

Xavier Sanuy i Bescos,
Xavier Peirau Terés,
Paco Biosca Estela,
Rocío Perdrix Ecequiel,

Departament de Ciències Aplicades. INEFC-Lleida.
Serveis mèdics Unió Esportiva Lleida.

FISIOLOGIA DEL FUTBOL: REVISIÓ BIBLIOGRÀFICA

Resum

Presentem una revisió de diversos treballs en els quals es va tractar l'estudi de les demandes fisiològiques del futbol a partir de diversos indicadors. S'analitzen dos indicadors externs, la distància total recorreguda pels jugadors en un partit de futbol i la seva intensitat, i dos indicadors interns, freqüència cardíaca i nivell de lactat a la sang. A partir dels resultats trobats per diferents autors s'intenta definir quin paper juguen les diferents vies energètiques durant un partit de futbol.

Paraules clau: fisiologia, freqüència cardíaca, futbol, lactacidèmia.

Introducció

El punt de partida per definir les demandes d'una activitat esportiva és l'anàlisi de les accions i els moviments que es realitzen durant la competició i de la seva intensitat (Reilly, 1990), però en alguns esports col·lectius acíclics i intermitents l'anàlisi de les necessitats energètiques presenta nombrosos problemes metodològics (Grosgeorge, 1990):

- Variabilitat de la distància recorreguda i de la velocitat.

- Modalitats específiques de desplaçament.
- Interposició d'esforços isomètrics entre els desplaçaments.
- Cost energètic lligat a la perfecció del gest tècnic.
- Possibilitat d'assolir un mateix rendiment sol·licitant vies energètiques diverses.

El futbol es caracteritza per ser un exercici físic discontinu, intermitent i de gran intensitat, en què s'alternen curses i períodes de repòs amb salts o cursa contínua de baixa intensitat; on s'obté energia per a totes aquestes accions a partir de les tres vies metabòliques (Ekblom, 1986), tot i que no està determinada amb precisió la contribució de cada una d'elles.

És un esport d'equip on hi ha diferències individuals entre els jugadors, que es reflecteixen en la funció que cada un realitza en el camp (Bangsbo i al., 1991).

Per estudiar el treball efectuat per cada jugador i poder avaluar així el seu cost energètic durant un partit, no és possible recórrer a indicadors directes com ara la determinació del VO_2 , sinó que cal basar-se en la mesura d'un conjunt de paràmetres o indicadors indirectes, que són de dues menes: interns (freqüència cardíaca i lactacidèmia) i externs (distància total recorreguda i intensitat) (Grosgeorge, 1990); i d'aquesta manera la major part d'estudis realitzats al voltant dels aspectes fisiològics del futbol es basen en l'observació d'un o diversos d'aquests aspectes

i la seva comparació amb els resultats obtinguts en els diferents tests de valoració funcional en el laboratori o en el mateix terreny mitjançant accions de simulació.

Indicadors externs

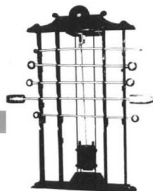
Distància total recorreguda

L'avaluació dels desplaçaments efectuats ajuda a determinar la despesa energètica del futbolista al final del joc. En els diferents treballs revisats hi ha variacions substantives quant a la distància recorreguda per cada jugador, variacions que poden estar relacionades, a vegades, amb els mètodes de registre utilitzats.

S'observen oscil·lacions de fins a 3 i 4 km per partit en els treballs d'alguns autors (taula 1); els valors més baixos descrits són de 7 km per partit (Lacour,

SALTIN (1973)	13
LACOUR (1982)	de 7 a 12
TALAGA (1983))	de 6 a 8
VAN GOOL (1987)	10'2
ASSOCIACIÓ CANADENCA D'ENTRENADORS (1988)	de 8 a 10
BANGSBO (1991)	10'8±0'9
REILLY (1990)	de 5'5 a 7'5

Taula 1. Distància total recorreguda, mitjana, durant un partit de futbol, segons diversos autors (en quilòmetres)



1982) i 13 km la distància més elevada (Saltin, 1973).

