

# Parámetros ergoespirométricos en futbolistas profesionales.

## Estudio comparativo entre jugadores de primera y segunda división

Ramos Álvarez, J. J.\*; Calderón Montero, F. J.\*\*; Segovia Martínez, J. C.\*\*; López-Silvarrey, F. J.\*; Legido Díez, J. C.\*; Legido Arce, J. C.\*

\* Escuela de Medicina de la Educación Física y el Deporte. Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid

\*\* Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. INEF. Universidad Politécnica de Madrid

### Introducción

El fútbol es actualmente el deporte más popular en el mundo. En los últimos años se vienen publicando multitud de artículos en las revistas de ciencias del deporte, profundizando en el estudio fisiológico del mismo. No obstante, el fútbol es un deporte complejo desde el punto de vista del rendimiento, ya que no sólo influyen las características fisiológicas, sino también y sobremedida los fundamentos técnicos y tácticos. Años atrás podíamos encontrar, por ejemplo, futbolistas profesionales con muy baja capacidad aeróbica en relación con otros deportes, sin embargo, el rendimiento era bueno. La baja capacidad física era suplida en el terreno de juego por una buena capacidad técnica. También nos podíamos encontrar con el fenómeno contrario, jugadores con pocas posibilidades técnicas obtenían un nivel aceptable de juego al aplicar su potencial físico durante el partido. Es por tanto que los resultados encontrados en los diferentes estudios pudieran variar bastante entre unos y otros futbolistas, dificultando de esta manera la aplicación práctica de los hallazgos obtenidos. Es en estos últimos años cuando se está llegando a un mejor conocimiento fisiológico de los futbolistas y se van aplicando al fútbol profesional

los métodos científicos de control y seguimiento ya utilizados desde hace más tiempo en otros deportes, lo que nos está llevando a una mejora evidente en el rendimiento. Los equipos aplican métodos de control y entrenamiento similares y posiblemente cada vez sean menores las diferencias entre los mismos. Por tanto, nos planteamos si realmente existen actualmente diferencias en los parámetros fisiológicos entre jugadores de diferente categoría.

En el presente artículo estudiamos la respuesta cardiorespiratoria en el laboratorio de jugadores de primera y segunda división, estudiamos sus parámetros máximos y submáximos, realizando un estudio comparativo entre los jugadores de primera y segunda división.

### Material y métodos

Para la realización del presente trabajo, se recogieron los resultados de las pruebas de esfuerzo realizadas a futbolistas profesionales de primera y segunda división en nuestro laboratorio de la Escuela de Medicina de la Educación Física y el Deporte de la Universidad Complutense. El periodo de recogida de datos se sitúa desde el año 1999 al año 2006, ambos inclusive. Durante este periodo habremos realizado en nuestro laboratorio aproximadamente

700 pruebas de esfuerzo a futbolistas. Una gran parte de los futbolistas fueron valorados varias veces en el transcurso de estos años. Para este estudio hemos seleccionado a 194 futbolistas diferentes, en el primer año que realizaban una prueba de esfuerzo máxima en nuestro laboratorio y que cumplían los siguientes criterios de selección:

Antes de la inclusión definitiva de los datos, los futbolistas debían cumplir los siguientes criterios:

- Las totalidad de las pruebas realizadas corresponden a futbolistas diferentes.
- Todos los deportistas seleccionados eran en el momento de realización de la prueba futbolistas profesionales.
- Todas las pruebas seleccionadas se realizaron al comenzar la temporada futbolística, entre los meses de Julio y Agosto.
- Todas las pruebas de esfuerzo seleccionadas cumplían los criterios de maximalidad, descartándose aquellas pruebas que, aunque el futbolista parase por referir agotamiento subjetivo, no cumplieran dichos criterios.
- La toma de medidas se había realizado desde el comienzo de la prueba hasta al menos tres minutos después de concluida la misma.
- Por otro lado los futbolistas debían de cumplir los siguientes

criterios de selección antes de proceder a su inclusión en el trabajo:

- No registrar en la anamnesis y en la exploración clínica previa ninguna afectación en el momento presente que contraindicara (tanto relativa como absolutamente) la realización de una prueba de esfuerzo (Gibbons et al., 2002a, , 2002b; Schlant, Friesinger, & Leonard, 1990).
- No estar bajo tratamiento de ninguna sustancia o droga que pudiera interferir en el rendimiento.
- No padecer ninguna patología aguda de vías respiratorias en el momento de realización de la prueba que pudiera interferir en el rendimiento.
- Durante la celebración de la prueba, no presentar ningún criterio de interrupción de la misma, tanto absoluto como relativo (Fletcher et al., 2001).

Antes del inicio de la prueba y a modo de criterio de inclusión, se les realizó a los 194 futbolistas una historia clínica completa recogiendo sus antecedentes familiares, personales y deportivos. En los que constaba específicamente el tipo de alimentación y el nivel de entrenamiento, especificando la intensidad y la duración de los mismos. Posteriormente se realizaba una exploración protocolizada por aparatos, haciendo especial hincapié en el sistema cardiovascular y respiratorio. Dentro del apartado de exploración clínica y previamente a la realización de la prueba se les realizaba un electrocardiograma basal de doce derivaciones en decubito supino, bipedestación e hiperventilación, una espirometría basal forzada y el registro de la tensión arterial en reposo y en decubito supino.

**Características de la muestra**

El total de la población estudiada corresponde a 194 futbolistas varones, profesionales en el momento de la realización de las pruebas, no realizando en ese

momento ninguna actividad física ni profesional paralela a la practica del fútbol.

Los futbolistas provenían de siete clubes diferentes de la liga de fútbol profesional española. Ciento catorce jugadores de primera división procedían de dos clubes que en el momento de las pruebas militaban en esta categoría. Ochenta jugadores de segunda división procedían de cinco clubes que en el momento de realizar las pruebas militaban en esta división. Los futbolistas pertene-

cían a once nacionalidades diferentes: ciento sesenta y nueve a España, seis a Francia, seis a Argentina, tres a Portugal, dos a Uruguay, Brasil y Serbia, y uno a Alemania, Nigeria, Rumania y Colombia.

Se dividieron en cuatro grupos: porteros, defensas, mediocampistas y delanteros, según la posición en el campo.

