

# COMPARACIÓN DE DOS PRUEBAS DE RESISTENCIA AERÓBICA CONTINUA E INTERMITENTE EN CONDICIONES DE ALTURA INTERMEDIA EN ÁRBITROS DE FÚTBOL

## COMPARISON OF TWO TESTS OF AEROBIC CONSTANT AND INTERMITTENT RESISTANCE, IN CONDITIONS OF INTERMEDIATE HEIGHT IN UMPIRES OF FOOTBALL

William Orlando Gamboa Carmona<sup>1</sup>  
Darío Mendoza Romero<sup>2</sup>

### Resumen

El árbitro de fútbol tiene un nivel de exigencia cada vez mayor, es, por eso, que la Federación Internacional de Fútbol Asociado Fifa aplica un test para evaluar el rendimiento físico y busca unos indicadores para tener un control sobre ellos. El árbitro de fútbol realiza una distancia de 9 a 13 kilómetros durante un partido, en los que no está corriendo seguidamente y tiene pausas de descanso, es por eso que *el árbitro debe ser evaluado con un test que se asemeje a lo que recorre en un partido de fútbol*. Por estas razones, esta investigación pretende dar respuesta al interrogante de: ¿Existen diferencias en el rendimiento de jueces de fútbol medido en el YYTRI y el test de Cooper?

**Palabras clave:** test de rendimiento físico, resistencia aeróbica intermitente, altura intermedia, yo-yo tester, test de Cooper.

### Abstract

The umpire of football has a level of exigency every time major, is, because of it, that the international Federation of Football partner FIFA applies a test to evaluate the physical performance and to look for a few indicators to have a control on them. The umpire of football realizes a distance from 9 to 13 kilometres during a game, in which it is not running immediately afterwards and having pauses of rest, is because of it, that the umpire must be evaluated with a test that is alike what it crosses in a football match. For these reasons, this investigation tries to give response to the question of: do differences exist in the judges' (judge) performance of football measured in the YYTRI and Cooper's test?.

**Keywords:** test of physical performance, aerobic intermittent resistance, intermediate height, I I tester, test of Cooper.

**Fecha de recepción:** 21 de agosto de 2009.

**Fecha de aceptación:** 25 de septiembre de 2009.

---

<sup>1</sup>Estudiante de noveno semestre de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales.

<sup>2</sup> Profesor de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales.

## JUSTIFICACIÓN

El fútbol reúne cerca de 220 millones de personas, por ser el deporte más popular del mundo (Peiser, 2003). Un partido de fútbol exige una alta demanda de capacidad aeróbica para los jugadores y los árbitros de fútbol, estas capacidades son relevantes para un buen desempeño del árbitro de fútbol, y esto hace necesario determinar un test adecuado para valorar su resistencia, teniendo en cuenta que un árbitro de fútbol varía sus recorridos con descansos cortos a intensidades moderadas (Castagna, 2007).

## OBJETIVOS

### General

Comparar el rendimiento en una población de árbitros de fútbol, por medio de dos pruebas de resistencia aeróbica continua e intermitente, en condiciones de altura intermedia.

### Específicos

- Determinar la distancia recorrida en los dos test de resistencia aeróbica entre árbitros de fútbol.
- Hallar la Velocidad Aeróbica Máxima (VAM) obtenida en cada test de resistencia aeróbica.
- Estimar el consumo máximo de oxígeno durante la realización del yo-yo test de recuperación intermitente y el test de Cooper.

## MARCO TEÓRICO

### DISTANCIA RECORRIDA EN ÁRBITROS DE FÚTBOL

Los árbitros han reportado una distancia en promedio de 9 a 13 kilómetros (Castagna, 2007). Al comparar árbitros de talla internacional con árbitros de nivel local, se encuentra que los árbitros locales recorren 15% más que los árbitros de talla internacional (Asami, 1988). La distancia total es una variable más significativa en árbitros que en jugadores de fútbol. Estar en el espacio y tiempo correcto durante el partido puede ser una relación significativa en la cobertura total. Estrategias arbitrales y equipos agresivos pueden tener un papel en la distancia total que recorre un árbitro de fútbol.

### PRODUCCIÓN DE ENERGÍA AERÓBICA EN ÁRBITROS DE FÚTBOL

Durante un juego de fútbol, el metabolismo aeróbico para un árbitro de fútbol es significativamente uno de los que más adquiere importancia, la aportación aeróbica durante un partido de fútbol se encuentra alrededor del 80,5% y 81% del VO<sub>2</sub> máximo (Krustrup, 2001).

