

Xavier Sanuy Bescós,
Xavier Peirau Terés,
Paco Biosca Estela,
Rocío Perdrix Ecequiel,

Departamento Ciencias Aplicadas. INEFC-Lleida
Servicios médicos Unió Esportiva Lleida.

FISIOLOGÍA DEL FÚTBOL: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Resumen

Presentamos una revisión de diversos trabajos en los que se abordó el estudio de las demandas fisiológicas del fútbol a partir de diversos indicadores. Se analizan dos indicadores externos, la distancia total recorrida por los jugadores en un partido de fútbol y su intensidad, y dos indicadores internos, frecuencia cardíaca y nivel de lactato en sangre. A partir de los resultados hallados por los diferentes autores se intenta definir qué papel juegan las distintas vías energéticas durante un partido de fútbol.

Palabras clave: fisiología, frecuencia cardíaca, fútbol, lactacidemia.

Introducción

El punto de partida para definir las demandas de una actividad deportiva es el análisis de las acciones y movimientos que se realizan durante la competición y de su intensidad (Reilly, 1990), pero en algunos deportes colectivos acíclicos e intermitentes el análisis de las necesidades energéticas presenta numerosos problemas metodológicos (Grosgeorge, 1990):

- Variabilidad de la distancia recorrida y de la velocidad.

- Modalidades específicas de desplazamiento.
- Interposición de esfuerzos isométricos entre los desplazamientos.
- Coste energético ligado a la perfección del gesto técnico.
- Posibilidad de alcanzar un mismo rendimiento solicitando vías energéticas distintas.

El fútbol se caracteriza por ser un ejercicio físico discontinuo, intermitente y de gran intensidad, en el que se alternan carreras y períodos de reposo con saltos o carrera continua de baja intensidad; obteniéndose energía para todas estas acciones a partir de las tres vías metabólicas (Ekblom, 1986), aunque no está determinada con precisión la contribución de cada una de ellas.

Es un deporte de equipo, existiendo diferencias individuales entre los jugadores que se reflejan en la función que cada uno realiza en el campo (Bangsbo y al., 1991).

Para estudiar el trabajo efectuado por cada jugador, y poder evaluar, así, su coste energético durante un partido, no es posible recurrir a indicadores directos como la determinación del VO_2 , sino que hay que basarse en la medición de un conjunto de parámetros o indicadores indirectos, que serán de dos tipos: internos (frecuencia cardíaca y lactacidemia) y externos (distancia total recorrida e intensidad) (Grosgeorge, 1990); y de esta forma la mayor parte de estudios realizados entorno a los aspectos fisiológicos del fútbol se basan en la obser-

vación de uno o varios de estos aspectos y su comparación con los resultados obtenidos en los distintos tests de valoración funcional en el laboratorio o en el propio terreno mediante acciones de simulación.

Indicadores externos

Distancia total recorrida

La evaluación de los desplazamientos efectuados ayudará a determinar el gasto energético del futbolista al final del juego. En los distintos trabajos revisados existen variaciones sustantivas en cuanto a la distancia recorrida por cada jugador, variaciones que pueden estar relacionadas, a veces, con los métodos de registro utilizados.

Se observan oscilaciones de hasta 3-4 km por partido en los trabajos de algunos autores (tabla 1), siendo los valores más bajos descritos de 7 km por partido

SALTIN (1973)	13
LACOUR (1982)	de 7 a 12
TALAGA (1983))	de 6 a 8
VAN GOOL (1987)	10'2
ASOCIACIÓN CANADIENSE DE ENTRENADORES (1988)	de 8 a 10
BANGSBO (1991)	10'8±0'9
REILLY (1990)	de 5'5 a 7'5

Tabla 1. Distancia total recorrida, por término medio, durante un partido de fútbol, según diversos autores (en kilómetros).



(Lacour, 1982) y 13 km la distancia más elevada (Saltin, 1973).

Los métodos usados para la medición de la distancia total recorrida en un partido son (Kae Oulai, 1988):

- Lápiz-papel: estimación empírica de la velocidad, clasificando el desplazamiento como andar, *jogging*, carrera o sprint. Se contabiliza la duración y velocidad de cada desplazamiento deduciendo la distancia recorrida.
- Con soporte informático: los desplazamientos filmados de cada jugador se digitalizan en una pantalla y se extraen mediante un programa informático.

