

Monitorización de la Frecuencia Cardíaca durante los encuentros de fútbol

Monitoring of heart rate during football matches

Marco Antonio Cossio-Bolaños¹

¹*Instituto del deporte Universitario, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa (Perú).*

RESUMEN

Objetivo: Describir los conceptos básicos de crecimiento, maduración y habilidades motoras..

Metodología: Se efectuó una revisión bibliográfica de los conceptos de crecimiento, maduración y habilidades motoras. Se describe los conceptos, los factores que afectan y sus posibles interrelaciones.

Conclusión: En conclusión, el crecimiento, maduración biológica y habilidades motoras van de la mano. Estas tres variables deben ser conceptualizadas y operacionalizadas a profundidad por los profesores de educación física.

Palabras Claves: Crecimiento; Maduración; Habilidades; escolares.

ABSTRACT

Objective: To analyze the physiological tendencies of professional soccer players, especially those related to heart rate.

Methodology: A literature review study was carried out. Research and books related to the intensity of the effort developed in training and football matches were analyzed.

Conclusion: The FC in training and football matches range between 160-170bpm and due to the motor actions reflected in football matches intensity can be summarized in low and high intensity exercises.

Keywords: Soccer; Heart rate; Intensity.

Recibido: 09-10-2017

Aceptado: 15-11-2017

Correspondencia:

Marco Cossio

E-mail:

mcossio30@hotmail.com

Contenidos:

1. Introducción.
2. Evaluación de las demandas fisiológicas
3. Exigencias físicas durante los partidos
4. Frecuencia cardíaca
5. Referencias bibliográficas

Introducción.

La capacidad física en futbolistas profesionales ha sido estudiada por muchos investigadores^{1,2,3}. La mayoría de esos estudios analizan las demandas fisiológicas durante el juego o entrenamiento y según Reilly⁴ varían con el nivel de competencia, estilo de juegos y factores ambientales, así mismo, también destaca que presentan diferencias en función de la posición de juego.

En general, se considera que el fútbol es un deporte intermitente, donde los jugadores realizan diversos tipos de desplazamientos en diferentes intensidades⁵, por ejemplo, a menudo un partido de fútbol se desarrolla a una intensidad de 160-170 bpm⁶.

Los entrenamientos en el fútbol hacen suponer que el entrenamiento debe ser de baja y alta intensidad como sugiere Bangsbo⁷, donde él los trabajos de baja intensidad presentan una media de 150 bpm y el entrenamiento de alta intensidad de 170 bpm. Es por ello, que al evaluar la capacidad física, es necesario considerar la especificidad de las pruebas, donde se deben asemejar a la realidad de juego y consecuentemente esté acorde a las situaciones reales de juego.

De hecho, hasta donde se sabe, no hay un consenso respecto a las intensidades del entrenamiento en futbolistas adultos, por lo que esta revisión busca analizar Frecuencia cardíaca que los estudios han ido investigando a lo largo de los últimos años. Para esta información se han consultado bases de datos y libros, los que permitieron construir la revisión bibliográfica.

Por lo tanto el objetivo del estudio es analizar las

demandas fisiológicas de futbolistas profesionales, especialmente las que estén relacionadas con la frecuencia cardíaca.

Evaluación de las demandas fisiológicas

El proceso de monitorización de las demandas fisiológicas tiene que ver mucho con la biomecánica. Siendo su objeto de estudio el **movimiento**⁸. Este se refiere a los desplazamientos del hombre en el proceso de ejercicios físico, además analiza las acciones motoras del deportista como sistema de movimientos activos, recíprocamente relacionados⁹.

Dentro de la clasificación de la biomecánica deportiva, se considera a la **biomecánica interna** y externa, donde la biomecánica interna está relacionada con las demandas fisiológicas y bioquímicas, como por ejemplo las concentraciones de lactato sanguíneo, de amonio (NH₃), frecuencia cardíaca, entre otras variables que se investigan durante los encuentros de fútbol. Estos varían con el nivel de competencia, estilo de juego, posición de juego y factores ambientales^{4,5,6}.