La tabla 1 contiene las medias y desviaciones típicas de los datos antropométricos: peso y talla y el tamaño de la muestra.

Puesto	Categoría	Peso	Talla	Edad
Porteros	1ª división (n: 6)	82,2 +/- 2,6	187,1 +/- 1,1	26 +/- 4
	2ª división (n: 6)	81,5 +/- 4,2	185,5 +/- 3,9	23 +/- 3
	Totales (n: 12)	81,8 +/- 3,35	186,28 +/- 2,8	24 +/- 4
Defensas	1ª división (n: 29)	78,3 +/- 5,5	183,1 +/- 6,5	26 +/- 3
	2ª división (n: 28)	78 +/- 5	183,5 +/- 3,6	22 +/- 2
	Totales (n: 57)	78,1 +/- 5,21	183,2 +/- 5,2	24 +/- 3,7
Medios	1ª división (n: 54)	75,6 +/- 5,9	177,8 +/- 6,9	27 +/- 4
	2ª división (n: 32)	75,2 +/- 6,6	177,4 +/- 5,8	23 +/- 3
	Totales (n: 86)	75,4 +/- 6	177,6 +/- 6,5	25 +/- 4,3
Delanteros	1ª división (n: 25)	79,5 +/- 5,7	182,3 +/- 5,9	25 +/- 3
	2ª división (n: 14)	77,7 +/- 7	178,8 +/- 5,2	22 +/- 3
	Totales (n: 39)	78,8 +/- 6,2	181,1 +/- 5,8	24 +/- 3
Totales	1ª división (n: 114)	77,4 +/- 5,9	180,6 +/- 6,9	26,3 +/- 3,7
	2ª división (n: 80)	77 +/- 6,1	180,4 +/- 5,7	22,4 +/- 2,9
	Total: (n:194)	77,3 +/- 5,1	180,5 +/- 6,5	24,7 +/- 3,9

**Tabla 1**  
Datos antropométricos y tamaño de la muestra.

**Material médico específico**

- Electrocardiografo marca “Quest. Exercise Stress System” (Burdick, Inc). Sistema de electrocardiografo y monitor que puede registrar en papel 12 derivaciones de manera continua durante el desarrollo de la prueba.
- Tapiz rodante marca “H.P. Cosmos”. Con velocidad y pendiente graduables. El intervalo de velocidad se sitúa desde 0,1 a 40 Km.h-1, siendo el intervalo mínimo de velocidad de 0,1 km.h-1. Nos permite controlar la velocidad kilometros/hora, metros/minuto, metros/segundo y millas/Hora. El intervalo de pendiente oscila entre 0% y 25%, con un intervalo mínimo de 0,1%. La cinta posee dos sistemas de parado automático, para el investigador y para el paciente, así como un sistema de arnés de seguridad y una longitud y anchura suficientes para garantizar la seguridad del deportista evaluado. La cinta lleva incorporado un monitor que nos permite conocer en todo momento la velocidad, la pendiente, la distancia recorrida, la energía consumida en Mets y la frecuencia cardiaca. Podemos ir aumentando los escalones de manera manual o programar previamente el protocolo a realizar.
- Analizador de gases marca “Vmax” (Sensor Medics). Se trata de un sistema integrado en el que existe una camara de analizador de gases, donde se analiza continuamente la fracción de CO2 (por infrarrojos) y la fracción de O2 (mediante célula de circonio) y un neumotacógrafo que mide los flujos espiratorios. El aparato ofrece toda la serie de parámetros ergoespirométricos en cada respiración durante la prueba (detallados en el apartado I.2) y nos permite la realización de una espirometria basal o durante el esfuerzo con curvas de flujo-volumen. Al mismo tiempo es capaz de procesar la señal analógica procedente del

registro electrocardiográfico para el calculo de la frecuencia cardiaca.

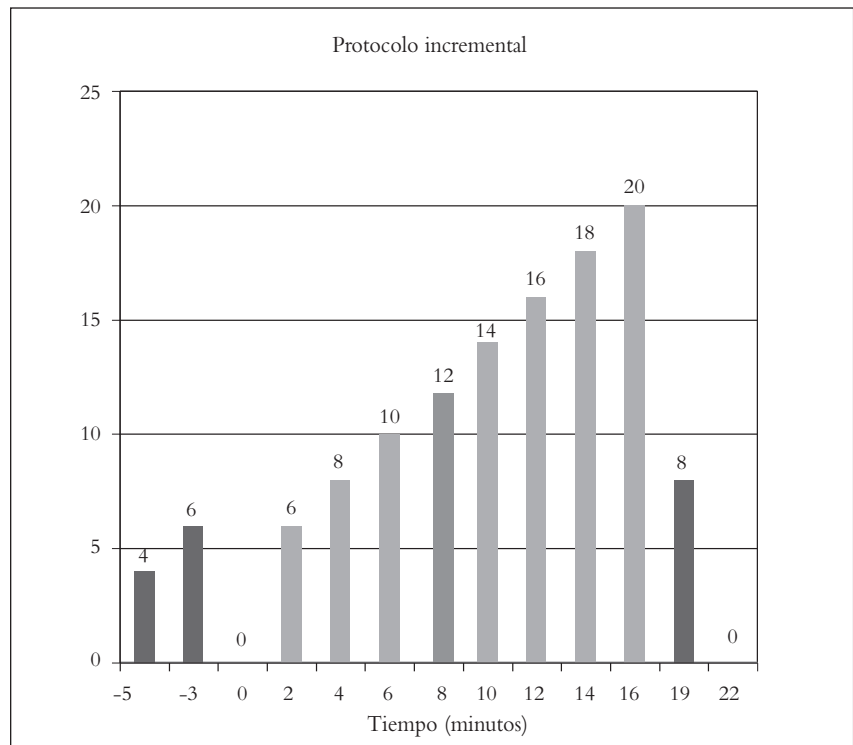
El “software” permite el análisis de los datos, respiración a respiración, o a intervalos de tiempo determinados, así como la conversión de los parámetros analizados a condiciones STPD (Estándar Temperature Pressure Dry: 37°C, 760 mmHg, saturación de vapor de agua a 37°C para el volumen respiratorio) y BTPS (0°C, 760 mmHg y sequedad en cuanto a la medición del volumen de oxígeno consumido). También permite la representación gráfica de los parámetros analizados a lo largo del test de esfuerzo.