Actualmente, y gracias a la aparición y popularización de nuevos programas, la segunda técnica es la que ofrece una mayor fiabilidad y debe ser, por tanto, el método elegido (Hughes, 1993) (Dufour, 1993) (Gerisch y al., 1993) (Erdmann).

Las variaciones debidas al método de registro quedan reflejadas en el trabajo de Kae (1988) en el que se muestran resultados distintos según la técnica utilizada en el análisis de un mismo partido:

- lápiz-papel: de 6 a 7'5 km..
- soporte informático: de 8 a 13'5 km.

Por otra parte, algunos autores constatan distintas distancias recorridas según el puesto que ocupa cada jugador en el equipo: defensas, centrocampistas o delanteros (por razones obvias no se incluye al portero). En la mayoría de los estudios son los centrocampistas quienes recorren una mayor distancia, desarrollando una actividad más global con gran número de carreras a intensidad submáxima, mientras que el comportamiento de atacantes y defensas se caracteriza por acciones más puntuales, alternando sprints cortos con fases de reposo relativo (Pirnay, 1991).

	BAJA	MEDIA	ALTA
Saltin (1973)	27%	49%	24%
Lacour (1982)	27%	49%	24%
Talaga (1983)	80%	10%	10%
Van Gool (1987)	42%	42'5%	7'5%
Grosgeorge (1990)	80%	—	20%
Reilly (1990)	70%	10%	20%

Tabla 2. Porcentaje de distribución de los desplazamientos en el campo según su intensidad, en distintos estudios.

Intensidad

Numerosos autores han efectuado el análisis de la intensidad del esfuerzo realizado durante el partido de fútbol, en el intento de relacionar dicho esfuerzo con el proceso metabólico que lo hace posible (tabla 2).

Para su estudio, Lacour (1982) divide la distancia global recorrida en tres intensidades:

- velocidad máxima (24%): 60-100 sprints de 3" a 6", correspondientes a una distancia de 2.500 a 3.000 m.
- velocidad media (49%): entre 4 y 8 km.
- andando (27%): durante 30'-35', equivalente a 1-2 km.

Por otra parte, Talaga (1983) reparte el total de la distancia recorrida (6-8 km) de la forma siguiente:

- 800 m (10%) a gran velocidad.
- 80%, carrera lenta, saltos y andando.

Para Reilly (1990), la intensidad de los esfuerzos realizados se puede clasificar del siguiente modo:

- sprints: entre 800 y 1.100 m.
- carrera lenta: de 2 a 4 km según el puesto ocupado en el equipo.
- velocidad elevada: 2 km.
- carrera de retroceso: 0'5 km.

Según Grosgeorge (1990), la mayor parte de los autores estiman la

carrera rápida en una distancia que ronda los 1.000 m, excepto Lacour (1982) que calcula un volumen de 2.500 a 3.000 m.

En la síntesis de los distintos trabajos analizados y citados por Grosgeorge (1990), éste propone una modelización del juego a partir del equilibrio entre carrera lenta o *jogging* y desplazamiento andando, atribuyéndose el 40% del tiempo a cada una de estas acciones; entre ambas se intercalarían esfuerzos de mayor intensidad como saltos o sprints cortos de 15 a 30 m.

Saltin (1973) establece que de los 12 km recorridos por cada jugador como distancia media, el 24% lo son a velocidad máxima, el 27% marchando y el resto a velocidad moderada. Por otra parte, Van Gool y cols. (1987) reparten los 10'2 km cubiertos en el 42% a baja intensidad, 42'6% a intensidad media y el 7'5% a intensidad elevada.