Estos valores son más altos que los encontrados en estudios realizados a jugadores bajo las mismas condiciones y con los mismos procedimientos para la estimación del aporte del sistema aeróbico en un partido, obteniendo valores de 70%-75% del VO<sub>2</sub>máx más bajos a comparación de los árbitros con una diferencia de 7%-14%, lo que significa que la demanda aeróbica es más alta en los árbitros de fútbol, debido a los requerimientos necesarios en un partido de fútbol para estar en el lugar adecuado y en el tiempo pertinente de cada jugada (Reilly, 1997). El aporte aeróbico es fuertemente impuesto durante el juego, siendo así el de mayor importancia y participación en un encuentro de fútbol 8 (Rodríguez e Iglesias, 1998).

## INDICADORES FISIOLÓGICOS

Los indicadores fisiológicos del fútbol están representados por las intensidades que se llevan durante un partido. Los esquemas de entrenamiento y competencia de los jugadores profesionales traen consecuencias para sus actividades habituales, requerimientos energéticos diarios y gastos calóricos.

### Frecuencia cardiaca en árbitros de fútbol

La frecuencia cardiaca (FC) controlada en árbitros de fútbol es conveniente, ya que no tienen contacto físico en el juego (Krustrup, 2001). Estudios muestran que durante la competencia en árbitros de fútbol de alto nivel pueden lograr el 85%-95% de su frecuencia cardiaca máxima en un partido completo. La disparidad en el promedio de la frecuencia cardiaca se debe a diferencias en la manera en que se evalúa la frecuencia cardiaca máxima. Krustrup y Bangsbo (2001), usan el test de la banda rodante, que consiste en caminar rápidamente 1 km/incrementar velocidad por hora (comenzando con 14 km/hora para 2 minutos luego 16 km/hora para 30 segundos) hasta el agotamiento, con el fin de examinar la FC en respuesta al ejercicio máximo.

### Concentraciones de lactato en el árbitro de fútbol

La actividad intermitente del árbitro de fútbol sugiere el cubrimiento de ambos sistemas energéticos, aeróbico y anaeróbico. Sólo dos documentos tienen reportados datos de concentraciones de lactato en árbitros de fútbol en un partido de fútbol. Además, sólo un estudio usa muestras de sangre tomadas durante el juego.

### Antropometría en el árbitro de fútbol

Un árbitro de fútbol por lo general se encuentra en un promedio de 15 a 20 años mayor con respecto a la edad de un jugador de fútbol y llega a la cumbre de su carrera cuando supera los 40 años de edad (Helsen, 2004). Los árbitros de primera división tienen de 3 a 4 años más de edad que los árbitros que se encuentran en otras divisiones, sin embargo, los de nivel competitivo más bajo llegan a tener promedios de edad de 35 años (Harley, 2002). El índice de masa corporal (IMC) es un método de medición utilizado para determinar la composición corporal (Wilmore, 1999).

### Consumo máximo de oxígeno en el árbitro de fútbol

Los jugadores y los árbitros de fútbol deben poseer un buen consumo de oxígeno para hacer frente a las intensas y continuas exigencias, con niveles que llegan estadísticamente a los 55-65 ml/kg/min (Bosco, 1985). Durante un partido de fútbol, tanto para un jugador como para el árbitro, el sistema aeróbico es el más predominante y el de mayor importancia, por lo que se hace fundamental la estimación del consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ) (Castagna, 2001). Un árbitro elite de fútbol en un partido reporta valores de  $VO_{2m\acute{a}x}$  entre 40,9 ml/kg/min y 56 ml/kg/min (Krustrup, 2001). Los árbitros más jóvenes en edades de 29 a 34 años muestran niveles de  $VO_{2m\acute{a}x}$  de 47,7 ml/kg/min, mientras que los de edad intermedia de 35 a 39 años poseen un  $VO_{2m\acute{a}x}$  de 45,9 y los más viejos, con edades entre 40 y 46 años, reportan un  $VO_{2m\acute{a}x}$  de 44,7 ml/kg/min (Bangsbo, 2004).

