

Vrije Universitet Brussel. Bélgica.
INEF de Catalunya

Fútbol: una aproximación fisiológica

Peter Vogelaere; Natàlia Balagué; Miguel Martínez

Resumen

Los autores estudian las contribuciones y limitaciones de la Fisiología frente a las posibilidades de valoración de la aptitud física de los jugadores de fútbol.

Resum

Els autors estudien les contribucions i limitacions de la Fisiologia davant de les possibilitats de valoració de l'aptitud física del jugador de futbol.

Abstract

The authors study the contribution and limitation of the Physiology in the estimation of the Physical Fitness of the soccer player.

Palabras clave: Fútbol, Frecuencia Cardíaca, VO₂

I. Introducción

El estudio fisiológico del jugador de fútbol no tiene en cuenta los problemas relacionados con la táctica de juego; por otra parte, sólo cuenta con limitadas posibilidades para atacar, de forma directa, el estudio de los diversos problemas que plantea la técnica.

Esta constatación parece limitar de forma importante la contribución de la Fisiología al estudio sistemático del fútbol. Sin embargo, tanto la estrategia de juego como ciertos imperativos tácticos, no pueden llevarse a cabo si el jugador no posee sufi-

ciente energía para poder estar presente en el momento oportuno allí donde la situación de juego lo exige y donde podrá poner en evidencia su habilidad técnica.

Son pues estos aspectos puramente energéticos los que deben ser estudiados en primer término desde el punto de vista fisiológico.

II. Evaluación de las necesidades energéticas

Las principales reservas energéticas movilizadas durante el juego están en estrecha relación

con los desplazamientos efectuados por el jugador (LACOUR, 1982). Entre estos desplazamientos los sprints son, sin lugar a dudas, la actividad física que exige un mayor gasto energético (DUFOR, 1981). Estos sprints parecen ser el elemento más importante del juego ya que se llevan a cabo siempre en los alrededores del balón y se terminan, por regla general, con una fase técnica de juego como puede ser una recepción, una intercepción, un pase o un tiro.

Por término medio, cada jugador efectúa por partido un centenar de sprints cuya duración varía de 3 a 10 segundos (CHRISTIAENS, 1966). Según LACOUR (1982) el conjunto de estos sprints corresponde a un desplazamiento del orden de 2500 a 3000 metros. Estos sprints se realizan entre períodos de carrera de ritmo medio, necesarios para que el jugador se mantenga en estrecho contacto con la evolución global de la situación de juego (CALLAERT, 1982).

El jugador consagra por término medio, a lo largo de un partido de 90 minutos de duración, de 40 a 50 minutos a desplazamientos de carrera a ritmo medio, lo que corresponde a un recorrido del orden de 4000 a 8000 metros (LACOUR, 1981). Además de estos desplazamientos podemos constatar que el ju-

gador, durante los 30 a 35 minutos restantes, o bien permanece quieto o bien recorre el terreno caminando del orden de 1000 a 2000 metros.

Según SALTIN (1973), el trayecto total recorrido sería, por jugador y en función de su demarcación, del orden de 7 a 12 Km. Este autor no tuvo en cuenta en su afirmación las nuevas formas tácticas del fútbol tales como el "Pressing Fútbol" (DEFOUR, 1982).

AÑO	1966	1982
Tipo de Formación	4-2-4	Pressing Football
Media	7344	6568
Defensa	5100	4398
Delantero Centro	5654	3916
Líbero	3400	4500

Tabla 1 Estimación de la distancia recorrida (metros) a lo largo de un partido de fútbol en función de la demarcación (Christians, 1966; Dufour, 1982).

En base a estos datos podemos afirmar que la táctica más moderna del fútbol precisa de un esfuerzo más homogéneo por parte del conjunto del equipo, lo que no ocurre con las tácticas en que cada jugador ocupa una demarcación específica en el seno del equipo.

Si admitimos que un partido consiste en la suma de desplazamientos efectuados caminando, corriendo a velocidad moderada o bien en forma de sprints, debemos admitir que desde el punto de vista puramente funcional un partido de fútbol viene representado principalmente por una sucesión de procesos aeróbicos entrecortados por picos de anaerobiosis de corta duración. Tan sólo la frecuencia cardíaca puede testimoniar las evoluciones metabólicas de un sujeto durante una competición (DEROANNE, 1971; DUFOUR, 1982).

En la tabla 2 hemos recogido la evolución de la frecuencia cardíaca registrada por teleme-

tría en fases de juego similares presentadas a lo largo de un entrenamiento, en partido amistoso y durante la competición.

