportamiento de la FC medido en los incrementos acusados y las disminuciones con cada uno de los criterios considerados en el estudio. A continuación se pueden ver algunas cuestiones interesantes en cuanto a ciertos criterios:

- El incremento acusado se produce siempre cuando el balón está en juego, y casi el 90% de los casos donde hay incremento acusado el futbolista esta dentro del centro del juego y casi nunca fuera.
- Por el contrario, en las disminuciones casi el 90% de las situaciones de juego esta fuera del centro de juego.
- Más del 60% de los incrementos acusados se producen en presencia del balón (P, ACI y AJB) y sin embargo, no se produce ninguna disminución cuando es poseedor o atacante con intervención y casi ninguna como AJB.
- Por último, vemos que cuando se producen los incrementos acusados la oposición en su mayoría es de tipo directo (62.8%), con muy escasa presencia de la categoría sin oposición (5.1%), por el contrario, cuando se producen las disminuciones el mayor porcentaje corresponde a casos donde no realiza ni recibe oposición (66.7%).

En la siguiente tabla (5), con la intención de saber en que medida los incrementos acusados y las disminuciones en el comportamiento de la FC de los futbolistas profesionales son o no independientes de los ocho criterios vertebradores considerados, se ha aplicado un Chi cuadrado. Además del Chi cuadrado se presentan cuatro medidas de asociación, las dos primeras (coeficiente de contingencia y V de cramer) expresan la fuerza de asociación entre el comportamiento de la FC, medido por los incrementos acusados y las disminuciones en sus valores, y cada uno de los criterios considerados, tomando un valor entre 0 y 1, y las dos siguientes Tau de goodman y Kruskal y coeficiente de incertidumbre expresan en que proporción se reduce la probabilidad de cometer un error a la hora de clasificar un caso en alguna de las categorías de una variable, utilizando la otra como predictor. Así, 1 significa que se ha reducido el error por completo, y 0 que esa variable no contribuye en nada a reducir el error en la predicción.

TABLA 5.
Medidas de asociación entre la FC y los diferentes criterios considerados

CRITERIOS	χ^2	Sig	Coef. Contin	V Cramer	Tau Goodman y Kruskal	Coef. Incertidumbre
BALÓN EN JUEGO	69.79	<0.001	0.56	0.69	0.47	0.43
EQUIPO EN POSESIÓN	2.18	0.14	---	---	---	---
CENTRO DE JUEGO	85.61	<0.001	0.67	0.90	0.81	0.73
ROL	31.80	<0.001	0.43	0.55	0.30	0.32
OPOSICIÓN	49.82	<0.001	0.56	0.68	0.47	0.41
ESPACIO DE JUEGO	4.76	0.31	---	---	---	---
TIEMPO DE JUEGO	0.77	0.97	---	---	---	---
RESULTADO	0.029	0.86	---	---	---	---

Como se puede observar en la tabla anterior, en 4 de ellos existe una asociación estadísticamente significativa: balón en juego, centro de juego, rol, y oposición. Precisamente con relación al centro de juego, podría decirse que disponer de la información referida a este criterio permitiría reducir el error en la predicción de un posible cambio significativo en los valores de FC, en un 73%.

Por el contrario, criterios como el tiempo de juego, el resultado, el espacio de juego o, incluso, el hecho de que el equipo al que pertenece el jugador registrado esté o no en posesión del balón, se confirman como elementos totalmente secundarios y, por tanto, no se configuran como criterios relevantes de cara a la elaboración de un modelo explicativo/predictivo de la variación manifiesta en el comportamiento del ritmo cardíaco del futbolista profesional en situación real de juego.