Els mètodes usats per mesurar la distància total recorreguda en un partit són els següents (Kae Oulai, 1988):

- Llapis i paper: estimació empírica de la velocitat, classificant el desplaçament com caminar, *jogging*, cursa o esprint. Es comptabilitza la durada i la velocitat de cada desplaçament deduint la distància recorreguda.
- Amb suport informàtic: els desplaçaments filmats de cada jugador es digitalitzen en una pantalla i s'extreuen mitjançant un programa informàtic.

Actualment, i gràcies a l'aparició i popularització de nous programes, la segona tècnica és la que ofereix una major fiabilitat i ha de ser, per tant, el mètode escollit (Hughes, 1993) (Dufour, 1993) (Gerisch i al., 1993) (Erdmann).

Les variacions degudes al mètode de registre queden reflectides en el treball de Kae (1988) en què es mostren resultats diferents segons la tècnica utilitzada en l'anàlisi d'un mateix partit:

- lllapis i paper: de 6 a 7,5 km.
- suport informàtic: de 8 a 13,5 km.

D'altra banda, alguns autors constaten diverses distàncies recorregudes segons el lloc que ocupa cada jugador en l'equip: defenses, centrecampistes o davanter (per raons òbvies no incloem el porter). En la majoria dels estudis són els centrecampistes els qui recorren una major distància, i desenvolupen una activitat més global amb gran nombre de curses a intensitat submàxima, mentre que el comportament d'atacants i defenses es caracteritza per accions més puntuals, alternant esprints curts amb fases de repòs relatiu (Pirnay, 1991).

	BAIXA	MITJANA	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%

Taula 2. Percentatge de distribució dels desplaçaments en el camp segons la seva intensitat, en diferents estudis

Intensitat

Nombrosos autors han fet l'anàlisi de la intensitat de l'esforç realitzat durant el partit de futbol, en l'intent de relacionar aquest esforç amb el procés metabòlic que ho fa possible (taula 2).

Per al seu estudi, Lacour (1982) divideix la distància global recorreguda en tres intensitats:

- velocitat màxima (24%): 60-100 esprints de 3" a 6", que corresponen a una distància de 2.500 a 3.000 m.
- velocitat mitjana (49%): entre 4 i 8 km.
- caminant (27%): durant 30'-35', equivalent a 1-2 km.

D'altra banda, Talaga (1983) reparteix el total de la distància recorreguda (6-8 km) de la manera següent:

- 800 m (10%) a gran velocitat.
- 80%, cursa lenta, salts i caminant.

Per a Reilly (1990), la intensitat dels esforços realitzats es pot classificar de la manera següent:

- esprints: entre 800 i 1.000 m.
- cursa lenta: de 2 a 4 km segons el lloc que s'ocupa a l'equip.
- velocitat elevada: 2 km.
- cursa en retrocés: 0,5 km.

Segons Grosgeorge (1990), la major part dels autors estimen la cursa ràpida en una distància que voreja els 1.000 m, excepte Lacour (1982) que calcula un volum de 2.500 a 3.000 m.

En la síntesi dels diferents treballs analitzats i esmentats per Grosgeorge (1990), aquest proposa una modelització del joc a partir de l'equilibri entre cursa lenta o *jogging* i el desplaçament caminant, atribuint-se el 40% del temps a cada una d'aquestes accions; entre totes dues s'intercalarien esforços de major intensitat com ara salts o esprints curts de 15 a 30 m.

Saltin (1973) estableix que dels 12 km recorreguts per cada jugador com a distància mitjana, el 24% ho són a velocitat màxima, el 27% marxant i la resta a velocitat moderada. D'altra banda, Van Gool i col. (1987) reparteixen els 10,2 km coberts en el 42% a baixa intensitat, el 42,6% a intensitat mitjana i el 7,5% a intensitat elevada.