**Descripción del protocolo**

Cada futbolista realizó una prueba máxima en tapiz rodante. Antes del inicio de cada prueba se realizaba un calentamiento de 2 minutos a 4 km.h-1 y a continuación se mantenía una velocidad tal que la frecuencia cardiaca del futbolista se situara alrededor de 120-130 p.p.m. durante tres minutos más. (Bishop, 2003a, , 2003b).

Posteriormente se iniciaba la prueba máxima con una velocidad inicial que variaba para cada futbolista en función de la frecuencia cardiaca y la velocidad del calentamiento. En todos los casos la velocidad inicial varió entre 6 y 8 km/h. El calentamiento se realizaba con control electrocardiográfico, pero sin control respiratorio. Posteriormente el sujeto se paraba durante un periodo de dos a cinco minutos (Bishop, 2003a, 2003b), en el que se colocaba la mascarilla para proceder a la toma de datos espirométricos y se procedía a la toma de datos basales. Cuando el consumo de oxígeno se estabilizaba en valores cercanos al equivalente metabólico (MET: 3,5 ml/kg/mn)(Fletcher et al., 2001), con un cociente respiratorio menor de 1 (Novacki, 1984) se procedía a comenzar la prueba.

Cada dos minutos se aumentaba la velocidad en 2 km.h-1 hasta el agotamiento. Tanto durante el calentamiento como durante la prueba la pendiente se mantuvo constante en 1% de inclinación. (El protocolo está esquematizado en la figura 1).



**Figura 1**  
Protocolo incremental de velocidad a pendiente fija (1%).

El futbolista paraba cuando alcanzaba el agotamiento. En ese momento se tomaba la tensión arterial, en un tiempo máximo de 30 segundos y se comenzaba la recuperación.

Durante los tres primeros minutos se realizaba una recuperación activa a una velocidad entre el 75 y el 90% de la velocidad en el que el deportista alcanzó su umbral aeróbico (VT1), correspondiente al entrenamiento de regeneración recomendado por algunos autores (Viru, 1996). En todos los casos dicha velocidad se situó entre 8 y 10 km.h<sup>-1</sup>. Posteriormente se tomaba la tensión arterial y el futbolista empezaba la recuperación pasiva durante 3 minutos más. Al comenzar la recuperación pasiva se le retiraba la mascarilla y se procedía a tomar la tensión arterial. A continuación se mantenía la monitorización cardiaca durante 3 minutos más, hasta completar seis minutos de recuperación. Al terminar la recuperación se le realizaba otra toma de la tensión arterial y se daba por finalizada la prueba.

### Análisis de los umbrales ventilatorios

El umbral ventilatorio se determinó empleando los criterios descritos por Davis (Davis, 1985).

En el proceso de detección del umbral, siempre intervenían dos profesores de la Escuela de Medicina de la Educación Física y el Deporte. Si existía alguna duda se consultaba con un tercer investigador para consensuar el punto correspondiente a los umbrales respiratorios.

### Análisis estadístico

Para el análisis de los datos estadísticos se utilizó el programa SPSS 14.0 (SPSS, 2005).

Para cada parámetro medido se realizó estudio descriptivo de las variables continuas: número de casos, media, desviación típica, error típico de la media, valores máximo y mínimo e intervalo de confianza.

Se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) al objeto de contrastar la existencia de igualdad entre las medias. Una vez determinado las diferencias entre las medias, se realizaron las pruebas de rango post hoc y las comparaciones múltiples (test de Duncan), que nos permiten determinar las medias que difieren. Las pruebas de rango identifican subconjuntos homogéneos de medias que no se diferencian entre si. Las comparaciones múltiples contrastan la diferencia entre los grupos. La prueba de rango múltiple de Duncan realiza comparaciones por pares utilizando un orden de pasos, pero estableciendo un nivel de protección en la tasa de error para la colección de contrastes. El nivel de significación alfa fue de 0,05 (95%).

### Resultados

Las tablas II a la VII corresponden a datos descriptivos de la muestra. Cada tabla contiene las medias y las desviaciones típicas obtenidas en el estudio.

Las tablas descriptivas están clasificadas por puestos y por categoría. Clasificamos los resultados obtenidos por puestos (porteros, defensas, medios y delanteros) y a su vez los subdividimos en las dos categorías (primera y segunda) estableciendo las medias totales para cada puesto y categoría.

### Parámetros antropométricos

Los parámetros antropométricos medidos (talla y peso) se encuentran en la tabla I. No se encontraron diferencias significativas entre los jugadores de primera y segunda división con respecto a la talla (p: 0,819) y el peso (p: 0,666). Sin embargo si encontramos diferencias significativas entre los puestos (p: 0,00).

Los mediocampistas presentaban una talla significativamente inferior al resto de los jugadores, mientras que los porteros y defensas presentaban una talla significativamente superior sin diferencias entre ellos. Con respecto al peso,

los porteros presentaban un peso significativamente superior con relación a los defensas y sin diferencias significativas con el resto de los puestos.

### Parámetros máximos y submáximos

Primeramente realizamos un ANOVA de dos vías, para establecer si existe una relación significativa entre el puesto y la categoría. No encontrándose diferencias significativas para los parámetros máximos y submáximos (Tablas II y III), lo que nos indica que el puesto y la categoría no están relacionados entre ellos, el puesto no se ve influenciado por la categoría y viceversa. No existe relación significativa entre la categoría y los parámetros máximos y submáximos, por lo que los valores de dichos parámetros son similares en primera y en segunda división (p > 0,05). Sin embargo si existe relación entre el puesto y algunos de los valores estudiados que veremos a continuación (p < 0,05).

La tabla II contiene las medias y desviaciones típicas de los parámetros máximos.

La tabla IIa el consumo máximo de Oxígeno relativo (VO<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup> máx), el consumo máximo de Oxígeno absoluto (VO<sub>2</sub> máx), el consumo de CO<sub>2</sub> máximo absoluto (VCO<sub>2</sub> máx) y la Ventilación máxima (VE máx).

Encontramos diferencias significativas entre los puestos en el consumo máximo de oxígeno relativo (p: 0,007), sin diferencias significativas para el VO<sub>2</sub> máx absoluto (p: 0,686), para el VCO<sub>2</sub> máx (p: 0,757) y para la VE máx (p: 0,258).