### Capacidad anaeróbica en el árbitro de fútbol

El metabolismo anaeróbico, aunque no tiene una frecuente participación durante un encuentro de fútbol, si desempeña un papel fundamental en de-

terminados momentos del partido para los árbitros, como en las actividades de alta intensidad (D'Ottavio, 2001). La capacidad anaeróbica está fuertemente ligada a la potencia explosiva, que por lo general es medida por la prueba de salto vertical, un árbitro de fútbol salta aproximadamente 34 cm; los más jóvenes, de 31 a 35 años muestran mejores saltos que los árbitros que sobrepasan los 36 años de edad (Castagna, 2005).

### PRUEBAS FÍSICAS EN ÁRBITROS DE FÚTBOL

Dada la alta demanda de condiciones físicas del árbitro en un partido de fútbol, es necesario determinar el estado físico en el que se encuentra. Para ello se utilizan las pruebas físicas o test, los más frecuentemente usados son el test de carrera de 12 minutos, carrera de 50 metros y carrera de 200 mts (Eissmann, 1996), pero, en busca de mejorar el rendimiento de los árbitros en el fútbol, algunos investigadores han propuesto nuevos test de campo, que se asemejan más adecuadamente a las condiciones en que un árbitro juzga durante una encuentro competitivo (Impellizzeri, 2005).

### EJERCICIO INTERMITENTE

Se define ejercicio como “el conjunto de movimientos voluntarios, planificados, estructurados y dirigidos al mantenimiento o incremento de uno o más componentes de la aptitud física” (Pate, 1995). Mientras que por intermitente se entiende que es algo que inicia, se interrumpe y vuelve a iniciar repetidamente (Casas, 2008), entonces, el ejercicio intermitente es la realización de movimientos con repetidas interrupciones hasta el agotamiento.

#### *Características del ejercicio intermitente*

- Son esfuerzos de hasta 1 minuto de duración.
- Se realizan entre el 100% y el 150% de la velocidad aeróbica máxima (VAM).
- Su orientación puede ser: intermitente “aeróbico” (ITA), o intermitente de alta intensidad (ITAI).
- Se caracteriza por alternar variaciones de intensidad, duración, frecuencia, cinética y cinemática de las acciones musculares, provocando mayor estrés periférico (muscular) que central (cardíaco).
- La participación neuromuscular y del  $VO_{2m\acute{a}x}$

es sensiblemente diferente a los esfuerzos continuos o intervalados.

### Diferencias entre el ejercicio intervalado y el ejercicio intermitente

Estos dos tipos de trabajo forman parte del grupo de los ejercicios fraccionados, que alternan las cargas con descansos entre repeticiones. Las diferencias entre el ejercicio intermitente aeróbico (ITA) e intervalado aeróbico (IN) se encuentran en la intensidad y en la duración del ejercicio realizado por los músculos (Casas, 2008). En el ejercicio ITA, se observa la alternancia entre trabajos intensos, como los máximos y supramáximos, y ejercicios más suaves con menos de un minuto de duración (Astrand, 1992). Por su parte, el ejercicio intervalado se realiza con intensidades entre el umbral láctico y el VO<sub>2</sub>máx y el ejercicio puede llegar hasta los 5 minutos (Daniels, 1984).

## METODOLOGÍA

### Sujetos

La población para este estudio consta de 64 árbitros centrales, que forman parte de los colegios Academia Colombiana de Arbitraje, Asociación de Árbitros de Fútbol, Primera B, Primera C, y Primera D, de los que se seleccionaron 12 árbitros para las pruebas a realizar, con un rango de edad de 20 a 40 años de edad. El promedio de edad de los sujetos era de 28 años (desviación estándar 5,6), de peso es 68 Kilos (desviación estándar 8,1), de estatura es de 1,76 metros (desviación estándar 0,05) y el IMC es de 21,8 (desviación estándar 2,41).

### Criterios de inclusión

- Residentes en Bogotá.
- Edad entre 20 y 30 años.
- Oficiar en las categorías Fifa, Primera A, Primera B y Primera C del fútbol colombiano.
- Ser árbitros centrales.

### Criterios de exclusión

- No ser árbitros activos.
- No formar parte del Colegio Nacional.
- Estar fuera del rango de edad de 20 a 40 años.
- No cumplir con las recomendaciones dadas.
- No realizar ejercicio físico intenso el día anterior a la prueba.