Con la intención de buscar un modelo parsimonioso e integrador que permita explicar los cambios bruscos que se producen en el comportamiento de la FC de los futbolistas profesionales, se ha planteado un modelo que a nivel teórico se precisa en la expresión que aparece a continuación.

$$FC \text{ (Incremento acusado Vs. Disminución)} = \alpha + \beta_1 \text{ (Centro de Juego)} + \beta_2 \text{ (Rol)} + \beta_3 \text{ (Oposición)} + \epsilon$$

Se va a tratar, por lo tanto de explicar el comportamiento de la FC medido por los incrementos acusados y las disminuciones a partir de tres criterios: el centro de juego con tres categorías, el rol con otras tres categorías y la oposición con tres más:

VF o VD: COMPORTAMIENTO DE LA FRECUENCIA CARDÍACA:

- Incremento Acusado
- Disminución

Criterio₁ o VI₁: CENTRO DE JUEGO. Tres categorías:

- Jugador Dentro del Centro de Juego
- Jugador Hacia el Centro de Juego o Centro de Juego hacia el Jugador
- Jugador Fuera del centro de Juego

Criterio₂ o VI₂: ROL. Tres categorías:

- Proximidad al balón
- Jugador atacante que no interviene sobre el balón
- Adversario de jugador sin balón

Criterio₃ o VI₃: OPOSICIÓN. Tres categorías:

- Jugador que recibe o realiza oposición directa
- Jugador que recibe o realiza oposición indirecta
- Jugador no recibe ni realiza oposición

El hecho de que los criterios centro de juego, rol, y oposición tengan dentro de este modelo explicativo sólo tres categorías, se debe a que en ellos se ha detectado que no existe ningún caso clasificado en alguna de sus categorías (ver tabla 5). Este hecho imposibilita el cálculo de las odds ratio correspondientes. Para salvar este inconveniente se ha recurrido a la remodificación del criterio, como por ejemplo, dentro del criterio rol, agrupando bajo el epígrafe proximidad al balón a las categorías de poseedor, atacante que interviene sobre el balón y adversario del jugador con balón.

Hay que señalar que los tres criterios son de carácter politómico, mientras que la variable filtro comportamiento de la FC es dicotómica (incremento acusado, disminución). No se ha tenido en cuenta el criterio balón en juego por considerarlo como una condición necesaria para que se produzca un incremento acusado.

Dada la naturaleza de los criterios que se han presentado, se ha utilizado como técnica de análisis la regresión logística. Con respecto a los resultados obtenidos con esta técnica, el modelo presenta una alta capacidad explicativa, tanto en lo que se refiere a los R^2 (por encima de .80) como al porcentaje de casos correctamente clasificados, que asciende a 96.2% (tabla 6).

TABLA 6

Indicadores de la bondad de ajuste del modelo de regresión logística

	χ^2	Gl	Sig.	-2LL	R ² Cox y Snell	R ² Nagelkerke	% correct clas
PASO 1	86.81	2	<0.0001	32.89	0.56	0.82	96.2
PASO 2	93.04	4	<0.0001	26.87	0.58	0.86	96.2

El modelo de regresión logística establece dos pasos en el primero el criterio que entra a formar parte de la ecuación es el centro de juego lo que revela que se trata del criterio más importante para explicar el comportamiento de la FC de los futbolistas profesionales medido por los incrementos acusados y las disminuciones en sus valores.

TABLA 7
Variables retenidas por el modelo

		B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso 1ª	Centro J			29,404	2	,000	
	Centro J (1)	6,719	1,247	29,011	1	,000	828,000
	Centro J (2)	5,257	1,472	12,758	1	,000	192,000
	Constante	,814	,546	2,225	1	,136	2,257
Paso 2ª	Centro J			,909	2	,635	
	Centro J (1)	23,806	7259,607	,000	1	,997	2,18E+10
	Centro J (2)	22,458	7259,607	,000	1	,998	5,67E+09
	Rol			3,055	2	,217	
	Rol (1)	2,271	1,299	3,055	1	,080	9,691
	Rol (2)	19,406	7259,607	,000	1	,998	2,68E+08
	Constante	,676	,595	1,292	1	,256	1,966

a. Variables introducidas en el paso 1: centro de juego.

b. Variables introducidas en el paso 2: rol.