I, finalment, Pirnay i col. (1991) divideixen la intensitat dels desplaçaments en les categories següents:

- Categoria 1: marxa suau (*jogging*), al 50%-70% de la intensitat màxima. L'energia l'aporta el metabolisme aeròbic.
- Categoria 2: cursa a ritme ràpid, d'intensitat propera al 80%, de 5 a 15 seg. de durada en què se sobrepassa el llindar anaeròbic.
- Categoria 3: comprèn els esprints d'alguns segons a intensitat supramàxima i les accions explosives com salts o trets de pilota. Correspon al metabolisme anaeròbic alàctic.
- Categoria 4: són els períodes d'activitat reduïda en què el jugador no participa directament en el joc.
- Categoria 5: inclou les pauses del joc.

Indicadors interns

A més dels indicadors externs, per analitzar les càrregues que suposen per a l'organisme les accions del joc del futbol, és necessari emprar una altra mena de paràmetres o indicadors que ajudin a precisar, encara que de manera indirecta, el cost energètic dels diferents moviments. Són els indicadors interns: freqüència cardíaca i lactacidèmia.

Així, el mesurament de la freqüència cardíaca permet estimar la contribució de la via aeròbica en la producció d'energia, mentre que la determinació de la lactacidèmia ens indica la implicació de la via anaeròbica làctica. L'estudi d'aquests dos paràmetres és un ajut per aprofundir en l'anàlisi del tipus d'esforç realitzat en el futbol, suplint, en part, la limitació que suposa no disposar d'un mètode que ens proporcioni les dades de consum d'oxigen per mesurament directe en una situació real de partit.

Freqüència cardíaca

Molts autors han fet el registre continuat de la FC durant un partit de futbol com a mètode d'anàlisi o valoració del perfil fisiològic. El seu interès rau en la utilització de la freqüència cardíaca per estimar el consum d'oxigen, constituint un paràmetre útil per conèixer el grau d'intensitat de l'esforç realitzat. En la majoria dels casos els resultats han estat força semblants.

Fornaris i col. (1989) mostren l'absència de diferències significatives entre els dos temps del partit ($\bar{x}=169\pm10$ en el primer temps i $\bar{x}=170\pm8$ en el segon); aquestes freqüències representen entre el 80% i el 91% de la FC màxima determinada per prova d'esforç en cicloergòmetre ($\bar{x}=193\pm3$).

Per a Chamoux (1988) la FC mitjana al llarg del partit se situa en el 90% de la FC màx., i es troba entre 150 x' i 190 x'

($x=175\pm5$); semblant a la trobada per Pirnay i col. ($x=167\pm4$) (1991), i a la de Potiron-Josse i col. (1980) els quals descriuen freqüències cardíques mitjanes de 178 i 179 per a cada període de partit, és a dir 90% de FC màx.

Eklblom (1986) esmenta Smolaka, el qual diu que la FC se situa en el 85% de la FC màx. durant 2/3 del partit, sent aquests valors independents del nivell tècnic de joc.

Purcell i Boyd (1986) situen la FC mitjana al llarg del partit en el rang 160-180 x', mentre que Kacani i Horsky, esmentats per Grosgeorge, 1990, distingeixen comportaments diferents en funció de la col·locació en l'equip: els davanter tenen una FC inferior a 160 x' durant la major part del partit, assolint, tanmateix, valors superiors a 180 x' durant més de 9 minuts; mentre que els migcampistes presenten una FC entre 160 x' i 180 x' durant la major part del temps de joc.

Després d'estudiar els valors de freqüència cardíaca, Eklblom (1986) conclou que la mitjana de VO_2 durant un partit normal es troba proper al VO_2 màx.; tanmateix Vogelaere i col. (1985) consideren la FC com un mal indicador de la despesa metabòlica efectuada, ja que hi ha diversos factors, com l'estrès o la temperatura, que influeixen en la seva evolució.

Lactacidèmia

La determinació dels nivells sanguinis d'àcid làctic poden ser un indicador vàlid de la utilització de la via anaeròbica làctica en la producció energètica. Aquesta via abastaria aquelles accions d'una intensitat superior a la potència màxima aeròbica, amb valors del 110-120% (Chamoux i col., 1988).