### Instrumentos

Los instrumentos que se utilizan para la muestra, consta, de una pista de atletismo, un cronómetro, conos para demarcar la pista, planillas para tomar los tiempos, reproductor de CD, CD con *software* del YYRIT, amplificador de sonido, un lápiz y borrador.

### Procedimiento

A los sujetos se les recomendó no haber realizado actividad física intensa dos días antes de la realización de las pruebas, se les informó sobre las características de las mismas; los que aceptaron firmaron el consentimiento informado.

### Protocolo del yo-yo test de recuperación intermitente (YYTRI)

Para la realización de esta prueba, se ubicaron dos marcas a 20 metros y una tercera a 5 metros detrás y a un lado de la marca de salida, en caso de evaluar varios sujetos, los campos se ubican paralelos con una distancia de dos metros entre sí.

Los árbitros empezaron la prueba tras el sonido de la primera señal, llevando la velocidad de carrera ajustada para llegar a tiempo con la siguiente señal, luego se devolvieron a la marca de salida, siguieron corriendo más despacio hasta la marca de atrás y volvieron hasta la salida a esperar la siguiente señal para empezar de nuevo el mismo recorrido, hasta cuando los sujetos ya no pudieron mantener el ritmo de velocidad conforme avanzaron las señales, a la primera llegada tarde a la marca se les hizo una advertencia y a la segunda se dio por terminada la prueba.

### Protocolo test de Cooper

La prueba se realizó en una pista atlética medida para determinar la distancia recorrida con mayor exactitud, los árbitros se ubicaron en la línea de salida y al pitazo empezaron a correr en la pista durante los 12 minutos que dura la prueba de Cooper, luego se calculó la distancia que recorrió cada árbitro.

### Tratamiento de los datos

Una vez obtenidos los registros de las pruebas, se procedió a aplicar pruebas de normalidad, para determinar qué procedimientos estadísticos se emplearían en los datos, por medio del programa de SPSS versión 16.0 para Windows. Posteriormente, se realiza con el mismo *software* el análisis descriptivo de los datos y, por último, a fin de determinar

diferencias o no significativas entre los grupos de datos (distancia en Cooper, distancia en el YYTRI y velocidades promedios), se aplican pruebas de comparación entre las medidas de las variables estudiadas.

## RESULTADOS

Los datos correspondientes a distancia en el test de Cooper ( $p=0,45$ ), distancia en el test yo yo test ( $p=0,29$ ), VAM ( $p=0,42$ ) en Cooper y VAM en el YYTRI ( $p=0,25$ ), suponen una distribución normal de los datos (Shapiro - Wilk, 1999), por lo que se aplican pruebas para métricas.

ÁRBITRO	EDAD	PESO (Kg)	ESTATURA (metros)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )
1	26	58	1,72	19,6
2	30	65	1,8	20,6
3	36	65	1,7	22,49
4	24	80	1,88	22,63
5	30	73	1,78	23,04
6	26	61	1,7	21,1
7	38	76	1,79	23,71
8	23	70	1,75	22,85
9	28	62	1,76	20,01
10	25	78	1,76	25,18
11	32	73	1,73	24,39
12	18	55	1,82	16,6
Promedio	28	68	1,76	21,8
Desviación estándar	5,6	8,16	0,05	2,41

Tabla 1. Tabla de árbitros de la muestra.

La tabla 1 muestra los datos antropométricos de los árbitros que se utilizaron para la muestra, en que el promedio de edad es de 28 años, el peso 68 kilos, con una estatura de 1,76 metros y con IMC de 21,8

ÁRBITRO	Distancia recorrida (metros)	VO2 max (ml.kg-1.min-1)	VAM (m/s)
1	2800	51,02	3,88
2	2620	47,02	3,63
3	2725	49,35	3,78
4	2620	47,02	3,63
5	2620	47,02	3,63
6	2680	48,35	3,72
7	2550	45,46	3,54
8	2620	47,02	3,63
9	2700	48,8	3,75
10	2700	48,8	3,75
11	2730	49,46	3,79
12	2880	52,8	4
Promedio	2687,08	48,51	3,73
Desviación estándar	90,66	2,01	0,12

Tabla 2. Tabla de resultados test de Cooper.