En concreto se puede decir que la probabilidad de que el futbolista profesional experimente un incremento acusado en sus valores de FC es 828 veces mayor cuando esta dentro del centro de juego que cuando esta fuera de él (valor correspondiente al odd ratio representado por Exp(B) en la tabla 7). En el mismo sentido también se puede afirmar que la probabilidad de que el futbolista profesional experimente un incremento acusado en sus valores de FC es 192 veces mayor cuando se dirige a él o cuando el centro de juego va hacia el jugador que cuando está fuera de él (Tabla 7).

En un segundo paso se incorpora el rol como un segundo criterio con capacidad explicativa significativa.

Sin embargo, no se pueden interpretar de forma fiable sus odds ratio por problemas en la estimación de los coeficientes a consecuencia de la relación

que existe entre los criterios. Parece en este caso que el problema que subyace es un problema de multicolinealidad o de correlación significativa entre ellas.

Para tratar de resolver este problema se aplicó de manera complementaria la regresión categórica, mediante el procedimiento de escalamiento óptimo implementado en el paquete estadístico SPSS 14.0 (tablas 8 y 9) que permitió de nuevo obtener un modelo con una alta capacidad explicativa (más del 80% de varianza explicada). Se confirmó la importancia del centro de juego como predictor de los incrementos y disminuciones en los valores que conforman el comportamiento de la FC del futbolista profesional, seguido del rol desempeñado por el jugador, y se añade un criterio más como es la oposición con una interesante capacidad explicativa.

TABLA 8
Indicadores de la bondad de ajuste del modelo de regresión categórica

F	Gl	Sig.	R ²	R ² Ajustado
77.84	6	<0.0001	0.82	0.81

TABLA 9
Parámetros estimados del modelo de regresión categórica

	Coeficientes tipificados		gl	F	Sig.
	Beta	Error típ.			
Centro de juego	-,841	,050	2	278,844	,000
Rol	-,099	,043	2	5,162	,007
Oposición	-,076	,051	2	2,188	,118

DISCUSIÓN

Los valores del comportamiento de la FC de los jugadores objeto de estudio, presentados en la tabla 4 del apartado de resultados, indican, tal y como se ha descrito en trabajos anteriores a este (García, Ardá, Rial y Domínguez, 2006b) que sigue una distribución que no es normal, presenta una asimetría negativa, y fluctúa entre una amplia horquilla de valores (100-191 lat/min; 52.08-98.45% de la FCM; y 38.26-98.03% de la FCR). Esta última circunstancia también ha sido descrita desde el estudio de García, Ardá, Rial y Domínguez (2006b) en los trabajos de Ekblom (1986); Soares (1988); Chamoux, Fellmann, Mombaerts, Catilina et Coudert (1988); Astrand y Rodahl (1986); Rohde & Espersen (1988); Bosco (1991); Pirnay, Geurde y Marechal (1993); Bangsbo (1998); Godik y Popov (1998); y Nogues Martínez (1998). Conviene precisar, no obstante, que los valores de este estudio se concentran principalmente entre el 74.83% y el 98.03% de la FCR, con un 75% de los

resultados encuadrados en esta horquilla. Este hecho, suscribe la afirmación de Ferreira (2002) sobre la naturaleza intermitente del esfuerzo en el fútbol, realizado a una intensidad variable cerca de los valores submáximos.

El valor medio de este comportamiento se ha situado en el 85.03% de la FCM, y en el 80.95% de la FCR. En este caso, tomando el valor medio de la muestra respecto de la FCM, resulta muy similar a los determinados por Ekblom (1986); Van Gool, Van Gerven & Boutmans (1987); Fornaris y cols (1989); Castellano, Masach y Zubillaga (1996); y García y Ardá (2005), con un 80 - 90%; 84.9 - 86.7%; 80 -91%; $87.11\% \pm 2.09$; y un $87.65\% \pm 2.55$, respectivamente, inferior a los determinados por Agnevik (1970); Potiron-Josse, Hubert, Ginot et Suaudeau (1980); Chamoux, Fellmann, Mombaerts, Catilina et Coudert (1988) con un 93%; $\pm 90\%$; y 90% respectivamente, y superior a los determinados por Seliger (1968); Jiménez, Mendiluce y Ostolaza (1993); y Nogués Martínez (1998), con un 80%; 81-83%; y un $80.74\% \pm 3.89$, respectivamente, todo ello se encuentra detallado en el trabajo anterior de García, Ardá, Rial y Domínguez (2006b).