A la vista de estos resultados, podemos pensar que el cálculo de la frecuencia cardíaca es un mal indicador del gasto metabólico llevado a cabo por un jugador durante un partido de fútbol. Debemos tener en cuenta que el factor de stress es indudablemente determinante (LEVI, 1975;

función cardiorespiratoria de los jugadores de fútbol parece haber sido estudiada de forma corriente aunque no sistemática. Sin embargo, los valores encontrados en la literatura muestran algunas divergencias que no pueden ser explicadas por la técnica de medición utilizada (BOBERT, 1960; HOLLMAN, 1971; MC KAY, 1976; VOGELAERE, 1981).

Presentamos en la tabla 4 los valores de la capacidad aeróbica de los jugadores de dos equipos de fútbol belgas de 1ª división nacional y de nivel intereuropeo: el "Royal Sporting Club d'Anderslecht" y el "Racing White Daring de Molenbeek". La prueba de esfuerzo utilizada para la determinación de la capacidad aeróbica consistió en pedaleo sobre cicloergómetro aplicando incrementos de carga rectangulares, de minuto en minuto, hasta llegar al agotamiento del sujeto (Vita Max) (S'JONGERS, 1969).

Estos valores de VO_2 máx y VO_2Kg^{-1} máx obtenidos por cicloergometría parecen ser inferiores a otros valores tomados de la literatura.

También intentamos verificar si un método de determinación de VO_2 máx de esfuerzos fraccio-

VAN FRAECHEM-RAWAY, 1976; SAUBLEN, 1982).

III. Modos de determinación de los potenciales metabólicos

Hasta la fecha, y en el medio cerrado del laboratorio, sólo la

FASE DE JUEGO	ENTRENAMIENTO	PARTIDO	
		AMISTOSO	COMPETICIÓN
Reposo	66 - 72	—	72 - 108
Calentamiento	78 - 138	96 - 126	138 - 150
Carrera	120 - 150	126 - 132	120 - 162
Carrera en fase de juego	150 - 160	162 - 168	156 - 180
Sprint con balón	120 - 150	150 - 174	162 - 216
Dribling	150 - 168	150 - 180	144 - 210
Pase en carrera	120 - 144	138 - 150	144 - 156
Tackling	78 - 114	126 - 150	138 - 168
Juego de cabeza	150	160	180
Penalty			
Sin portero	126		
Con portero			150 - 180

Tabla 2 Evolución de la frecuencia cardíaca instantánea (Rango) en función de la situación de juego (Dufour, 1982).

		N	VO ₂ (l min ⁻¹)		VO ₂ kg ⁻¹ (ml min ⁻¹)	
			\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
Hollmann	(Alemanya)	1962	—	5,1	—	—
Vandenbossche	(Bèlgica)	1968	17	3,7	—	—
Agnevik	(Suècia)	1970	—	—	58,6	—
Flandrois	(França)	1970	—	—	58,4	—
D'Hoe	(Bèlgica)	1970	34	3,35	0,34	—
Deroanne	(Bèlgica)	1971	4	—	—	53,5
Flandrois	(França)	1977	—	—	—	63,4
Lacour	(França)	1980	—	—	—	70,2
Pirnay	(Bèlgica)	1980	31	—	—	64,7

Tabla 3 Valores de la capacidad aeróbica en jugadores de fútbol. -Revisión de la literatura-

		N	VO ₂ (l min ⁻¹)		VO ₂ kg ⁻¹ (ml min ⁻¹)	
			\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
Anderlecht	1973	13	3,80	0,55	51,1	7,4
Anderlecht	1975	15	3,72	0,44	49,4	4,6
R.W.D.M.	1979	12	3,41	0,76	46,1	8,1
R.W.D.M.	1980	12	3,40	0,44	43,5	5,3
R.W.D.M.	1981	13	3,33	0,29	43,5	2,0
R.W.D.M.	1982	12	3,92	0,54	51,3	8,2

Tabla 4 Valores de la capacidad aeróbica de jugadores belgas pruebas en cicloergómetro.

nados sobre cinta continua, que se adaptara más a las necesidades reales de la competición, podría o no modificar los valores

obtenidos. La técnica utilizada consistió en una sucesión de 3 sprints realizados a lo largo de un mismo minuto en intervalos

DURACIÓN DE CADA NIVEL	ESFUERZO	REPOSO RELATIVO	% DE INCLINACIÓN
	1 MIN.	1 MIN.	
Nº NIVEL	VELOCIDAD SPRINT (km h ⁻¹)	VELOCIDAD	
1	5 - 7,5	5	10
2	5 - 10	5	10
3	5 - 12,5	5	10
4	5 - 15	5	10
5	5 - 17,5	5	10
6	5 - 20	5	10
7	5 - 20	5	15
8	5 - 20	5	20
9	5 - 20	5	20
10	5 - 20	5	20

Tabla 5 Metodología de la determinación del VO₂máx. mediante un test sobre cinta continua de tres sprints cortos sucesivos efectuados dentro de un mismo min. con intervalos de 2 min.

y a potencias cada vez mayores. Después de cada período de reposo relativo de 1 minuto de duración en el que el sujeto caminó a una velocidad constante de 5Km/h. En la tabla 5 presentamos el esquema experimental del esfuerzo fraccionado impuesto.