Por otro lado, la biomecánica deportiva externa, implica el desarrollo externo del ser humano, observándose los movimientos que efectúan, los cuales pueden ser estudiados por medio de la estática y dinámica (estática y cinética), traduciéndose esto en distancias recorridas velocidades utilizadas, cambios de ritmo, chutar, entre otras características mecánicas como lo investigaron Apor¹⁰, entre otros autores.

La evaluación de estas variables puede ser visualizada en la tabla 1, donde Aguado-Jodar, Izquierdo Redin¹¹ distinguen claramente las características y sus indicadores mesurables.

La tecnología ayuda a medir las variables mecánicas que se presentan durante los encuentros de fútbol, destacando básicamente que dentro de las habituales estadísticas de porcentaje de posesión de balón, tiros a puerta y demás, han incorporado un dato en

Tabla 1. Clasificación de la biomecánica deportiva, según Aguado-Jodar & Izquierdo Redin¹¹.

Clasificación	Característica	Indicador	Sub-indicadores
Interno	Biológica	Fisiológica	FC
			VO _{2max}
			Otros.
		Bioquímica	Lactato
			Glucosa
			Hemoglobina
Otros.			
	Externa	Mecánica	Cinemática
			Dinámica
		Fotometría	
		Estática	
		Cinética	



Figura 1. Formas de evaluación de las acciones motoras del futbolista.

la UEFA Champions League: distancia recorrida (en metros o kilómetros) por los jugadores durante el partido. Esto puede ser observado a través de 16 cámaras que apenas se considera que haya margen de error en su medición. En la actualidad la tecnología GPS con monitor de frecuencia cardíaca y de recorrido en el campo permite evaluar a cada atleta, tanto en su valoración interna y externa. (ver figura 1).

Exigencias físicas durante los partidos

El fútbol es un juego complejo, en el que las demandas fisiológicas son multifactoriales y varían marcadamente durante el juego¹². Este deporte es considerado como una modalidad deportiva que presenta la mayor dificultad para su caracterización con relación al esfuerzo físico requerido y de la imprevisibilidad de los acontecimientos y acciones durante un partido. En este deporte exige que el atleta este preparado para regir los más diferentes estímulos de la manera más eficiente posible¹³, llevándolo a ejecutar un sinnúmero de acciones motoras durante los entrenamientos y partidos. La figura 2 muestra los cambios de dirección de un futbolista en entrenamiento.

Durante el transcurso de un partido de fútbol, los jugadores realizan diversos tipos de desplazamientos en diferentes intensidades⁵, siendo predominante la caminata y la carrera de baja intensidad¹ donde la mayoría de esas actividades es compuesta de movimientos sin balón³ y la frecuencia cardíaca oscila entre 120-200bpm (Bosco, 1996) y consecuentemente se observa elevadas concentraciones de lactato sanguíneo y amonio durante el periodo de juego. Por tanto, se puede afirmar que las características de un partido de fútbol presentan variables mecánicas como por ejemplo: distancias recorridas, velocidad empeñada, cambios de ritmo y variables fisiológicas, como la frecuencia cardíaca, concentración de lactato sanguíneo, utilización de substratos energético, entre otros aspectos. Bajo esa perspectiva, a continuación analizaremos las variables más significativas que se presentan durante los encuentros de fútbol, en especial la Frecuencia cardíaca (FC). La figura 3 muestra las dimanadas en variables fisiológicas que deben ser evaluadas constantemente.

Frecuencia cardíaca

Podemos definir la frecuencia cardíaca, como el número de contracciones del corazón por unidad de



Figura 2. Entrenamiento con cambios de dirección.



Figura 3. Tipos de variables a ser monitorizadas en el fútbol.

tiempo, producto de la actividad de uno de los órganos vitales y más importantes del cuerpo humano: el músculo cardíaco. Dado que el cuerpo humano está constituido por masa muscular, masa grasa, masa ósea y líquidos que interactúan con las fuerzas y fenómenos de la propia naturaleza, tales como la gravedad, la humedad, las cargas eléctricas, etc., de tal forma, podemos distinguir los principales factores que afectan la FC, como por ejemplo, el nivel inicial de aptitud, la frecuencia, la intensidad, duración del ejercicio y el tipo de entrenamiento.