Tanmateix, els valors obtinguts únicament són indicatius de l'esforç realitzat en els 5 minuts anteriors a la presa de la mostra de sang, i no es poden utilitzar

aquests mesuraments per determinar el producte energètic anaeròbic làctic del partit complet (Bangsbo i al., 1991) (Bangsbo, 1990).

Davant d'això, alguns autors han intentat fraccionar els 90' en mesuraments periòdics de la lactacidèmia (Grosgeorge, 1990) (De Bruyn-Prevost i al., 1983); els resultats es mostren relativament estables al llarg del partit, com es pot veure en els resultats de l'estudi de Grosgeorge (1990) el qual va realitzar mesuraments de la lactacidèmia durant un partit cada 15' (taula 3). Eklblom (1986), en canvi, situa els valors punta una mica més elevats, al voltant dels 12 mmols durant dues meitats.

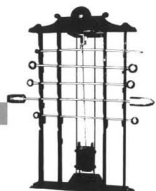
Uns altres autors han efectuat el mesurament en situacions de simulació de partit, en què es realitzen accions de curta durada i gran intensitat en les quals, previsiblement, predomina el metabolisme anaeròbic (Dufour, 1993) (Chamoux i col., 1988). Els resultats, en aquests casos són superiors als trobats durant el partit real: entre 8 i 10 mmols.

Discussió

Veient la gran quantitat de classificacions emprades en l'anàlisi de la intensitat de les accions del futbol, així com la important variabilitat en la quantificació de les distàncies recorregudes,

	MITJANA	DESV.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

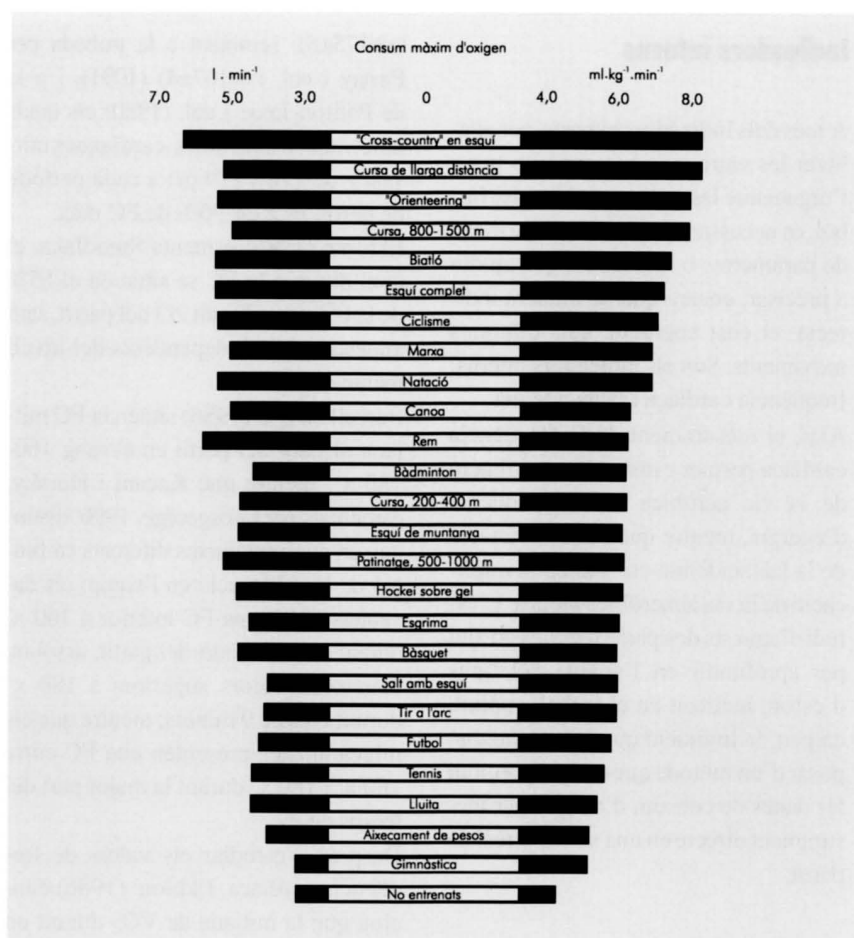
Taula 3. Resultats de les lactacidèmies efectuades cada 15' durant un partit de futbol. Per Grosgeorge, B. (1990) (en mmol/l)