Ahora bien, para profundizar en el estudio del comportamiento de la FC se hace necesario abordar dicha cuestión en un formato multidimensional. En este trabajo el formato se ha basado en la relación que existe entre dicho comportamiento y el contexto de la situación de juego que tiene lugar en cada momento.

De todo el espectro de valores que conforman el comportamiento de la FC del futbolista profesional en competición se han escogido unos intervalos que se han denominado de Incremento Acusado y que están asociados a una alta carga fisiológica y otros que se han denominado de Disminución. De esta forma, y atendiendo al segundo de los objetivos planteados en este trabajo, se han identificado los criterios más relevantes que definen el contexto de la situación de juego, donde el jugador profesional presenta un incremento acusado o severo en sus valores de frecuencia cardiaca en la competición, siendo tres: la situación del jugador respecto del Centro de Juego, el Rol que desempeña el jugador, y el tipo de Oposición que realiza o recibe. Más concretamente, se podría decir que el perfil definitorio del tipo de situación de juego asociado a una alta carga fisiológica como es el incremento acusado es aquel donde el jugador está situado dentro del centro de juego, donde ejerce un rol de proximidad respecto al balón (siendo poseedor, o atacante con intervención, o adversario del jugador con balón), y donde recibe o realiza oposición principalmente de tipo directo.

De igual forma, esos tres criterios son los más relevantes para definir el contexto de la situación de juego donde el jugador profesional presenta una

disminución en sus valores de frecuencia cardiaca en la competición. No obstante, este perfil resulta de forma lógica totalmente opuesto al que presenta el perfil definitorio de la situación de juego asociada a un incremento acusado en los valores de FC del futbolista. Este perfil se podría definir como aquel donde el jugador esta situado fuera del centro de juego, donde se ejerce un rol de falta de proximidad al balón, y donde hay ausencia de oposición o es de tipo indirecta.

Una primera aproximación de estos perfiles nos puede indicar que estamos refiriéndonos a elementos que definen el contexto de la situación de juego que a nivel teórico son independientes, pero que en la práctica están íntimamente relacionados.

En ambos casos, otros criterios como el espacio de juego donde se desenvuelve el jugador en cada situación analizada, el tiempo del partido cuando tiene lugar, el resultado en ese momento, o el equipo que tenga la posesión del balón, no resultan relevantes para caracterizar el contexto de la situación de juego que tiene lugar cuando los valores que conforman el comportamiento de la FC del futbolista sufren un incremento acusado, es decir un incremento importantísimo en su carga fisiológica, o una disminución en los mismos.

Una explicación razonable de por que no entra en la ecuación el criterio espacio de juego es que podría depender principalmente de donde se desenvuelva el jugador objeto de estudio habitualmente en el campo, es decir de su puesto específico. De esta forma, si se hubieran escogido sólo defensas, las zonas del campo afectadas serían principalmente la defensiva y ultradefensiva, y en menor medida el resto, en el caso contrario (escoger delanteros) las zonas del campo afectadas serían principalmente la ofensiva y ultraofensiva, y en menor medida el resto.

Respecto al criterio resultado conviene señalar que se había barajado la posibilidad de que la necesidad de ganar (en todos los partidos había un trofeo en juego) y un resultado ajustado hicieran que este criterio entrara en la ecuación, sin embargo, quizá debido a lo reducido de la muestra, en cuanto a que hay pocas situaciones que no sean de resultado ajustado, hace que no resulte relevante en este trabajo.