La intensidad es uno de los factores más importantes en el entrenamiento deportivo, el que se enuncia e interpreta como calorías gastadas por unidad de tiempo, asimismo, como un determinado nivel metabólico relativo enunciado como VO_{2max} o como una determinada frecuencia cardíaca máxima y como múltiplos de la tasa metabólica de reposo. Esta es una buena alternativa el utilizar la frecuencia cardíaca para clasificar el ejercicio en términos de intensidad relativa^{14,15}, permitiendo de esta forma obtener una importante visión de lo que sucede en el cuerpo en reposo y durante el esfuerzo físico.

La FC puede ser influenciada por numerosos factores, tales como edad, temperatura corporal, sobrecarga, condición emocional, ritmo día-noche, condición de entrenamiento¹⁶. Además la magnitud de las respuestas cardiorespiratorias es graduada por la intensidad del ejercicio y las respuestas son reguladas por un complejo y bien integrado aparato del control neural y humoral. La clasificación de la intensidad del esfuerzo puede ser observada en la tabla 22 y la predicción de la FC máxima puede ser calculada de manera indirecta a través de las ecuaciones que se detallan en la tabla 2 y 3.

El método más usado para estimar el costo energético durante un partido de fútbol es el relacionado con la medida de la frecuencia cardíaca¹⁷ y se trata de un procedimiento que puede ofrecer una información valiosa al respecto, evaluando la participación del metabolismo aeróbico durante el juego⁵.

A este respecto, podemos indicar que la manera más casual de determinar la contribución del metabolismo energético para futbolistas, es por medio de la monitorización de la frecuencia cardíaca y de la relación individual con el VO_{2max} ^{15,17}. En consecuencia con

Tabla 2. Clasificación de la intensidad del esfuerzo, en FC de reserva y % e FC máxima.

	INTENSIDADES RELATIVAS	
	%FC Reserva	%FC máxima
Muy leve	<20	<35
Leve	20-39	35-54
Moderada	40-59	55-69
Difícil	60-84	70-89
Muy difícil	>=85	>=90
Máxima	100	100

Tabla 3. Ecuaciones para la predicción de la frecuencia cardiaca máxima.

Población	Ecuaciones
General	220-Edad
Hombres	220-Edad
Mujeres	226-Edad
Aletas hombres	205 – (0,5 x Edad)
Aletas Mujeres	221 – (0,5 x Edad)
Sedentarios hombres	214 – (0,8 x Edad)
Sedentarias mujeres	209 – (0,7 x Edad)
Obesos	200 – (0,5 x Edad)

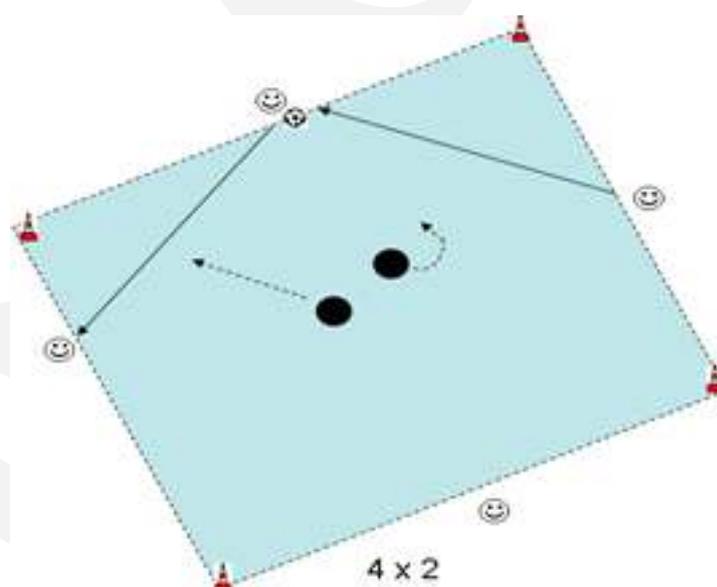
el propósito de verificar el comportamiento de la FC durante un juego en espacio reducido se determinó que la media es de 158.6ppm. La tabla 4 y figura 4 y 5 muestran la monitorización cada 2 minutos durante 10 minutos de juego.