que s'ha trobat en els articles revisats, és indubtable que, per una correcta valoració de les demandes fisiològiques generades al llarg d'un partit, s'haurà de combinar l'estudi dels indicadors interns i externs beneficiant-se de l'avenç de mitjans tècnics com els cardiofreqüenciòmetres, els analitzadors de gasos portàtils o el registre vídeo-informàtic, establint la relació entre els resultats trobats i els valors prèviament determinats, en el laboratori o en el propi camp, de velocitat o intensitat i freqüència cardíaca, en relació al consum d'oxigen.

De tota manera, cal pensar que el futbol exerceix un paper destacat la via aeròbica, ja que els jugadors treballen, la major part del partit, al 75% de la seva potència aeròbica màxima, segons Shephard (1991), o al 80% del VO_2 màx., com a mitjana, segons Ekblom (1986). Tanmateix, aquest autor també dóna una gran importància al metabolisme anaeròbic làctic a causa de les xifres d'acumulació del lactat que maneja, les quals són més elevades com més alt és el nivell del futbol.

En canvi, altres autors com De Bruyn-Prevost i col. (1988), consideren una sol·licitació principal del metabolisme anaeròbic alàctic; o com Mayew i col. (1987) els quals consideren el futbol com una activitat essencialment aeròbica en la qual el 12% del temps està consagrat a accions anaeròbiques alàctiques. I amb el mateix criteri Rochcongar i col. (1981) subratllen la importància del desenvolupament de la capacitat aeròbica en els futbolistes, abans del 20 anys, per la seva gran participació en els mecanismes energètics. I, igual que tots ells, Pirnay i col. (1991), dedueix de l'estudi de la FC, de la lactacidèmia i de la intensitat de les accions que els processos anaeròbics làctics estan poc sol·licitats.



Taula 4. Valors mitjans de consum màxim d'oxigen en l/min. (esquerra) i en ml/kg/min. (dreta) per a diferents esports. (Pres d'Astrand i Rodahl)

Tots els autors coincideixen a destacar la importància de la via aeròbica, i això es posa de manifest en els diferents estudis en què els resultats de la determinació del VO_2 màx. en jugadors de futbol de diferents nivells estan situats en un nivell mitjà-superior respecte dels practicants de la majoria d'esports. Les xifres manejades habitualment se situen entre 57 i 67 ml/kg/min. (Ekblom, 1986) (Jousselin, 1990) (Chatard i col., 1991) (Astrand i col., 1986) (González i col., 1989) (Faina i col., 1987) (Jousselin i col., 1990) (taula 4).

Tanmateix, de l'observació de les freqüències cardíques mitjanes trobades i de la intensitat observada en la major part de la distància recorreguda en quasi tots els treballs esmentats, podem deduir que en la major part del temps d'un partit les accions efectuades són properes al llindar anaeròbic ja que la FC màx. teòrica per a individus d'entre 20 i 30 anys se situa entre 190-200 pulsacions per minut, i la FC mitjana descrita en quasi tots els treballs revisats, 160-180 x', equival al 80%-90% de la FC màx. Per tant, hem de pensar que aquestes accions se situen en la zona de transició

aeròbia-anaeròbia, efectuant-se puntualment sol·licitacions del metabolisme anaeròbic alàctic (xuts, salts, esprints curts).