En cuanto al criterio tiempo en el que tiene lugar la situación de juego, era posible a priori pensar que se produjeran más situaciones de incremento acusado en el primer tiempo y más disminuciones en el segundo tiempo, atendiendo a que se ha comprobado en la literatura que los valores de la FC en el primer tiempo son más elevados que en el segundo tiempo de partido (García, Ardá, Rial y Domínguez, 2006a), de igual modo que sucede con los

registros pertenecientes a estos jugadores (García, Ardá, Rial y Domínguez, 2006b), sin embargo, como ya se ha comentado tampoco ha resultado relevante en este trabajo.

Los resultados, en definitiva, se pueden considerar que se enmarcan dentro de lo que cabría esperar, sin embargo, al no contar con literatura específica respecto a este objeto de estudio, no se pueden establecer comparaciones válidas que corroboren o discrepen sobre los resultados obtenidos en este trabajo. Ahora bien, se puede añadir que estos resultados se encuentran en consonancia con otros trabajos que, sin tener el mismo objeto de estudio, si han tratado de relacionar parámetros fisiológicos (mayor valor de FC) y acciones de ejecución técnica en deportes de equipo, como los relacionados en la parte introductoria de este trabajo, y es que si la oposición directa y la posesión del balón/bola eran las acciones que demandaban los valores más altos de la FC de los jugadores, estas son acciones que por definición están directamente relacionadas con el hecho de que el jugador esté en el centro de juego, con un rol determinado de proximidad al balón (poseedor, atacante con intervención sobre el balón, o adversario del jugador con balón) y con una oposición de tipo directa, es decir, que corroborarían el perfil definitorio del contexto de la situación de juego donde el jugador profesional presenta un incremento acusado en sus valores de frecuencia cardiaca en la competición, o sea donde existe un alta carga fisiológica. Este punto también es corroborado con los resultados del estudio de Dopico e Iglesias (1997), donde no observaron conductas que afectaran especialmente a la elevación en los valores de FC, ni tampoco una significativa variabilidad en el comportamiento de la FC de los judokas en el transcurso de randoris. Este hecho podría explicarse debido a que el judoka esta siempre “dentro del centro de juego” y “con oposición directa” resultando, por tanto, muy razonable que mantenga de forma continua unos valores altos en su FC ($\pm 90\%$ FC máxima), muy al contrario del futbolista que alterna de manera continua el contexto de su situación de juego.

Es necesario tener en cuenta también que la distribución de los incrementos acusados no ha sido uniforme entre los jugadores objeto de estudio, el volumen varía de manera importante según el puesto específico (García García 2006b), lo que está en consonancia con las diferencias significativas que se han encontrado en el comportamiento de la FC entre los jugadores de diferente puesto específico (García, Ardá, Rial y Domínguez, en prensa)

En definitiva, si se deja a un lado el esfuerzo físico, ya que resulta obvio que la FC se incrementa con la realización de ejercicio físico, se puede vislumbrar que el contexto de la situación de juego determina una mayor o menor carga

física y cognitiva y por tanto una mayor o menor respuesta y carga fisiológica. Es evidente, para cualquier practicante de un deporte de equipo, que no implica el mismo esfuerzo físico y cognitivo un esprint sin balón, que un esprint en posesión del balón, y a su vez este comparado con un esprint en posesión del balón y con oposición directa. El contexto de la situación de juego definirá la mayor o menor demanda de esfuerzo al jugador en cada uno de los casos. Esta circunstancia también ha sido señalada por Rampini y cols (2007) al demostrar que la intensidad de tareas de entrenamiento de fútbol en espacio reducido puede ser manipulada variando el tipo de ejercicio, las dimensiones del terreno de juego, e incluso el estímulo-motivación que el entrenador ofrezca. Mediante el uso de diferentes combinaciones de los factores, los entrenadores pueden modular la intensidad del ejercicio.