El juego consistió en jugar en un espacio reducido de 18x18m., donde el juego se inicia con dos

jugadores en medio del cuadrado, los cuales, deben recuperar el balón y los otros cuatro deben tener la posesión del balón,. Luego el que pierde el balón entra inmediatamente a recuperar y el otro sale a participar con los otros 4 compañeros, y así sucesivamente, van rotando los jugadores (sale el más antiguo). El juego se juega inicialmente a un toque, una vez que completan a 10 toques consecutivos el juego se puede ampliar a 2

Tabla 4. Valores de la frecuencia cardiaca durante un juego (4vs2), durante un entrenamiento de fútbol.

Estadística	Frecuencia Cardiaca					
	0min	2min	4min	6min	8min	10min
X	123	145	164	161	160	163
DE	3.87	16.8	10.6	11.2	12.3	5.42
Min.	119	120	145	152	150	159
Max.	129	172	174	180	175	172

**Figura 4. Juego de 4 vs 2 en espacio reducido.**

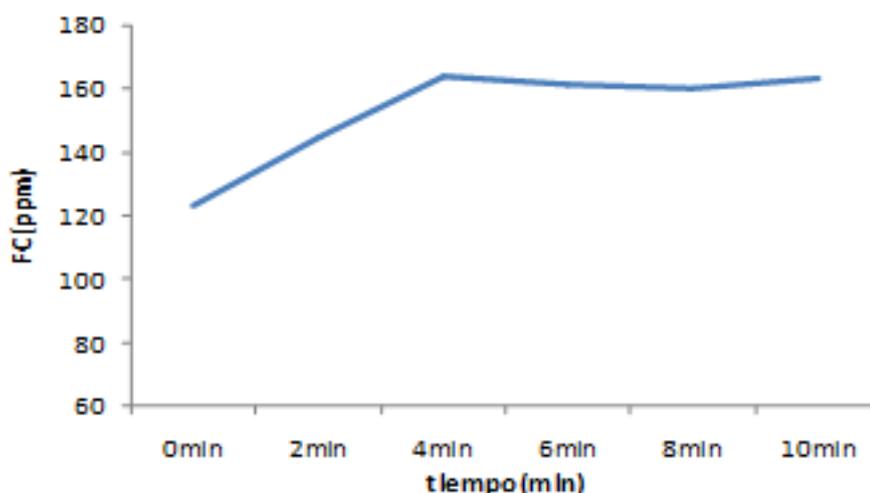


Figura 5. Monitorización de la FC durante un juego (4 vs 2) en espacio reducido.

toques.

La media de la FC en reposo en un individuo sedentario es aproximadamente de 72 contracciones por minuto, y en individuos entrenados es más baja, dependiendo del estado de entrenamiento, siendo así de gran ayuda conocer las FCs que alcanzan los futbolistas durante la competición. Este deporte se caracteriza por presentar los momentos dinámicos y estáticos, como por ejemplo, en un partido de fútbol, acciones motoras, como, el salto para el cabeceo, el chute, el choque físico en la lucha con el adversario¹⁸, posibilitando altibajos y variaciones en la FC., oscilando entre 120 a 200 latidos/minuto en delanteros y de 150 a 170 latidos/minuto en centrocampistas y defensas Por otro lado, Palma, et.al²⁰ en atletas Brasileños de fútbol de salón determinaron una FC de 187±5ppm, y Maclaren, et.al²¹ monitorizando la FC durante el juego encontró (172 ppm), representando un VO₂ de 3.95 l.min⁻¹, equivalente a una intensidad de trabajo de 82% del VO_{2max} o como señalan algunos estudios^{22,23}, donde la intensidad relativa media en que se desarrolla un partido, es aproximadamente al 85% de frecuencia cardíaca máxima. (Ver tabla 5).