Y, por último, Pirnay y cols. (1991) dividen la intensidad de los desplazamientos en las siguientes categorías:

- Categoría 1: macha suave (*jogging*), al 50%-70% de la intensidad máxima. La energía es abastecida por el metabolismo aeróbico.
- Categoría 2: carrera a ritmo rápido, de intensidad cercana al 80%, de 5 a 15 seg. de duración, en los que se sobrepasa el umbral anaeróbico.
- Categoría 3: comprende los sprints de algunos segundos a intensidad supramáxima y las acciones explosivas como saltos o disparos de balón. Corresponde al metabolismo anaeróbico aláctico.
- Categoría 4: son los periodos de actividad reducida en los que el jugador no participa directamente en el juego.
- Categoría 5: Incluye las pausas del juego.

Indicadores internos

Además de los indicadores externos, para el análisis de las cargas que para el organismo suponen las acciones del juego del fútbol, es necesario utilizar otro tipo de parámetros o indicadores que ayuden a precisar, aunque de forma indirecta, el coste energético de los distintos movimientos. Son los indicadores internos: frecuencia cardíaca y lactacidemia.

Así, la medición de la frecuencia cardíaca, permitirá estimar la contribución de la vía aeróbica en la producción de energía, mientras que la determinación de la lactacidemia nos indicará la implicación de la vía anaeróbica láctica. El estudio de estos dos parámetros será una ayuda para profundizar en el análisis del tipo de esfuerzo realizado en el fútbol, supliendo, en parte, la limitación que supone el no disponer de un método que nos proporcione los datos de consumo de oxígeno por medición directa en una situación real de partido.

Frecuencia cardíaca

Muchos autores han efectuado el registro continuo de la FC durante un partido de fútbol como método de análisis o valoración del perfil fisiológico. Su interés estriba en la utilidad de la frecuencia cardíaca para estimar el consumo de oxígeno, constituyendo un parámetro útil para conocer el grado de intensidad del esfuerzo realizado. En la mayoría de los casos los resultados han sido bastante parecidos.

Fornaris y col. (1989) muestra la ausencia de diferencias significativas entre los dos tiempos del partido ($\bar{x}=169\pm 10$ en el primer tiempo y $\bar{x}=170\pm 8$ en el segundo); estas frecuencias representan entre el 80% y el 91% de la FC máxima determinada por prueba de esfuerzo en cicloergómetro ($\bar{x} = 193\pm 3$).

Para Chamoux (1988) la FC media a lo largo del partido se sitúa en el 90% de la FC máx., hallándose entre 150 x' y 190 x' ($\bar{x}=175\pm 5$); parecida a la hallada por Pirnay y cols. ($\bar{x}=167\pm 4$) (1991), y a la de Potiron-Josse y cols. (1980) quienes describen frecuencias cardíacas medias de 178 y 179 para cada período de partido, es decir 90% de FC máx.

Eklblom (1986) cita a Smodlaka quien refiere que la FC se sitúa en el 85% de la FC máx. durante 2/3 del partido, siendo estos valores independientes del nivel técnico de juego.

Purcell y Boyd (1986) sitúan la FC media a lo largo del partido en el rango 160-180 x', mientras que Kacani y Horsky, citados por Grosgeorge, 1990, distinguen comportamientos distintos en función de la colocación en el equipo: los delanteros tienen una FC inferior a 160 x' durante la mayor parte del partido, alcanzando, sin embargo, valores superiores a 180 x' durante más de 9 minutos; mientras que los centrocampistas presentan una FC entre 160 x' y 180 x' durante la mayor parte del tiempo de juego.

Tras el estudio de los valores de frecuencia cardíaca, Eklblom (1986) concluye que el promedio de VO₂ durante un partido normal se halla cercano al VO₂ máx.; sin embargo Vogelaere y col. (1985) consideran la FC como un mal indicador del gasto metabólico efectuado, ya que existen diversos factores, como el estrés o la temperatura, que influirán en su evolución.

Lactacidemia

La determinación de los niveles sanguíneos de ácido láctico puede ser un indicador válido de la utilización de la vía anaeróbica láctica en la producción energética. Esta vía abastecería aquellas acciones de una intensidad superior a la potencia máxima aeróbica, con

valores del 110-120% (Chamoux y col., 1988).