A la vista de todas estas consideraciones, la definición del contexto de situaciones de juego que se utilizan como tareas de entrenamiento debería atraer la atención de los preparadores físicos y entrenadores de cara a que el futbolista pueda asumir debidamente las demandas fisiológicas y físicas impuestas por la competición, disponiendo de una herramienta más para diseñar el entrenamiento con este objetivo cuando se considere oportuno excitar de esta forma unas condiciones de carga o estrés fisiológico en el jugador muy similares a los de competición. Un avance de propuesta a este respecto se puede encontrar en el trabajo de García y Ardá (2007)

Por último, es necesario tener cierta cautela en la generalización de los resultados, dado que se trata de partidos de pretemporada y ello pudiera, en cierta medida, condicionar los resultados, debido a que el nivel de implicación de los jugadores podría ser algo menor, no obstante, esta circunstancia se trató de minimizar por el hecho de ser partidos contra equipos rivales de primer nivel (Sevilla, Ath de Bilbao, y Olympiakos), siempre con un trofeo en juego, y con una cita previa de la Champions en apenas una semana desde el último partido. Se trata además del comportamiento de tan sólo 6 sujetos el que se analiza, y en tan sólo 3 partidos. No obstante, estos datos y los resultados presentados pueden tomarse como una primera aproximación o referencia para sucesivos estudios. Es necesario considerar a este respecto la enorme dificultad que tiene para los investigadores que desarrollan su labor en este ámbito poder disponer de una muestra amplia y debidamente controlada, que permita garantizar la validez de los resultados.

REFERENCIAS

- ACKLAN, J. (1998). *Precision Training*. Auckland: Reed Books.
- AGNEVIK, G. (1970). *Fotboll. Idrottsfysiologi. Rapport n° 7*. Stockholm: Trygg-Hansa.
- ALÍ, A., & FARRALLY, M. (1991). Recording soccer player's heart rates during matches. *Journal of Sports Sciences*, 9 (2), 183-189.
- ANGUERA, M.T., BLANCO, A., LOSADA, J.L. Y HERNÁNDEZ, A. (2000). La metodología observacional en el deporte: conceptos básicos. *Lecturas: Educación Física y Deportes. Revista digital*, 24. efdeportes.com
- ARDÁ, A., Y CASAL, C. (2003). *Metodología de la enseñanza del fútbol*. Barcelona: Paidotribo.
- ASTRAND, P.O., & RODAHL, K. (1986). *Fisiología del trabajo físico. Bases fisiológicas del ejercicio*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- BANGSBO, J. (1998). *Entrenamiento de la condición física en el fútbol*. Barcelona: Paidotribo.
- BLANCO, A., ENSEÑAT, A., Y BALAGUÉ, N. (1994). Hockey sobre patines: niveles de frecuencia cardiaca y lactacidemia en competición y entrenamiento. *Apunts: Educación Física y Deportes*, 36, 26-36.
- BOSCO, C. (1991). *Aspectos fisiológicos de la preparación física del futbolista*. Barcelona: Paidotribo.
- CASTAÑER, M. (1999). Elaboración de un sistema de categorías para la observación de la comunicación cinética no-verbal de los docentes. En M.T. Anguera (coord.), *Observación en deporte y conducta cinético-motriz: aplicaciones* (pp. 71-106). Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona.
- CASTELLANO, J., MASACH, J., Y ZUBILLAGA, A. (1996). Cuantificación del esfuerzo físico del jugador de fútbol en competición. *Training Fútbol*, 7, 27-41.
- CASTELO, J. (1999). *Fútbol. Estructura y dinámica del juego*. Barcelona: INDE.
- CHAMOUX, A., FELLMANN, N., MOMBAERTS, E., CATILINA, P., ET COUDERT, J. (1988). Football Professionel. Sur le terrain, suivi de l'entraînement par la fréquence cardiaque et la lactatémie. *Médecine du Sport*, 62 (2), 88-93.
- COHEN, J. (1968). Weighted kappa: Nominal scale agreement with provision for scaled disagreement of partial credit. *Psychological Bulletin*, 70, 213-220.
- COLLI, R., Y FAINA, M. (1987). Investigación sobre el rendimiento en basket. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 1 (2), 3-10.
- COTTERILL, S. & COLLINS, D. (2004). Heart rate deceleration characteristics across shot types in golf. *Abstracts annual conference of the british association of sport and exercise sciences* (pp. 173-174). Liverpool.
- CRUZ, A. (1999). *Fútbol. Análisis del juego. Terapia correctora*. Madrid: Gymnos.
- DAL MONTE, A., GALLOZI, C., LUPO, S., MARCOS, E., Y MENCHINELLI, C. (1987). Evaluación funcional del jugador de baloncesto y balonmano. *Apunts. Medicina de L'Esport*, 94, 243-252.
- DOPICO, J., E IGLESIAS, E. (1997). Propuesta de utilización simultánea de video y pulsómetro en la caracterización del esfuerzo en Judo. En *Recursos de actuaciones metodológicas para la*