La sucesión de períodos de carrera y de reposo relativo de dicho esquema experimental, puede compararse al tipo de esfuerzo a intervalos realizado durante un partido de fútbol. La tabla 6 compara los resultados obtenidos en diversas variables cardiorespiratorias, por una población de futbolistas y por una población medianamente entrenada que no practicaba fútbol, en el test de esfuerzo fraccionado y en la prueba cicloergométrica enunciada (Vita Max).

En base a estos resultados, podemos afirmar que el test de esfuerzo fraccionado realizado en la otra cinta continua, no aporta ninguna contribución complementaria a los valores de las variables cardiorespiratorias obtenidos por cicloergometría. La duración del ejercicio es significativamente más larga en esta prueba, que se asemeja en la medida de las posibilidades a las condiciones reales de juego, y el VO₂Kg⁻¹ no parece alcanzar los valores de cresta observados en la cicloergometría clásica.

IV. Determinación de la capacidad aeróbica en jóvenes jugadores de fútbol.

Si intentamos detectar jóvenes talentos o futuros campeones en el fútbol, parece que la sola apreciación técnica sea insuficiente. Es así como existe una tendencia en el seno de ciertos clubs de fútbol belgas de introducir el control cardiorespirato-

N	FUTBOLISTA 20				NO FUTBOLISTA 20			
	CINTA CONTINUA		BICICLETA		CINTA CONTINUA		BICICLETA	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
F. CARD (Batt min. ⁻¹)	174.2	8.2	172.6	8.8	178.7	9.1	179.6	9.2
VO ₂ (l. min. ⁻¹)	3.34	0.29	3.81	0.52	3.57	0.67	3.58	0.75
VO ₂ kg ⁻¹ (ml. min. ⁻¹)	44.96	4.96	51.47	5.44	48.71	7.30	49.01	10.00
POULS O ₂ (ml. Batt ⁻¹)	21.32	2.67	22.83	3.83	22.12	4.50	20.83	4.41
DUREE (min.)	19.16	1.91	9.74	1.06	19.68	2.21	9.33	1.21

Tabla 6 Comparación de los valores de las variables cardio-respiratorias obtenidos a través de una prueba de esfuerzo fraccionado sobre cinta continua y de una prueba sobre cicloergómetro (Vita máx.) en función de la población estudiada (futbolistas-no futbolistas).

rio en los jóvenes que presentan aptitudes técnicas. De esta manera se pretende realizar un reclutamiento más riguroso en la selección de los "cadetes", "infantiles" y otros grupos de edad.

Presentamos en la tabla 7 los resultados de diversas variables cardiorespiratorias obtenidos por medio de una prueba cicloergométrica de tipo Vita Max adaptada a la edad de los sujetos (VOGELAERE, 1981). Estos valores se comparan con el baremo establecido para la población belga.

La capacidad aeróbica representada por el consumo relativo de O₂ por kilo de masa corporal, así como la rentabilidad cardiovascular representada por el pulso de O₂ son significativamente superiores (P 0,05) en los jóvenes seleccionados que en la población de referencia. Sigue siendo una incógnita la influencia de factores hereditarios puestos en evidencia por la selección (KLISSOURAS, 1973).

V. Conclusiones

Fuera de la investigación cardio-respiratoria que sólo puede efectuarse en el laboratorio, y

	ANDERLECHT		BAREMOS BELGAS	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
EDAD (Años)	11.6	0.3	11.0	0.6
PESO (kg.)	35.1	5.5	34.2	5.6
TALLA (cm.)	145.2	7.2	144.0	7.3
POTENCIA MÁX. WATT	148.4	25.8	141.8	19.8
DESARROLLADA WATT kg ⁻¹	4.31	0.76	4.16	0.56
VO ₂ (l. min. ⁻¹)	1.860	0.292	1.657	0.347
VO ₂ kg ⁻¹ (ml. min. ⁻¹)	54.75	7.12	48.2	7.4*
F. CARD (lat min. ⁻¹)	173.0	18.5	176.3	9.3
PULSO O ₂ (ml. lat ⁻¹)	11.2	2.2	9.42	0.9*
V. VENT (l. min. ⁻¹)	34.7	5.8	54.9	12.5*