Posteriormente mediante el test de Duncan analizamos las diferencias entre puestos para el VO<sub>2</sub> máx relativo. Los porteros tienen un VO<sub>2</sub> máx relativo significativamente inferior a los mediocampistas y defensas y sin diferencias significativas con los delanteros. El consumo máximo de oxígeno en valores relativos es mayor en mediocampistas, y después, siguiendo este orden: defensas > delanteros > porteros.

La tabla IIb contiene la frecuencia cardiaca máxima (FCmáx), el pulso máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>H-1), la tensión arterial sistólica máxima (TAs), y la tensión arterial diastólica máxima (TAd).

No se encontraron diferencias significativas entre los puestos para la frecuencia cardiaca máxima (p: 0,405) y el pulso máximo de oxígeno (p: 0,491). La tensión arterial sistólica aumentó significativamente al final de la prueba (p:0.00), mientras que la tensión arterial diastólica disminuyó de una mane-

ra no significativa (p:0,051) sin encontrarse diferencias significativas entre los puestos. TAs (p: 0,848) y TAd (p: 0,678).

La tabla III contiene las medias y las desviaciones típicas de los parámetros submáximos.

La tabla IIIa contiene los datos del umbral respiratorio 1 (VT1): el porcentaje del umbral respiratorio 1 con respecto al consumo máximo de oxígeno (% VT1), la frecuencia cardiaca en VT1 en latidos por minuto (FC en VT1), la velocidad en VT1 en Km.h-1 (Vel).

Encontramos diferencias significativas entre los puestos para la frecuencia cardiaca (p: 0,014) y la velocidad en VT1 (p: 0,038) y sin diferencias en el %VT1 (p: 0,388).

La frecuencia cardiaca en VT1 es significativamente más alta en los defensas que en los porteros y delanteros y sin diferencias significativas con los centrocampistas.

La velocidad en VT1 es significativamente inferior en los porteros con respecto a los defensas y centrocampistas y sin diferencias con los delanteros.

Puesto	Categoría	VO <sub>2</sub> (ml.kg <sup>-1</sup> .mn <sup>-1</sup> )	Dt	VO <sub>2</sub> (L. mn <sup>-1</sup> )	Dt	VCO <sub>2</sub> (L.mn <sup>-1</sup> )	Dt	VE (L.mn <sup>-1</sup> )	Dt
Porteros	1ª división	53,438	2,5557	4385,50	113,115	4717,50	395,494	147,150	10,9255
	2ª división	54,135	6,3802	4398,17	521,660	4428,67	736,950	131,750	19,4660
	Totales	53,787	4,6480	4391,83	359,937	4573,08	583,705	139,450	17,0639
Defensas	1ª división	58,412	5,4158	4561,34	448,349	4927,79	589,889	150,355	21,8287
	2ª división	57,560	6,1557	4490,50	540,075	4513,96	619,188	147,071	14,5395
	Totales	57,993	5,7550	4526,54	492,358	4724,51	634,350	148,742	18,5179
Medios	1ª división	59,195	5,2862	4454,61	430,390	4718,72	470,607	146,787	17,3542
	2ª división	59,363	6,3821	4450,19	584,126	4545,25	660,768	140,919	20,6376
	Totales	59,257	5,6820	4452,97	489,840	4654,17	551,764	144,603	18,7419
Delanteros	1ª división	56,014	6,1114	4432,32	413,700	4749,84	562,259	145,888	15,8078
	2ª división	57,165	6,0327	4422,21	483,400	4620,86	517,718	141,593	16,4660
	Totales	56,427	6,0292	4428,69	433,658	4703,54	543,405	144,346	15,9667
Totales	1ª división	57,995	5,5945	4473,24	420,170	4778,67	521,508	147,517	17,9052
	2ª división	57,955	6,2909	4455,50	538,652	4538,79	619,025	142,503	18,0367
	Totales	57,979	5,8758	4465,92	471,387	4679,75	574,546	145,449	18,0829

**Tabla 2A**  
Parámetros máximos.



La tabla IIIb contiene los datos del umbral respiratorio 2 (VT2): el porcentaje del umbral respiratorio 2 con respecto al consumo máximo de oxígeno (% VT2), la frecuencia cardiaca en VT2 en latidos por minuto (FC en VT2) y velocidad en VT2 en Km/h (Vel).

No encontramos diferencias significativas por puestos en ninguno de los valores de VT2. %VT2 (p: 0,385), FC en VT2 (p: 0,194) y Vel en VT2 (p: 0,541).

**Discusión**

Independientemente de los resultados obtenidos, es importante

reseñar el estado de salud de los futbolistas objeto del presente trabajo. Ninguno de los futbolistas que participaron en el estudio sufrió alguna de las complicaciones publicadas en la literatura que pueden presentar los pacientes sometidos a ergometría (Gibbons et al., 2002a, , 2002b; Smaros, 1980).

Todos los futbolistas seleccionados en el estudio habían cumplido los criterios de maximalidad (Astrand & Rodahl, 1986; Jones & Ehrsam, 1982).

Por otro lado no existieron diferencias significativas en la frecuencia cardiaca máxima (p: 0,645), la presión arterial sistóli-

ca máxima (p: 0,440), ni en ninguno de los parámetros máximos del analisis de intercambio de gases:VCO2 (p: 0,978), RER (p: 0,596) y VE (p: 0,760), por lo que los resultados obtenidos pueden ser comparables.

En este trabajo se han realizado todas las mediciones al comienzo de la temporada, por lo que estableceremos comparaciones con otros autores en el mismo periodo de tiempo.