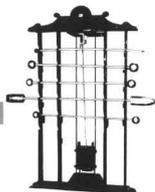
Sin embargo, los valores obtenidos únicamente son indicadores del esfuerzo realizado en los 5 minutos anteriores a la toma de la muestra de sangre, no pudiéndose utilizar estas mediciones para determinar el producto energético anaeróbico láctico del partido completo (Bangsbo y al., 1991) (Bangsbo, 1990).

Frente a esto, algunos autores han intentado fraccionar los 90' en mediciones periódicas de la lactacidemia (Grosgeorge, 1990) (De Bruyn-Prevost y al., 1983); los resultados se muestran relativamente estables a lo largo del partido, como puede verse en los resultados del estudio de Grosgeorge (1990) quien realizó mediciones de la lactacidemia durante un partido cada 15' (tabla 3). Eklblom (1986), por contra, sitúa los valores punta algo más elevados, en torno a los 12 mmoles durante las dos mitades.

Otros autores han efectuado la medición en situaciones de simulación de partido, en las que se realizan acciones de corta duración y gran intensidad en las cuales, previsiblemente, predomina el metabolismo anaeróbico (Dufo ur, 1993) (Chamoux y cols., 1988). Los resultados, en estos casos son superiores a los hallados durante el match real: entre 8 y 10 mmoles.

	MEDIA	DES.V.T.
15'	6'5	0'9
30'	5'8	1'4
45'	6'0	1'0
60'	3'5	0'6
75'	6'1	1'0
90'	7'6	1'1

Tabla 3. Resultados de las lactacidemias efectuadas, cada 15' durante un partido de fútbol, por Grosgeorge, B. (1990) (en mmol/l).



Discusión

A la vista de la gran cantidad de clasificaciones utilizadas en el análisis de la intensidad de las acciones del fútbol, así como la importante variabilidad en la cuantificación de las distancias recorridas, que se ha hallado en los artículos revisados, es indudable que, para una correcta valoración de las demandas fisiológicas generadas a lo largo de un partido, se deberá combinar el estudio de los indicadores internos y externos, beneficiándose del avance de medios técnicos como los cardifrecuencímetros, los analizadores de gases portátiles o el registro vídeo-informático, estableciendo la relación entre los resultados hallados y los valores previamente determinados, en el laboratorio o en el propio campo, de velocidad o intensidad y frecuencia cardíaca, en relación al consumo de oxígeno.

De todas formas cabe pensar que en el fútbol desempeña un papel preponderante la vía aeróbica, ya que los jugadores trabajan, la mayor parte del partido, al 75% de su potencia aeróbica máxima, según Shephard (1991), o al 80% del $\text{VO}_2 \text{ max}$, como promedio, según Ekblom (1986). Sin embargo este autor concede también una gran importancia al metabolismo anaeróbico láctico debido a las cifras de acumulación de lactato que maneja, siendo estas más elevadas cuanto más alto es el nivel del fútbol.

Por contra, otros autores como De Bruyn-Prevost y cols. (1988), consideran una sollicitación principal del metabolismo anaeróbico aláctico; o como Mayew y cols. (1987) quienes consideran el fútbol como una actividad esencialmente aeróbica en la que el 12% del tiempo está consagrado a acciones anaeróbicas alácticas. Y con el mismo criterio Rochcongar y cols. (1981) subrayan la importancia del desarrollo de la capacidad aeróbica en los