* Valores significativos A P 0,05

Tabla 7 Estudio comparativo de los valores cardio-respiratorios alcanzados por un primer equipo de infantiles del Sporting d'Anderlecht (n = 11) mediante una prueba cicloergométrica de tipo Vita máx. y los valores obtenidos por la población belga de la misma edad (Vogelaere, 1981).

del seguimiento de la frecuencia cardíaca en el transcurso de un partido de competición, el aporte de la fisiología del ejercicio a nivel de la evaluación de las cualidades de un jugador sigue siendo mínimo.

Quizás los micrométodos de determinación del nivel ácido láctico, de bicarbonato y de tampones residuales utilizados para neutralizar los efectos de la acidosis propia de la acumulación de ácido láctico debida al esfuerzo, pueden ser indicativos del

nivel de fatiga de un jugador a lo largo de una competición (SEJERSTED, 1982; HERMANSEN, 1982). No obstante, estas técnicas no han sido introducidas aún en la práctica de la evaluación del fútbol.

Además, los aspectos puramente psíquicos tales como la motivación, el deseo de ganar y el apoyo de los espectadores pueden modificar el comportamiento de un jugador (S'JONGERS, pendiente de publicación).

Bibliografía

AGNEVIK, G.: "Fotboll". "Etude physiologique de football". Traduit du Suédois par M. ROBIN et J. LACOUR., Saint Etienne 1975.

ASTRAND, P.: "Textbook of work physiology". Mc Graw Hill ed., New York 1970.

BOBBERT, A.: "Fysiological comparison of three types of ergometry". *J. Appl. Physiol.*, 15, 1960, pp. 1.007-1.015.

CALLAERT, J.: "Voetbal: aard van de fysieke inspanningen bij Voetbalspelers". *Hilok*, Vrije Universiteit Brussel 1982.

CHRISTIAENS, J.: "Onderzoek naar de Fysische Inspanning bij Voetbalspelers". *Hilok*, Vrije Universiteit Brussel 1966.

DEROANNE, R.; PIRNAY, F.; SERVAIS, J.; PETIT, J.: "Contrôle physiologique du joueur de football en compétition". *Sport*, 54, 1971, pp. 66-71.

D'HOE, A.: "Voetbal". *Mémoire de Licence en Ed. Phys.*, *Hilok*, texte non-publié, Vrije Universiteit Brussel 1970.

DUFOUR, W.: "Cursus Fysiologie". Trainerschool Heysel, 1981.

DUFOUR, W.: "Cursus techniek van voetbal". *Hilok*, Vrije Universiteit Brussel 1982.

HERMANSEN, L.: "Lactate removal during recovery after maximal exercise of short duration". *Abstracts 2ème cours Int. Physiol. Biochimie de l'Exercice et de l'Entraînement Physique*, Nice, 1/11/1982, pp. 29-10

HOLLMANN, W.; VENRATH, H.; BONNEKON, A.; NOCKER, J.: "Untersuchung zur Höchst und Dauerleistungsfähigkeit deutschen Fussball - Spitzenspieler". *Sportarzt und Sportmedizin*, 13, 1962, pp. 172-183.

SEJERSTED, O.; MEDBO, J.; ORHEIM, A.; HERMANSEN, L.: "Relationship between acid-base status and electrolyte balance after short lasting maximal work". *Abstracts 2ème cours Int. Physiol., Biochimie de l'Exercice et de l'Entraînement Physique.*, Nice, 1/11/1982, pp. 29-10

S'JONGERS, J.; LEGROS, R.; VOGELAERE, P.: "Aspects médico-sportifs du Football en Belgique". *Sport*, 47, 1969, pp. 137-143.

S'JONGERS, J.; SEGERS, J.: "Normes fonctionnelles cardio-vasculaire du sportif au repos et à l'effort". *Acta Belg. Arte Med. Pharm. Milit.* 15, 1969, pp. 48-54.

S'JONGERS, J.; VOGELAERE, P.; QUIRION, A.: "La fatigue: un essai de synthèse et de systématique". *ed. Presse de l'Université du Québec (sous presse)*.

VANDEBOSSCHE, F.; MARNEFFE, O.: "Résultats des épreuves spiroergométriques dans le cadre du contrôle médical des élites". *Sport*, 43, 1968, pp. 176-186.