Si queremos partir de unos parámetros basales para conocer las características fisiológicas de los futbolistas dependiendo del puesto y la categoría, deberíamos conocer

Puesto	Categoría	FC (p.p.m.)	DesvT	VO2.H <sup>-1</sup>	DesvT	Tas (mmHg)	DesvT	TAd (mmHg)	DesvT
Porteros	1ª división	187,00	10,198	23,43	1,134	179,17	21,075	70,83	9,174
	2ª división	188,50	3,271	23,64	2,549	165,00	18,708	68,33	14,376
	Totales	187,75	7,263	23,54	1,884	172,08	20,389	69,58	11,572
Defensas	1ª división	187,41	8,038	25,13	2,975	166,21	22,106	70,86	13,698
	2ª división	191,75	7,956	23,99	2,857	171,61	22,814	66,25	15,493
	Totales	189,54	8,223	24,57	2,948	168,86	22,421	68,60	14,661
Medios	1ª división	186,61	7,288	23,95	2,230	173,43	24,530	69,07	12,741
	2ª división	188,97	9,324	23,88	3,412	170,63	17,448	66,56	13,346
	Totales	187,49	8,132	23,92	2,711	172,38	22,092	68,14	12,949
Delantero	1ª división	186,88	7,683	24,06	2,871	171,80	18,978	69,40	14,018
	2ª división	186,93	7,468	24,14	2,850	168,21	13,532	61,43	10,271
	Totales	186,90	7,507	24,09	2,826	170,51	17,122	66,54	13,236
Totales	1ª división	186,89	7,627	24,25	2,573	171,54	22,618	69,69	12,989
	2ª división	189,55	8,292	23,95	3,020	170,13	18,792	65,69	13,658
	Totales	187,99	7,995	24,12	2,763	170,95	21,084	68,04	13,381

**Tabla 2B**  
Parámetros máximos.

y comparar los sistemas previos de entrenamiento. Los futbolistas deberían haber realizado previamente el mismo programa de actividad física y seguir las mismas pautas nutricionales.

A este respecto, como explicamos en el apartado de material y métodos, a todos los futbolistas se les realizó una historia clínica completa, en la que objetivamos una duración de los entrenamientos similar en todos los equipos profesionales, tanto de primera como de segunda división. Entrenan una media de 2 horas, 5 días a la semana más el partido semanal de 1,45 h y un día de descanso. La intensidad del ejercicio

es imposible de cuantificar, aunque en principio, todos los futbolistas deberían entrenarse a la máxima intensidad requerida. Por otro lado, es posible que no todos los jugadores realicen las mismas actividades, habrá futbolistas que utilicen el día de descanso en practicar otros deportes o estar todo el día tumbados en el sofá. En el regimen interno de los clubs de fútbol, tienen prohibido específicamente realizar otros deportes durante la jornada de descanso, pero su actividad no puede ser controlable.

Los futbolistas reciben antes de irse de vacaciones un plan de actividad física a realizar durante las

mismas. Es deseable que todos los futbolistas realicen este trabajo, porque de esta manera, la medición de los parámetros fisiológicos podría ser comparable. No podemos evitar el sesgo que supone el incumplimiento de dicha actividad.

En el momento de realizar las pruebas, nuestros futbolistas se encontraban al comienzo de la pretemporada, en el momento de comenzar los entrenamientos. Como hemos comentado previamente, los futbolistas estudiados tenían un plan de ejercicios propuestos por sus preparadores para realizar en el periodo vacacional. Las actividades propuestas eran similares en todos los clubs.

Puesto	Categoría	VT2		FC	DesvT	Vel	DesvT
		%VO <sub>2</sub>	DesvT				
Porteros	1ª división	66,24	7,74	141,33	9,459	10,33	1,506
	2ª división	67,81	6,15	156,83	8,010	11,67	1,506
	Totales	67,03	6,72	149,08	11,634	11,00	1,595
Defensas	1ª división	70,86	6,51	154,52	13,084	12,28	1,386
	2ª división	68,34	4,64	156,54	9,946	11,57	1,372
	Totales	69,63	5,76	155,51	11,590	11,93	1,412
Medios	1ª división	68,67	6,30	151,83	9,366	12,11	1,525
	2ª división	69,99	4,42	155,13	9,506	11,88	1,338
	Totales	69,16	5,68	153,06	9,498	12,02	1,455
Delanteros	1ª división	67,92	5,61	144,72	13,018	11,44	1,083
	2ª división	68,37	6,34	152,64	9,748	11,43	1,222
	Totales	68,08	5,80	147,56	12,424	11,44	1,119
Totales	1ª división	68,93	6,33	150,40	11,847	11,91	1,467
	2ª división	68,97	4,98	155,31	9,537	11,68	1,329
	Totales	68,95	5,80	152,43	11,192	11,81	1,413

**Tabla 3A**

Parámetros submáximos.

Porcentaje umbral respiratorio 1 (%VT1), Frecuencia cardiaca en VT1 en latidos por minuto (FC en VT1), velocidad en VT1 en Km.h-1 (Vel).Desviación Típica (DesvT)

Las diferencias individuales en el porcentaje de los umbrales, aunque no significativas, pueden indicar una diferente actividad y por tanto diferencias en el cumplimiento de las normas. Dichas diferencias al no ser significativas no deberían influir en los resultados obtenidos.

Para clasificar las diferentes posiciones de los futbolistas en el campo, hemos utilizado la nomenclatura clásica: Portero, defensa, mediocampista y delantero. En el fútbol actual, en función de los aspectos tácticos, dichas posiciones han ido evolucionando. Antiguamente los defensas laterales ocupaban una posición más retrasada en el campo y se podrían considerar exclusivamente defensas. Actualmente dichos jugadores

han aumentado su recorrido y se han reconvertido en centrocampistas de banda, llamados popularmente “carrileros”. Por las razones descritas en el presente trabajo hemos incluido a estos jugadores dentro de los mediocampistas. Por otro lado actualmente existe un grupo de jugadores que se denominan mediocentros defensivos, clásicamente a estos jugadores se les engloba dentro de los mediocampistas. En nuestro trabajo por la posición actual que ocupan en el terreno de juego y por su recorrido dentro del mismo, los hemos englobado dentro de los defensas.