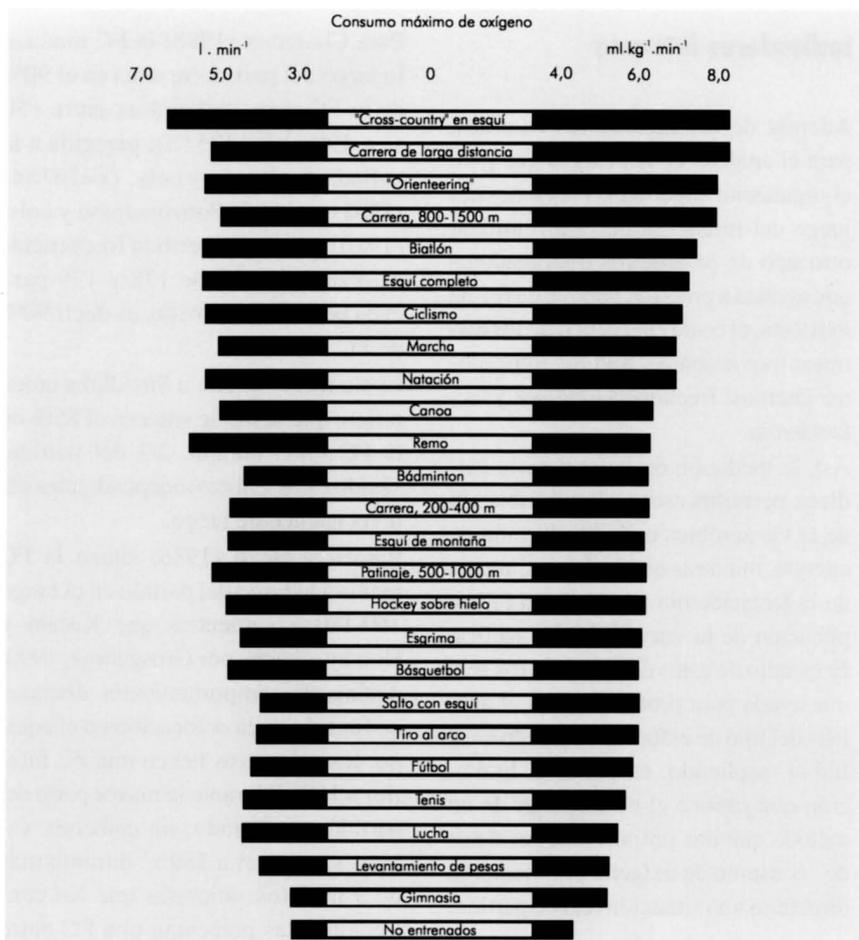


Tabla 4. Valores medios de consumo máximo de oxígeno en l/min (izquierda) y en ml/kg/min (derecha) para distintos deportes. (Tomado de Astrand y Rodahl)

futbolistas, antes de los 20 años, por su gran participación en los mecanismos energéticos. Y, al igual que todos ellos, Pirnay y cols. (1991), deduce del estudio de la FC, de la lactacidemia y de la intensidad de las acciones que los procesos anaeróbicos lácticos están poco sollicitados.

Todos los autores coinciden en la importancia de la vía aeróbica, y ello se pone de manifiesto en los distintos estudios en los que los resultados de la determinación del $\text{VO}_2 \text{ máx.}$ en jugadores de fútbol de diferentes niveles, están situados en un nivel medio-superior respecto a los practicantes de la mayoría de deportes. Las cifras

manejadas habitualmente se sitúan entre 57 y 67 ml/kg/min. (Ekblom, 1986) (Jousselin, 1990) (Chatard y cols., 1991) (Astrand y al., 1986) (González Iturri y cols., 1989) (Faina y cols., 1987) (Jousselin y cols., 1990) (tabla 4).

Sin embargo, de la observación de las frecuencias cardíacas medias halladas y de la intensidad observada en la mayor parte de la distancia recorrida en casi todos los trabajos citados, podemos deducir que en la mayor parte del tiempo de un partido las acciones efectuadas se hallan cercanas al umbral anaeróbico ya que la FC máx. teórica para individuos de entre 20 y 30 años

se sitúa entre 190-200 pulsaciones por minuto, y la FC media descrita en casi todos los trabajos revisados, 160-180 x', equivale al 80%-90% de la FC máx. Por tanto debemos pensar que estas acciones se sitúan en la zona de transición aerobia-anaerobia, efectuándose puntualmente sollicitaciones del metabolismo anaeróbico aláctico (chuts, saltos, sprints cortos).

En el análisis de la frecuencia cardíaca hay que considerar también la influencia que los niveles plasmáticos de catecolaminas circulantes, liberadas por efecto del estrés de la competición, pudieran tener sobre la FC, falseando o desfigurando la linealidad de la relación FC-VO₂. Pero hasta el momento existen pocos trabajos que arrojen luz sobre este punto, posiblemente por la complejidad del método analítico o la escasa durabilidad de las muestras.