VAN FRAECHEM-RAWAY, R.: "Le spectateur sportif". *Communication à la Soc. Med. Belge Ed. Phys. et Sports*, Université Brussel, Fév. 1976.

VOGELAERE, P.; S'JONGERS, J.: "Maximal oxygen uptake and measurement techniques". *Comparison between 1 treadmill and 2 cyclergometric test procedures. Acta IV Int. Seminar for Ergometry, (sous presse)*, Berlin 1981.

VOGELAERE, P.: "Les normes de la valeur physique pour les garçons et les filles Belges". *2ème Séminaire Européen sur l'évaluation de la valeur physique*. Birmingham, juni 1980, pp. 3-5.

HOLLMANN, W.: "Höchst - und Dauerleistungsfähigkeit des Sportlers". *J.A. Barth Verlag*, München 1963.

KLISSOURAS, V.; WEBER, G.: "Training: growth and heredity. in: Pediatric Work Physiology". *Proceedings IV Int. Symposium. ed BAR-OR, O.*, Wingate Institute, Israel, 1973.

LACOUR, J.; FLANDROIS, P.; BRIET, G.: "Influence de l'entraînement sur l'évolution de l'aptitude physique de jeunes footballeurs". *26 Congrès Nat. Med. Fed. Française de Football*, Marly & Roy, 4-6 sept. 1980.

LACOUR, S.: "Aspects physiologiques du Football". *1st World Congress of Biological Sciences appl. Football*, Barcelona 10-12 june 1982.

LEVI, L.: "Emotion". *Raven Press ed.* New York 1975.

MC KAY, K.; BANISTER, E.: "A comparison of maximum oxygen determination by bicycle ergometry at various pedaling frequencies and by treadmill running at various speeds". *Europ. J. Appl. Physiol.* 35, 1976, pp. 191-200.

PIRNAY, F.; CRIELARD, J.: "Orientation sportive et laboratoire". *Sport*, 91, 1980, pp. 171-174.

SALTIN, B.: "Metabolic fundamentals in exercise". *Med. Sci. Sports*, 5, 1973, pp. 137-146.

SAUBLEN, D.: "Etude de l'évolution de la tension artérielle, de la fréquence cardiaque et de la fréquence respiratoire liées à l'anxiété des judocas en entraînement et en compétition". *Travail de fin d'étude de licence en Education Physique*, Université Libre de Bruxelles 1982.

TAPIZ RODANTE **RUNNER**

CINTA ERGOMETRICA PARA MEDICINA DEL DEPORTE, REHABILITACION, BIOMECANICA, CARDIOLOGIA, MEDICINA DEL TRABAJO, etc., GOBERNADA POR MICROPROCESADOR O MANUALMENTE.

CARACTERISTICAS

	RUNNER 1	RUNNER 2	RUNNER 3
Velocidad del tapiz	0-32 Km/h	0-17 Km/h	0-17 Km/h
Elevación	Eléctrica 0 - 25 %	Eléctrica 0 - 15 %	Manual 0 - 15 %
Dimensiones tapiz	1.800 x 500 mm.		
Dimensiones totales	largo: 2.000 mm. ancho: 900 mm. alto: 300 mm. alto con barandillas: 1.300 mm.		
Peso	125 Kg.	110 Kg.	95 Kg.
Motor tapiz	3 KW	1,5 KW	
Motor elevación	0,1 KW		
Tensión	220 V , 50 Hz		
Calibre instalación	25 A	16 A	

CONTROLES Y LECTURAS

	RUNNER 1	RUNNER 2	RUNNER 3
Programas	10 de 10 pasos		
Tiempo	Programable hasta 100 minutos por paso		Cronómetro Electrónico
Velocidad programable	0-32 Km/h 0-8,9 m/s	0-17 Km/h 0-4,7 m/s	Manual 0-17 Km/h
Distancia	Hasta 100 Kms.		
Elevación	Programable 0 - 25 %	Programable 0 - 15 %	Mecánica 0 - 15 %
Indicador elev.	Doble: Electrónico y mecánico		Mecánico
Peso del probando	Programable en Kg.		
Potencia	Indicación en W		
SEGURIDAD	Barandilla aislada Paro de emergencia		
SALIDAS	Velocidad : Km/hora Inclinación : % Potencia : W.		



ergometrix
ergometrix
ergometrix
ergometrix
ergometrix,s.a.

ergometrix
ergometrix
ergometrix
ergometrix

Ctra. de Cornellà, 140, 3º 4ª
Esplugues de Ll. (Barcelona) ESPAÑA
Tel. (93) 372 06 61
Telex 50042 ROCK - E