Otros autores como Ekblom²⁴, describen que la frecuencia cardíaca media durante el juego es de 165-170 ppm, presentando ligeras variaciones durante el juego, entre 160 y 188 a 190 ppm., y en el mismo juego la intensidad del juego se mantienen a un 83-91% de la FC

máxima y a un 75-80% del VO_{2max}²⁴⁻²⁶.

Estos resultados en relación a la práctica de cada deporte de rendimiento, en especial en el fútbol están siendo mejorados cotidianamente, producto de las evidencias científicas publicadas en las dos últimas décadas en revistas y libros especializados y como tales aplicados a la hora de preparar a los atletas. La tabla 6, muestra valores de FCmáxima de tres categorías de futbolistas Brasileños.

En suma, algunos estudios como Motta, et.al²⁷ y Motta, et.al²⁸ destacan que el registro continuo de la FC durante el incremento gradual en las pruebas ergométricas o de campo permiten determinar intervalos de reserva de FC sub-máxima, máxima y de recuperación en relación con el tiempo, la velocidad de desplazamiento y la distancia para evaluar adaptación física al esfuerzo, así como programar cargas de entrenamiento de baja y alta intensidad aeróbica.

En consecuencia, la FC depende de la capacidad máxima de cada deportista, ya que cada atleta tiene sus propios ritmos de adaptación e intensificación compensadora respecto de sus funciones neurovegetativas ante cambios en el medio interno durante las cargas físicas.

Por lo tanto, las diferencias en el rendimiento alcanzado según Kuipers, Keizer²⁹ sirven para planificar

Tabla 5. Valores de la frecuencia cardíaca durante un partido de fútbol, según Ali, Farraly (1991).

Ubicación de juegos	Muestra		
	Profesional FCppm	Uiversitarios FCppm	Recreacion FCppm
Atacantes	172	171	173
Volantes	176	173	170
Defensores	166	156	162

Tabla 6. Valores medios de la frecuencia cardiaca máxima (ppm) y VO_{2max} (l/kg/min) de futbolistas Brasileños, según Osiecki (2002).

Categoría	Muestra				
	Frecuencia cardiaca máxima (bpm)			VO _{2max} (l/kg/min)	
	N	X	DS	X	DS
Profesional	17	190,76	6,60	58,95	4,49
Junior	12	189,00	6,43	59,88	2,17
Juvenil	23	197,78	7,97	55,33	2,83

el estímulo selectivo de la intensidad y el volumen de las cargas para su adaptación gradual, a fin de evitar un entrenamiento de intensidad y un volumen de cargas insuficientes o excesivas aplicadas en forma general, los que podrían exponer a lesiones durante los entrenamientos.

En consecuencia, este ensayo concluye que la FC en los entrenamientos y partidos de fútbol oscilan entre 160-170bpm y debido a las acciones motoras reflejadas en los partidos de fútbol la intensidad se puede resumir en ejercicios de baja y alta intensidad. La información proporcionada en este análisis puede servir para orientar y planificar los entrenamientos de los futbolistas.

Agradecimientos:

A los futbolistas profesionales del FBM Melgar (2008) evaluados para este ensayo.

Conflicto de intereses:

No existe.

Referencias bibliográficas.