Así pues parece clara la importancia que el trabajo o entrenamiento tendente a desplazar el umbral anaeróbico acercándolo a la FC máx. debería tener en la preparación física del futbolista. Aspecto éste que debería estar contemplado, junto a los aspectos técnicos y tácticos, en la correcta planificación de la temporada. Y una vez alcanzado el nivel físico óptimo habría que intentar mantenerlo, conjugándolo con elementos técnicos específicos y propios del fútbol para conseguir: en primer lugar, un retraso en la aparición de la fatiga; segundo, mantener durante mayor tiempo una adecuada coordinación en el gesto técnico; tercero, mejora de las habilidades técnicas en situaciones de fatiga; cuarto, mantener claridad mental en la toma de decisiones (táctica); y quinto, pero no menos importante, facilitar una más rápida recuperación orgánica.

Respecto al hecho de que los componentes de las diferentes líneas del equipo realicen trabajos distintos y, por tanto, sus demandas energéticas no sean

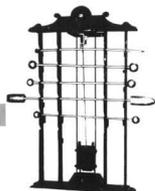
iguales, como apuntan algunos autores (Grosgeorge, 1990), habría que pensar en una programación de la preparación distinta según el puesto ocupado en el equipo (defensas, centrocampistas, delanteros y, caso aparte, porteros). A pesar de que en el fútbol moderno estas líneas están menos definidas, sí existen algunos jugadores cuyas características les encasillan en determinadas funciones (carrileros, puntas, marcadores) y que, por tanto, son susceptibles de seguir programas de preparación física con objetivos distintos. ¿Por qué no, entonces, proponer diferentes planificaciones por líneas o, mejor, por puestos, si dichas diferencias y peculiaridades están constatadas y asumidas? Y seguramente, para alcanzar los objetivos marcados, será necesario adaptar e individualizar cada una de estas planificaciones por puestos, a las necesidades particulares de cada jugador para identificar sus carencias específicas y poder trabajar en su mejora, obteniendo como resultado final el máximo aprovechamiento de cada uno de ellos. Hoy en día la preparación física en el mundo del fútbol está cobrando un papel de gran importancia —status que años atrás no disfrutaba— y numerosos son ya los clubes, profesionales o no, que cuentan entre su staff técnico con la figura del preparador físico. Pero a pesar de ello, la programación y la preparación física del futbolista aún se halla, a nuestro parecer, a una gran distancia de otros deportes también colectivos, intermitentes y de elevada intensidad (baloncesto, balonmano, rugby, hockey) respecto de otros que podríamos establecer comparaciones en el plano de las demandas físicas.

Por todo lo anterior pensamos que el seguimiento o valoración fisiológica de los futbolistas debe tener en cuenta, ante todo, el estudio de la vía aeróbica (PMA y umbral anaeróbico), y por otro lado la determinación de la potencia

anaeróbica aláctica, y a tal fin se deben programar los tests adecuados (de laboratorio y de terreno) que permitan orientar el entrenamiento de forma colectiva, por puestos e individualmente, para así mejorar las cualidades, en especial, físicas (pero también las habilidades técnicas) de cada jugador y conseguir su máximo rendimiento.