- enseñanza del entrenamiento, la gestión y organización de la actividad física y del deporte*. INEF Castilla y León. Junta de Castilla y León.
- EKBLOM, B. (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Medicine*, 3, 50-60.
- FERREIRA, L. (2002). Análise da performance em futebol. Estudo comparativo da frequência cardíaca e das ações táctico-técnicas defensivas em equipas de diferente nível competitivo, no escalao sub-16 e sub-17. *Dissertação de Mestrado nao publicada*, FCDEF-UP.
- FERRET, J.M., ECLACHE, J., QUARD, S., JACQUET, A., ET VIRET, A. (1980). Approche énergétique de l'entraînement d'une équipe professionnelle de football. *Cinésiologie*, 77, 15-25.
- FORNARIS, E., VANKERSSCHAUVER, J., VANUXEM, D., ZAKARIAN, H., COMMANDRE, F., ET VANUXEM, P. (1989). Football. Aspects énergétiques. *Médecine du Sport*, 63 (1), 32-36.
- GARCÍA GARCÍA, O. (2007). Los factores que afectan al rendimiento del futbolista. El caso de los factores funcionales y de la condición física. En Julen castellano y Oidui Usabiaga (Eds), *Investigación en la Actividad Física y el Deporte* (pp.333-358). Vitoria: Universidad del País Vasco & GIDE.
- GARCÍA GARCÍA, O. (2006a). Estudio de la frecuencia cardiaca del futbolista profesional en competición: Un modelo explicativo a partir del contexto de la situación de juego. *Tesis doctoral no publicada*. Universidad de A Coruña.
- GARCÍA GARCÍA, O (2006b). La especificidad del entrenamiento en el fútbol. *Actas IV Congreso de la asociación Española de Ciencias del Deporte* (pp. 286-291). INEF Galicia. Universidad de A Coruña.
- GARCÍA GARCÍA, O. Y ARDÁ SUÁREZ, T. (2007). Tareas de adaptación específica al comportamiento que la frecuencia cardiaca del futbolista profesional presenta en competición. *Fútbol Táctico. Revista profesional de fútbol y fútbol sala*, 3. Futbol-tactico.com
- GARCÍA GARCÍA, O., ARDÁ SUÁREZ, A., RIAL BOUBETA, A. & DOMÍNGUEZ LAGO, E. (en prensa). ¿Es diferente el comportamiento de la frecuencia cardiaca del futbolista profesional en competición según la posición táctica del jugador en el campo? *APUNTS. Educación Física y Deportes*.
- GARCÍA GARCÍA, O., ARDÁ SUÁREZ, A., RIAL BOUBETA, A. & DOMÍNGUEZ LAGO, E. (2006a). Estudio de la actividad cardiovascular del futbolista profesional: el comportamiento de la frecuencia cardiaca en competición (I). *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 20 (3), 35-40.
- GARCÍA GARCÍA, O., ARDÁ SUÁREZ, A., RIAL BOUBETA, A. & DOMÍNGUEZ LAGO, E. (2006b). Estudio de la actividad cardiovascular del futbolista profesional: el comportamiento de la frecuencia cardiaca en competición (II). *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 20 (4), 31-41.
- GARCÍA GARCÍA, O. Y ARDÁ SUÁREZ, T. (2005). Análisis de la frecuencia cardiaca en el contexto competitivo en el fútbol. *Training Fútbol*, 111, 34-42.
- GODIK, M.A., Y POPOV, A.V. (1998). *La preparación física del futbolista*. Barcelona: Paidotribo.
- GRÉHAIGNE, J.F. (2001). *La organización del juego en el fútbol*. Barcelona: INDE.
- JIMÉNEZ, R., MENDILUCE, J., Y OSTOLAZA, J. (1993). Estudio fisiológico sobre el fútbol juvenil. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 2, 22-27.