Recientes trabajos estudian las variaciones de diversos parámetros fisiológicos en los futbolistas a lo

largo de la temporada (Casajus, 2001; Edwards, Clark, & Macfadyen, 2003; Fukuoka, Shigematsu, Itoh, Homma, & Ikegami, 1997; Garnacho, Ramos, Montoya, & Ramón, 2006; Kalapotharakos et al., 2006; Metaxas, Sendelides, Koutlianos, & Mandroukas, 2006; J. J. Ramos, Segovia, López-Silvarrey, Montoya, & Legido, 1994; T Reilly, 1990; Silvestre et al., 2006). Como veremos posteriormente, no existe unanimidad en los datos publicados por los diferentes estudios. En función de estos datos, parece razonable que para determinadas variables (parámetros máximos y parámetros antropométricos) los resultados obtenidos al comienzo del campeonato, pueden ser extrapolables a

Puesto	Categoría	VT2					
		%VO <sub>2</sub>	DesvT	FC	DesvT	Vel	DesvT
Porteros	1ª división	86,43	3,681	169,33	10,727	13,33	1,033
	2ª división	85,14	5,320	172,00	5,514	14,67	1,033
	Totales	85,79	4,413	170,67	8,250	14,00	1,206
Defensas	1ª división	88,04	5,831	174,17	10,265	15,45	1,502
	2ª división	84,97	5,756	177,96	9,785	14,50	1,503
	Totales	86,53	5,948	176,04	10,124	14,98	1,564
Medios	1ª división	86,48	5,764	173,50	8,011	15,41	1,486
	2ª división	86,95	6,107	174,28	10,334	15,00	1,437
	Totales	86,66	5,863	173,79	8,894	15,26	1,473
Delantero	1ª división	84,32	5,529	169,48	9,618	14,64	1,497
	2ª división	84,50	4,549	171,43	9,493	14,00	1,109
	Totales	84,38	5,138	170,18	9,495	14,41	1,390
Totales	1ª división	86,40	5,724	172,57	9,203	15,14	1,551
	2ª división	85,69	5,680	174,90	9,881	14,63	1,409
	Totales	86,11	5,702	173,53	9,533	14,93	1,512

**Tabla 3B**

Parámetros submáximos.



los resultados a lo largo del mismo y pueden servir de referencia para futuros estudios. Mientras que los parámetros submáximos y de recuperación, posiblemente van a depender del desarrollo de la competición y del tipo de entrenamiento por lo que es probable que varíen a lo largo de la misma.

### Parámetros antropométricos

La talla media de nuestros futbolistas se encuentra en 180,5 +/- 6,5 cm y el peso en 77,3 +/- 5,1 kg, sin diferencias significativas entre los jugadores de primera y segunda división ( $p: 0,00$ ). Dichos datos coinciden con los obtenidos en la literatura para futbolistas profesionales en los últimos veinte años (Alburquerque, Sánchez, Prieto, López, & Santos, 2005; Caldatore, Tranquilli, & Giampietro, 1990; Casajus, 2001; Casajus & Aragones, 1991; Davis, Brewer, & Atkin, 1992; Ekblom, 1986; Kalapotharakos et al., 2006; Puga et al., 1993; T Reilly, 1994; T Reilly & Doran, 1999; Watson, 1995) y con los obtenidos por el autor en estudios anteriores (J. J. Ramos, Garnacho, Montoya, Segovia, & López-Silvarrey, 2006; J. J. Ramos et al., 1994). Los porteros suelen tener una altura y un peso significativamente mayor que el resto de jugadores (Casajus & Aragones, 1991; Davis et al., 1992; J. J. Ramos, Lara, Del Castillo, & Martínez, 2000; T Reilly, 1994). Este dato también ha sido constatado en el presente estudio.

Por otro lado, los centrocampistas presentaban una talla significativamente inferior al resto de los puestos. Este dato puede tener relación con la inclusión de los defensas laterales dentro de los centrocampistas. En otros estudios no especifican los criterios de composición de los puestos y al no estar tan delimitadas las posiciones es explicable no encontrar diferencias. Deberían realizarse nuevos estudios, con muestreos universales y siguiendo estrictos criterios de delimitación de los puestos para corroborar estos ha-

llazgos. También es importante tener en cuenta que la altura media de los futbolistas ha aumentado significativamente en las últimas décadas (T Reilly & Gilbourne, 2003).

Independientemente a las diferencias entre las demarcaciones, la talla y el peso no es uniforme en todos los futbolistas, constatándose diferencias individuales. En nuestra muestra la talla mínima es de 161 cm y la máxima de 196 cm. El peso mínimo es de 64,2 kg y el máximo de 94,4 kg. Estas diferencias individuales permiten la práctica de este deporte al más alto nivel sin precisar una altura y un peso determinados (Ekblom, 1986; J. J. Ramos, López-Silvarrey, & Miguel, 2000; J. J. Ramos et al., 1994). No obstante, hay que tener en cuenta que la composición corporal y el somatotipo es similar entre todos los futbolistas (Alburquerque et al., 2005; Caldatore et al., 1990; Casajus, 2001; Casajus & Aragones, 1991; Davis et al., 1992; Ekblom, 1986; Kalapotharakos et al., 2006; Puga et al., 1993; J. J. Ramos, Lara et al., 2000; J. J. Ramos, López-Silvarrey et al., 2000; J. J. Ramos et al., 1994; T Reilly, 1994; T Reilly & Doran, 1999; Watson, 1995), con pequeñas variaciones en el transcurso de la temporada. Los futbolistas tienden a disminuir su porcentaje de grasa durante la misma (Alburquerque et al., 2005; Casajus, 2001; T Reilly & Doran, 2001; Silvestre et al., 2006). Incluso Kalapotharakos y col sugieren en un reciente estudio que los jugadores con un porcentaje de grasa menor obtienen mejores rendimientos, en función de la posición de su equipo al final de la competición (Kalapotharakos et al., 2006).

### Parámetros máximos y submáximos

En el transcurso de los años hemos utilizado diferentes protocolos en laboratorio para valorar los parámetros máximos y submáximos en futbolistas. Comenzamos utilizando hace 20 años el test de Bruce (Bruce, 1956, 1978), los aumentos de la pendiente y la duración del test

ocasionaban fatiga periférica antes de que los futbolistas alcanzaran los parámetros máximos (J. Ramos, 1990). Posteriormente hemos utilizado otros protocolos diseñados en nuestro laboratorio (Complutense, Complutense modificado) en los que se aumenta la pendiente y la velocidad. En dichos test se detectaban con facilidad los umbrales, pero en un porcentaje significativo se producían sobrecargas musculares en miembros inferiores y espalda que nos hicieron desaconsejable la utilización de dichos protocolos (J. J. Ramos, López-Silvarrey et al., 2000). Por lo que optamos finalmente por usar un test incremental de velocidad a pendiente fija, que aunque añade una mayor dificultad para detectar los umbrales, reproduce el gesto deportivo de la carrera y además es el que nos ha dado menos problemas físicos durante su realización. Por otro lado, al ser un test muy progresivo, nos permite estandarizar dichos resultados y detectar la velocidad umbral en el laboratorio (J. J. Ramos, López-Silvarrey et al., 2000).