Bibliografía

- ASTRAND, P-O; RODALH, K. (1986) *Fisiología del trabajo físico*. Ed. Panamericana. Buenos Aires. Cap. 12.
- BANGSBO, J. (1990) "Usefulness of blood lactate measurements in soccer". *Science & Football*. 3, 2-7.
- BANGSBO, J; NORREGAARD, L; THORSO, F. (1991) "Activity profile of competition soccer". *Canadian Journal of Sports Sciences*. Ed. Champaign, Ill. 1991. 16 (2), 110-116.
- CHAMOUX, A. y col. (1988) "Football professionnel. Sur le terrain, suivi de l'entraînement par la fréquence cardiaque et la lactatémie". *Médecine du sport*. 62. 2, art. 87018.
- CHATARD, J.C. y cols. (1991) "Aptitud physique du footballeur". 10 *Brucosport* vzw. Bruxelles. 41-46.
- DE BRUYN-PREVOST, P.; THILLENS, R. (1983) "Evolution de la fréquence cardiaque et du taux d'acide lactique sanguin lors de rencontres de football". *Médecine du sport*. 57 (2), 48-51.
- DU FOUR, W. (1993) "Computer-assisted scouting in soccer". *Science and Football II*. E & FN Spon. London. 29, 160-166.
- EKBLOM, B. (1986) "Applied physiology of soccer". *Sports Medicine*. 3, 50-60.
- ERDMANN, W.S. "Quantification of games. Preliminary Kinematic investigations in soccer". *Science and Football II*. London. 31, 174-179.
- FAINA, M. y cols. (1987) "Definition of the physiological profile of the soccer player". *Science and Football*; First World Congress of Science and Football. Ed. Reilly, Y. y cols. Liverpool. 158-164.
- FORNARIS, E. y col. (1989) "Football. Aspects énergétiques". *Médecine du sport*. T. 63. 1, art. 88017.
- GERISH, G; REICHEL, M. (1993) "Computer and videoaided analysis of football games". *Science and Football II*. London. 30, 167-173.



- GONZÁLEZ ITURRI; FERNÁNDEZ DE PRADO (1989) "Suici ergométrique d'une équipe de football professionnel". *Cinésiologie*. 126. 216-221.
- GROSGEORGE, B. (1990) *Observation et Entraînement en sports collectifs*. Ed. INSEP-Public. Paris.
- HUGHES, M. (1993) "Notation analysis in football". *Science and Football II*. E & FN Spon. London. 29, 160-166.
- JOUSSELIN, E. y cols. (1990) "La consommation maximale d'O₂ des équipes nationales françaises de 1979 a 1988 (sportifs de plus de 20 ans)". *Science & Sports*. 5, 39-45.
- JOUSSELIN, E.; LEGROS, P. (1990) *Exploration du métabolisme énergétique chez le sportif de haut niveau*. Ed. INSEP-Publications. Paris.
- KAE OULAI, G. (1988) "L'entraînement physico-technique. Les principes d'organisation (football)". *Memoire pour le diplôme de l'INSEP*. Paris. Citado por Grosgeorge (1990).
- LACOUR, J.-R. (1982) *Aspects physiologiques du football*. Ier Congrès mondial des sciences biologiques appliquées au football. Barcelona.
- MAYEW, S.R.; WENGER, H.A. (1987) *Analyse temps-déplacement du footballeur professionnel*. Traduction INSEP. Paris. 1-4.
- PIRNAY, F. y cols. (1991) "Contraintes physiologiques d'un match de football". *Sport*. 34, 71-79.
- POTIRON-JOSSE, M. y cols. (1980) "Étude télémétrique de la fréquence cardiaque chez le footballeur de haut niveau lors de l'entraînement et lors de matches amicaux". *Médecine du sport*. 54, 291-2
- PURCELL, K.; BOYD, J. (1986) "Heart rate response to varsity football competition". *Journal of applied research in coaching and athletics*. 1, 75-82.
- REILLY, T. (1990) *Physiology of sports*. Chapman & Hall. London.
- ROCHCONGAR, P.; DASSONVILLE, J.; LESSARD, Y. (1981) "Consommation maximale, lactacidémie et football". *Médecine du sport*. 55 (3), 141-144.
- SALTIN, B. (1973) "Metabolic fundamentals in exercise". *Med. Sci. Sports*. 5, 137-146.
- SHEPHARD, R. (1991) "Energy needs of the soccer player". 10 *Brucosport vzw*. Bruxelles. 35-39.
- TALAGA, J. (1983) "Evaluation de l'activité du joueur de football et son importance dans la pratique". *Teaching team sports int. Congress*. Rome. 363-371. Citado por Grosgeorge (1990).
- VAN GOOL, D. y cols. (1987) "The physiological load imposed on soccer player during real match-play". *Science and Football*; First World Congress of Science and Football. Ed. Reilly, T. y cols. Liverpool, 51-60.
- VOGELAERE y cols. (1985) "Fútbol: una aproximación fisiológica". *Apunts de medicina de l'esport*. Vol. XXII, 103-107.