- Mayhew S, Wenger, H. Time motion analysis of professional soccer. *Journal of Human Movement Studies*, London, 1985, 11, 49-52.
- Santos.J.A. Estudio comparativo, fisiológico, antropométrico e motor entre futbolistas de diferentes nivel competitivo. *Revista Paulista de educacao física*, Sao Paulo, 1999, 13(2), 146-159.
- Reilly, T, Bangsbo, J, Franks, A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, [S.l.]: Taylor & Francis, 2000, 18, 669-683.
- Reilly, T. Physiological aspects of soccer. *Biology and Sport*, London, 1994, 11, 3-20.
- Souza De J: Evolução de capacidades motoras que atuam no desempenho físico de futebolistas. Tese(Mestrado em Biodinâmica do movimento) Escola paulista de Educação física / Universidade de São Paulo, 2001.
- Reilly T, Thomas V. Motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *Journal-of-human-movement-studies*, 1987, 2(2), 1976-97.
- Bangsbo, J. The physiological profile of soccer players. *Sports Exerc. and Injury* 1998, 4, 144-150,.
- Amadio A. Considerações metodológicas da biomecânica: Areas de aplicação para análise de movimento humano: IN: ANAIS VII Congresso Brasileiro de Biomecânica, Campinas, 11-15, 1997.
- Zatsiorski, V. Biomecánica de los ejercicios físicos. Editorial Pueblo y Educación. Moscú, 1988.
- Apor P. Science and Football. F.N.Spon (ed.). 95-107, 1988.
- Aguado-Jodar X, Izquierdo-Redin, M. 16 prácticas de biomecánica. Universidad de León, 1995.
- Camera K, Gavini K.: Aspectos fisiológicos, antropométricos y nutricionales. *Revista digital Nutrinfo*, 2002.
- Barbanti VJ. Treinamento físico: bases científicas. 3. ed. São Paulo: CLR Balieiro, 116 p., 1996.
- Mcardle W, Katch F, Katch V. Fisiología do exercicio: Energia, nutricao e desempenho motor. 5ta ed., Editora Guanabara Koogan, SP. Brasil. 1998.
- Motta D, Angelino AA. Aporte de la frecuencia cardíaca en futbolistas durante el período de competencia. *Revista argentina de cardiología / 2009*, 77(1), 27-32.
- Weineck J. Biologia do esporte. Editora Manole Ltda., 2da Edicao. SP. Brasil, 1991.
- Drust B, Reilly T, Cable N. Physiological responses to laboratory-based soccer specific intermittent and continuous exercise. *Journal of Sports Sciences*, 2000, 18, 885-92.
- Hollman W, Hettinger Th. Medicina de esporte. Editora Manole Ltda., SP., Brasil, 1989.
- Comucci N, Leali G. La llanamento di condizone per il calciatore. SSS., Roma, 1986.

20. Palma H., et.al. Estudio de la demanda metabólica en partidos de fútbol sala. Anuarios V simposio Paulista de Ed., Física. Rio Claro - Brasil. 81, 1985.
21. Maclarem D. et.al. Physiological satrain in 4-a side soccer. In: T. REILLY, A. LEES., K. DAVIS and. Murphy. Science and football, London: E & FN. Spon, 76-80, 1988.
22. Van Gool D, Van Gerven D, Boutmans J. The physiological load imposed on soccer players during real match-play. In: Reilly, T., Lees A., Davis, K. Murphy, W. (Eds). Science and football. London: E & FN Spon, p. 51-59, 1988.
23. Rohde HC., Espersen T. Science in Football. E.F.Spon (ed.), 68-75, 1988.
24. Ekblom M. Applied physiology of soccer. Sport Medicine, Auckland, 1986, 3, 50-60.
25. Tumilty D. Physiological characteristics of elite soccer players. Sports Medicine, Auckland, 1993, 16(2), 80-96.
26. Tumilty D, Hahn A, Telford R, Smith R. Is lactic acid tolerance an important component of fitness for soccer?. In: Reilly, T., Lees A., Davids, K., Murphy, W. (Eds). Science and football. London: E & F. N. Spon, 81-86, 1988.
27. Motta Da, Angelino A, Saglietti J. Indicadores de fuerza y resistencia de entrenamiento en pruebas de campo de jugadores profesionales de fútbol. Rev Argent Cardiol; 2006, 4(Supl 2):38.
28. Motta DA, Gasparovic A, Moro JC, Angelino A. Correlación de límite anaeróbico con índices de velocidad e intensidad de la carga en jóvenes futbolistas. Rev Argent Cardiol; 2008, 68(Supl IV):139, 232,
29. Kuipers H, Keizer HA. Overtraining in elite athletes. Review and directions for the future. Sports Med; 1988, 6:79-92.