Algunos autores han comparado los resultados obtenidos en test intermitentes y test continuos en futbolistas no encontrando diferencias significativas (Drust, Reilly, & Cable, 2000).

Respecto al consumo máximo de oxígeno, algunos autores no han encontrado diferencias en el VO<sub>2</sub> máx al principio y a mediados de temporada (Casajus, 2001; Edwards et al., 2003; Silvestre et al., 2006). Sin embargo, otros trabajos si comunican una mejora del VO<sub>2</sub> máx en el transcurso de la misma (Fukuoka et al., 1997; Metaxas et al., 2006; J. J. Ramos et al., 1994; E. Young & Murphy, 1994). En un reciente estudio el autor tampoco encontró diferencias en el VO<sub>2</sub> máx en dos momentos de la temporada (Garnacho et al., 2006).

En referencia a parámetros submáximos, si existe cierta unanimidad en cuanto a la mejora de dichos parámetros en el transcurso de la temporada: umbrales ventilatorios aeróbicos y aneróbicos (Casajus, 2001; Edwards et al., 2003; Fukuoka et al.,

1997; Kalapotharakos et al., 2006; J. J. Ramos et al., 1994). Aunque el autor en un reciente estudio sobre 16 futbolistas del mismo equipo, no encontró diferencias significativas en los umbrales ventilatorios, medidos al principio y a mediados de temporada (Garnacho et al., 2006).

Estas variaciones en los resultados pudieran deberse a múltiples variables de entrenamiento y competición no siempre controlables.

El entrenamiento específico de resistencia mejora el consumo máximo de oxígeno en futbolistas (Helgerud, Engen, Wisloff, & Hoff, 2001). Pero los futbolistas durante la temporada no realizan un entrenamiento específico de la misma. De ahí la diferencia en los datos obtenidos. Debería estructurarse el tipo de entrenamiento para poder establecer comparaciones en los resultados. Las características de este deporte y la competición específica hacen bastante inviable establecer estandarizadamente un tipo de entrenamiento idéntico a todos los jugadores de un club a lo largo de la temporada. Por lo que sería complicado poder establecer comparaciones en conjunto.

Algunos autores han encontrado diferencias en los parámetros fisiológicos en función de la clasificación que ocupan al final de la temporada (Kalapotharakos et al., 2006; Wisloff, Helgerud, & Hoff, 1998). Sería interesante establecer en futuros estudios la relación entre la mejora de los parámetros aeróbicos y anaeróbicos en un equipo de fútbol a lo largo de la temporada con los resultados obtenidos por dicho equipo durante la misma. Aunque como ya hemos comentado, el rendimiento en el fútbol depende de múltiples factores: técnico, tácticos, psicológicos, y fisiológicos (Stolen, Chamari, Castagna, & Wisloff, 2005). La capacidad física sólo sería uno de ellos, es evidente que en el fútbol, todavía no se ha podido establecer el grado de influencia de cada variable en el rendimiento; tarea que en principio se nos antoja utópica, teniendo en

cuenta las características de este deporte.

El consumo máximo de oxígeno medio obtenido en el laboratorio en futbolistas profesionales en todo el mundo, utilizando protocolos incrementales de velocidad en tapiz, se sitúa entre 55 y 66 ml/kg/mn, dependiendo de los autores y del momento de la temporada en que se realicen las pruebas (Al-Hazzaa et al., 2001; Apor, 1988; Aziz, Chia, & Teh, 2000; Bangsbo, 1994b; Bangsbo, Norregaard, & Thorso, 1991; Casajus, 2001; Chin, Lo, Li, & So, 1992; Davis et al., 1992; Drust et al., 2000; Edwards et al., 2003; Ekblom, 1986; Faina, Gallozi, Marini, & Evangelista, 1988; Hoff, Wisloff, Engen, Kemi, & Helgerud, 2002; Kirkendal, 1985; McIntyre, 2005; McIntyre & Hall, 2005; Metaxas et al., 2006; Nowacki, Cai, Buhl, & Krummelbein, 1988; Rahkila & Luhtanen, 1991; J. J. Ramos et al., 2006; J. J. Ramos et al., 1994; T. Reilly, Bangsbo, & Franks, 2000; T. Reilly & Doran, 1999; Silvestre et al., 2006; Van Gool, Van Gerven, & Boutmans, 1988; Vanfraeche & Tomas, 1993; Watson, 1995; E. Young & Murphy, 1994; W. B. Young et al., 2005). Coincidentes con las revisiones realizadas hasta el momento sobre los aspectos fisiológicos del fútbol (Bangsbo, 1994a; Ekblom, 1986; Gorostiaga, 1993; Hoff, 2005; J. J. Ramos, López-Silvarrey et al., 2000; T. Reilly et al., 2000; T. Reilly & Doran, 2001; T. Reilly & Gilbourne, 2003; Rico-Sanz, 1997; Stolen et al., 2005).

Como ya comentamos en la introducción, el consumo máximo de oxígeno depende de varios factores como son la dotación genética, la edad, el sexo, el peso y el grado de entrenamiento. Nuestra muestra está compuesta por futbolistas profesionales. Dichos jugadores, como ya hemos visto, tienen unas características antropométricas y una edad media similar. Por otro lado están dotados genéticamente para el deporte de alta competición, como demuestra el hecho de haber alcanzado la élite en este deporte. Además el nivel de entrenamiento es similar entre los equi-

pos profesionales. En función de lo expuesto consideramos que los consumos máximos obtenidos pueden ser comparables, al tratarse una población homogénea en las variantes que pudieran influir en dicho consumo.

Los consumos máximos de oxígeno obtenidos en el presente estudio se encuentran dentro de los datos obtenidos por todos estos autores. Situándose en nuestro estudio en 57, 98 ml.kg<sup>-1</sup>.mn<sup>-1</sup> +/- 5,87 (4465,9 +/- 471, 38 ml.mn<sup>-1</sup> en valores absolutos) (Ver tabla IIa en el capítulo de resultados). Todos los autores consultados presentan una casuística menor a la presentada en este trabajo y muchos de ellos no especifican el momento de la temporada en que se realizan. En muchos casos la muestra es inferior a la composición de la plantilla. Solamente los trabajos de Davis realizados hace 15 años se acercan a nuestra casuística (Davis et al., 1992). Este autor y sus colaboradores publicaron los consumos máximos de oxígeno obtenidos en 135 futbolistas participantes en la liga inglesa de primera y segunda división.