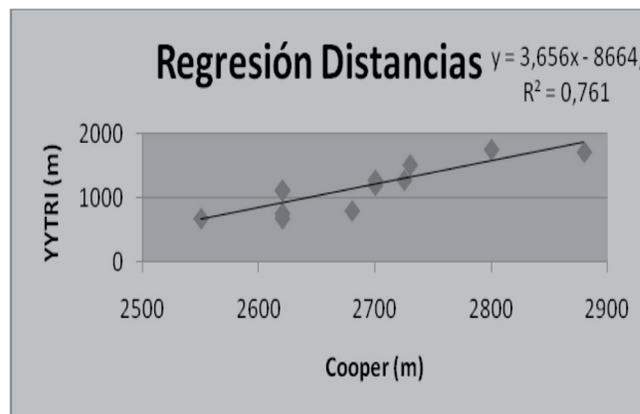
La tabla 2 muestra los resultados obtenidos en la prueba, en la que el promedio recorrido fue de 2687,08 metros, con un VO2 max de 48,51 ml\*kg<sup>-1</sup>\*min<sup>-1</sup>, con una VAM de 3,73 m/s, en el que la mayor distancia recorrida fue de 2.880 metros y la menor de 2.550 metros.

Árbitro	Nivel	Distancia recorrida (metros)	VO2 max (ml.kg-1.min-1)	VAM (m/s)
1	18,1	1760	51,18	4,58
2	14,8	760	42,78	4,02
3	16,5	1280	47,15	4,3
4	14,6	680	42,1	4,02
5	16,1	1120	45,8	4,3
6	15,1	800	43,12	4,16
7	14,6	680	42,11	4,02
8	16,1	1120	45,8	4,3
9	16,3	1200	46,48	4,3
10	16,5	1280	47,15	4,3
11	17,3	1520	49,16	4,44
12	17,8	1720	50,84	4,44
Promedio	16,15	1160	46,14	4,27
Desviación estándar	1,2	379,85	3,19	0,17

Tabla 3. Tabla de resultados YYTRI.

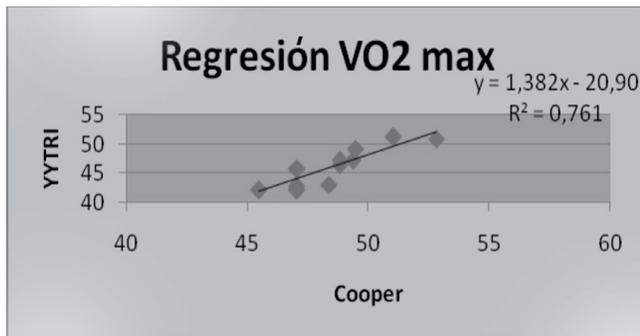
La tabla 3 muestra los resultados obtenidos en el YYTRI en árbitros de fútbol, en el que se obtiene una distancia promedio de 1.160 metros con un VO2 max de 46,14 ml.kg-1.min-1 con una VAM de 4,27 m/s.

Una vez tabulados los datos, se procede a los análisis de regresión y correlación de las variables distancia recorrida, consumo máximo de oxígeno y velocidad aeróbica máxima. los cuales se exponen en las gráficas 6, 7 y 8.



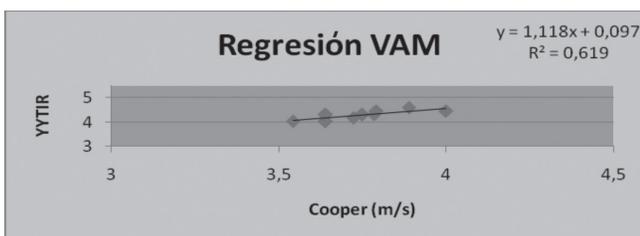
Gráfica 1. Correlación de las distancias alcanzadas por los árbitros valorados en YYTRI y Cooper.

En la gráfica 1, se ilustra la relación existente entre las distancias recorridas por cada uno de los árbitros, evaluados tanto en el test de Cooper como en el YYTRI. El valor obtenido en la ecuación de Pearson es de 0,87, indicando una correlación fuerte y positiva, es decir, que los valores de cada prueba estimada tienden a aumentar, cuando aumentan los de la otra y los puntos de coordenadas de cada individuo, se acomodan cercanos a una recta de pendiente positiva.



Gráfica 2. Correlación entre el VO2 máx de YYTRI y de Cooper.