- KARVONEN, J., & VUORIMAA, T. (1988). Heart rate and exercise intensity during sports activities. Practical application. *Sports Medicine*, 5 (5), 303-311.
- MOMBAERTS, E. (2000). *Fútbol. Del análisis del juego a la formación del jugador*. Barcelona: INDE.
- MORAS, G., Y ZURITA, C. (1999). Valoración de la intensidad del entrenamiento mediante la frecuencia cardiaca en el voleibol. *Apunts: Educación Física y Deportes*, 55, 77-84.
- NOGUÉS MARTÍNEZ, R. (1998). Análisis de las modificaciones de frecuencia cardiaca de futbolistas no profesionales durante la competición. *Training Fútbol*, 25, 42-46.
- OLIVÓS, R. (1997). *Fútbol: análisis del juego*. Sevilla: Wanceulen.
- PIRNAY, F., GEURDE, P., Y MARECHAL, R. (1993). Necesidades fisiológicas de un partido de Fútbol. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 7 (2), 45-52.
- POTIRON-JOSSE, M., HUBERT, M., GINET, J., ET SUAUDEAU, M.J.C. (1980). Etude télémétrique de la fréquence cardiaque chez le footballeur de haut-niveau lors de l'entraînement et lors de matches amicaux. *Médecine du Sport*, 54 (5), 291-295.
- RAMPINI, E., IMPELLIZZERI, F.M., CASTAGNA, C., ABT, G., CHAMARI, K., SASSI, A. & MARCORA, S.M. (2007). Factors influencing physiological responses to small – sided soccer games. *Journal of Sports Sciences*, 25 (7), 659-666.
- ROHDE, C., & ESPERSEN, T. (1988). Work intensity during soccer training and match-play. In T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W.J. Murphy (Eds.), *Science and Football* (pp. 68-75). London: E. & F.N. SPON.
- SÁEZ, E. (2005). Relación entre la frecuencia cardiaca y el rendimiento en precisión del lanzamiento en waterpolo. *Apunts Educación Física y Deportes*, 82, 53-58.
- SANS, A., Y FRATTAROLA, C. (1995). *Reglamento de fútbol actualizado y comentado*. Barcelona: Paidotribo.
- SELIGER, V. (1968). Heart rate as an index of physical load in exercise. *Scripta Medica, Medical Faculty, Brno University*, 41, 231-240.
- SOARES, J. (1988). Abordagem fisiológica do esforço intermitente. *Dissertação de doutoramento não publicada*, ISEF-UP.
- TUIMIL, J.L., IGLESIAS, E., DOPICO, J., Y MORENILLA, L. (2005). Efectos del entrenamiento continuo e interválico de carga externa similar sobre la frecuencia cardiaca. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 13, 107-118.
- VAN GOOL, D., VAN GERVEN, D., & BOUTMANS, J. (1988). The physiological load imposed on soccer players during real match-play. In T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W.J. Murphy (Eds.), *Science and Football* (pp. 51-59). London: E. & F.N. SPON.
- ZARAGOZA, J. (1996). Baloncesto: conclusiones a partir del análisis de la actividad competitiva. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 10 (2), 21-27.