En l'anàlisi de la freqüència cardíaca s'ha de considerar també la influència que els nivells plasmàtics de catecolamines circulants, alliberades per efecte de l'estrès de la competició, puguin tenir sobre la FC, falsejant o desfigurant la linearitat de la relació FC-VO₂. Però fins al moment existeixen pocs treballs que donin llum sobre aquest punt, possiblement per la complexitat del mètode analític o l'escassa durabilitat de les mostres.

Així doncs, sembla clara la importància que el treball o l'entrenament tendent a desplaçar el llindar anaeròbic acostant-lo a la FC màx. hauria de tenir en la preparació física del futbolista. Aquest aspecte hauria d'estar contemplat, juntament als aspectes tècnics i tàctics, en la correcta planificació de la temporada. Un cop s'ha arribat al nivell físic òptim, s'hauria de mantenir, conjugant-lo amb elements tècnics específics i propis del futbol per tal d'aconseguir: en primer lloc, un retard en l'aparició de la fatiga; segon, mantenir durant més temps una adequada coordinació en el gest tècnic; tercer, millora de les habilitats tècniques en situacions de fatiga; quart, mantenir claredat mental en la presa de decisions (tàctica); i en cinquè lloc, però no menys important, facilitar una recuperació orgànica més ràpida.

Respecte al fet que els components de les diferents línies de l'equip realitzen treballs diferents i, per tant, les seves demandes energètiques no són iguals, com apunten alguns autors (Grosgeorge, 1990), s'hauria de pensar en una programació de la preparació diferent segons els llocs ocupats en l'equip (defenses, migcampistes, davaners i, cas apart, porters). Malgrat

que en el futbol modern aquestes línies són menys definides, sí que existeixen alguns jugadors amb característiques especials que els encasellen per determinades funcions (carrilers, puntes, marcadors) i que, per tant, són susceptibles de seguir programes de preparació física amb objectius diferents. Per què, aleshores, no proposar diferents planificacions per línies o, millor, per llocs, si aquestes diferències i peculiaritats són constatades i assumides? I, segurament, per assolir els objectius marcats, caldrà adaptar i individualitzar cada una d'aquestes planificacions per llocs, a les necessitats particulars de cada jugador, per tal d'identificar les seves carències específiques i poder treballar per millorar-les, obtenint com a resultat final el màxim aprofitament de cada un d'ells.

Avui dia, la preparació física en el món del futbol té un paper de gran importància —estàtus que anys enre no tenia— i nombrosos són ja els clubs, professionals o no, que compten entre el seu estaf tècnic amb la figura del preparador físic. Tanmateix, la programació i la preparació física del futbolista encara es troba, segons el nostre parer, a una gran distància d'altres esports també col·lectius, intermitents i de gran intensitat (bàsquet, handbol, rugbi, hoquei) respecte dels quals podríem establir comparacions en el pla de les demandes físiques.

Per tot això, pensem que el seguiment o la valoració fisiològica dels futbolistes ha de tenir en compte, sobretot, l'estudi de la via aeròbica (PMA i llindar anaeròbic), i d'altra banda la determinació de la potència anaeròbica alàctica, i amb aquesta finalitat s'han de programar els tests adequats (de laboratori i de terreny) que permetin orientar l'entrenament de manera col·lectiva, per llocs i indivi-

dualment per millorar les qualitats especialment físiques (però també tècniques) de cada jugador i aconseguir el seu màxim rendiment.

Bibliografia

- ASTRAND, P-O; RODALH, K. (1986) *Fisiologia del trabajo físico*. Ed. Panamericana. Buenos Aires. Cap. 12.
- BANGSBO, J. (1990) "Usefulness of blood lactate measurements in soccer". *Science & Football*. 1990. 3, 2-7.
- BANGSBO, J; NORREGAARD, L; THORSO, F. (1991) "Activity profile of competition soccer". *Canadian Journal of Sports Sciences*. Ed. Champaign, Ill. 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.
- DUFOUR, 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)". *Mémoire 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.
- ROCHONGAR, P.; DASSONVILLE, J.; LESSARD, Y. (1981) "Consommation maximale, lactacidémie et football". *Médecine du sport*. 1981. 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.