En el diagrama de dispersión de la gráfica 2, se puede observar la dependencia que hay entre las dos variables estudiadas, en cuanto al VO2 máx estimado de las dos pruebas realizadas por los sujetos valorados. De acuerdo con el coeficiente de Pearson de 0,87, la correlación ilustrada es fuerte y positiva, dando a entender de esta manera que, cuando los resultados obtenidos a partir de Cooper tienden a subir cuando, los del YYTRI también suben.



Gráfica 3. Correlación de las variables de la VAM de YYTRI y Cooper.

En la gráfica 3, Se muestra la fuerte tendencia de cada una de las variables a aumentar sus valores, casi en la misma proporción que los de la otra variable, en cuanto a la velocidad aeróbica máxima se refiere, la correlación obtenida según la ecuación Pearson es de 0,78, dando como resultado una recta de pendiente positiva.

## DISCUSIÓN

Una de las principales dificultades para el presente estudio fue la selección de los sujetos, debido a sus distintas ocupaciones, al poco tiempo disponible para el entrenamiento en conjunto y a la disponibilidad en los horarios acordados. La muestra para este estudio tiene una edad promedio de 28 años con una desviación estándar de 5,60, en que el árbitro de menor edad tiene 18 años y el mayor tiene 38 años, con un peso promedio de 68 kg y una desviación estándar de 8,16, una estatura promedio de 1,76 metros con una desviación estándar de 0,05, y un índice de masa corporal promedio de 21,80 kg/m<sup>2</sup> desviación estándar de 2,41. Un árbitro de fútbol, para poder juzgar en nivel competitivo, debe recorrer una distancia de 2.700 metros como mínimo (Eissmann, 1996). La realización del YYTRI por los 12 árbitros valorados, para el presente estudio, deja como resultado en cuanto a distancia recorrida un promedio de 1.160 metros con desviación estándar de 379,85.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asami, T., Togari H., Ohashi, J. (1988). Analysis of movement patterns of referees during soccer matches. En: Reilly T., Lees A., Davids K., *et ál.*, editors. Science and football. E & FN Spon.
- Bangsbo J., Mohr M., Krstrup, P. (2004). *Physical capacity and match performance of top-class referees in relation to age.* J Sports Sci.
- Castagna C., y D'Ottavio, S. (2005). Competitive-level differences in yo-yo intermittent recovery and 12 min run test performance in soccer referees. *J Strength Cond Res*; 19(4),805-9.
- Castagna, C., Grant, y D'Ottavio, S. (2007). Physiological aspects of soccer refereeing performance and training. Roma.
- Castagna, C., Grant y D'Ottavio, S. (2007). *Physiological aspects of soccer refereeing performance and training*, Roma.
- D'Ottavio, S. y Castagna, C. (2001a). Physiological load imposed on elite soccer referees during actual match play. *J sports Med Phys Fitness*; 41(1), 27-32.
- D'Ottavio S. y CASTAGNA, C. (2001b). Analysis of match activities in elite soccer referees during actual match play. *J Strength Cond Res*; 15 (2): 167-71.
- Eissmann, H. y D'Hooghe, M. (1996) Sports medical examinations. En: Eissmann H. J., (ed) *The 23rd man: sports medical advice football referees*. Leipzig: Gers'one-Druck.
- Harley, R., Banks, R. y Doust, J. (2002). The development

- and evaluation of a task specific fitness test for association football referees. En: Spinks, W., Reilly T. Murphy, A. (ed) *Science and football IV*. Londres: Routledge.
- Helsen, W., Bultynck, J. (2004). Physical and perceptual-cognitive demands of top-class refereeing in association football. *J Sports Sci*; 22: 179-89.
- Impellizer, F., Rampinni, E. y Marcora, S. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *J Sports Sci*; 23.
- Krustrup, P. y Bangsbo, J. (2001). Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training. *J sports Sci*, 19, 881-91.
- Peiser, B. y Miten, J. (2001). Soccer violence. En: Rilly, T. y Williams, A. (ed) En: *science and soccer*. Segunda Edición. Londres, Routledge.
- Reilly, T. (1997a). Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *J Sports Sci*; 15, 257-63.
- Reilly, T. (1997b). Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *J Sports Sci*; 15, 257-63.
- Rodríguez, F. e Iglesias, X. (1998). The energy cost of soccer: telemetric oxygen uptake measurements versus heart rate- $\dot{V}O_2$  estimations. *J Sports Sci*; 16, 484-5.
- Wilmore, J. y Costill, D. (1999). *Physiology of sport and exercise*. Segunda edición. Champaign: Human Kinetics.