Al estudiar el consumo máximo de oxígeno por puestos, no existe unanimidad en los trabajos consultados. La mayoría de los autores constatan un aumento del consumo máximo de oxígeno en los centrocampistas con respecto a los jugadores de campo, aunque en algunos casos el aumento no es significativo (Al-Hazzaa et al., 2001; Bangsbo, 1994b; Davis et al., 1992; Faina et al., 1988; McIntyre & Hall, 2005; Puga et al., 1993; T. Reilly et al., 2000; Van Gool et al., 1988). Otros autores no han encontrado diferencias (Metaxas et al., 2006; W. B. Young et al., 2005). En estudios anteriores (J. J. Ramos et al., 2006; J. J. Ramos et al., 1994), al igual que en el presente trabajo, hemos encontrado un aumento del consumo máximo de oxígeno en los centrocampistas con respecto a los demás puestos, sin diferencias entre primera y segunda división. En valores relativos hemos encontrado un consumo de oxígeno significativamente inferior en los porteros con respecto

a mediocampistas y defensas (p: 0,007), esa diferencia dejaba de ser significativa en valores absolutos (p. 0,686).

Se ha constatado que los futbolistas que tienen un mayor consumo máximo de oxígeno recorren más distancia durante el partido (Bangsbo, 1994b; Smaros, 1980). Este hallazgo pudiera relacionarse con el hecho de que los centrocampistas recorren una mayor distancia durante el partido y además presentar consumos máximos de oxígeno mayores.

Este fenómeno ¿se debe a la especialización? o por el contrario, ¿se debe a que al tener genéticamente una mayor capacidad aeróbica, los entrenadores o ellos mismos tienden a jugar en aquellos puestos que precisan mayor demanda aeróbica? Estas cuestiones estarían actualmente sin resolver.

Consideramos que el sistema de entrenamiento actual en el fútbol y las exigencias competitivas están unificando las características aeróbicas de los futbolistas y por tanto tenderemos a no encontrar diferencias significativas con respecto a dicha capacidad. De hecho cada vez las diferencias en el consumo máximo de oxígeno entre puestos son menos significativas. En nuestro estudio con una causística amplia y a lo largo de 5 años, no hemos encontrado tales diferencias.

Al estudiar los parámetros submáximos, nos encontramos con pocos trabajos que analicen los umbrales ventilatorios en futbolistas (Casajus, 2001; Chin et al., 1992; Edwards et al., 2003; White, Emery, Kane, Groves, & Risman, 1988).

En los estudios en el fútbol, se utiliza generalmente el concepto de umbral anaeróbico, umbral láctico, OBLA y velocidad umbral para su aplicación al entrenamiento, generalmente sobre datos obtenidos en test de campo. Dicha nomenclatura correspondería en nuestro caso con el umbral anaeróbico ventilatorio (VT2) (Ver introducción).

El autor ha publicado con anterioridad varios trabajos que miden los umbrales ventilatorios aeróbico

y anaeróbico de los futbolistas en el laboratorio (Garnacho et al., 2006; J. J. Ramos et al., 2006; J. J. Ramos, López-Silvarrey et al., 2000; J. J. Ramos et al., 1994).

El umbral anaeróbico ha sido detectado en nuestro trabajo en el 86,11 +/- 5,7 % del VO2 máx, sin diferencias significativas entre los puestos ni entre jugadores de primera y segunda división (p. 0,385). Dichos datos coinciden con los consultados en la literatura y con los obtenidos por nosotros en estudios previos. En la mayoría de los trabajos publicados el umbral anaeróbico se sitúa entre el 80 y el 88% del consumo máximo de oxígeno (Casajus, 2001; Chin et al., 1992; Edwards et al., 2003; Garnacho et al., 2006; J. J. Ramos et al., 2006; J. J. Ramos, López-Silvarrey et al., 2000; J. J. Ramos et al., 1994), aunque White y col (White et al., 1988) comunicaron un porcentaje algo inferior, alrededor del 77%, medido al iniciar los entrenamientos.

Algunos autores han constatado una mejora en dicho parámetro en el transcurso de la temporada (Casajus & Aragones, 1991; Edwards et al., 2003; J. J. Ramos et al., 1994). Aunque el autor en un reciente estudio no pudo constatar dicha mejora (J. J. Ramos et al., 2006). Es evidente que las variaciones en el umbral dependen en gran medida del efecto del entrenamiento. En fútbol son relativamente frecuentes los cambios de entrenador y de sistemas de entrenamiento en el transcurso de una temporada por lo que los datos son difícilmente comparables.

Por otro lado, el hecho de no haber encontrado diferencias significativas entre los diferentes puestos para el umbral anaeróbico, creemos que puede deberse principalmente al momento de realización de las pruebas. En este estudio la valoración fue realizada en pretemporada. Durante el verano los jugadores realizan un entrenamiento de mantenimiento principalmente aeróbico. La mejora del umbral anaeróbico requiere trabajo de cierta intensidad, que todavía no ha comenzado

a practicarse en el momento de realizar nuestras pruebas.

El umbral aeróbico fue detectado por término medio en el 68,95 +/- 5,8 % del VO2 máx, sin diferencias significativas entre los puestos ni entre las categorías (p: 0,264), aunque en un estudio previo si constatamos en el VT1 un porcentaje mayor respecto al VO2 máx en los mediocampistas y defensas con respecto a los delanteros, lo que sugiere cierta especialización. (J. J. Ramos et al., 2006).

Por otro lado, aunque en el presente estudio, no hayamos encontrado diferencias en el porcentaje del umbral aeróbico, si encontramos diferencias significativas en la frecuencia cardiaca y en la velocidad. La frecuencia cardiaca es más alta en defensas y mediocampistas y la velocidad es significativamente inferior en los porteros. Lógicamente los porteros al ser un puesto más especializado están sometidos a un entrenamiento más anaeróbico, lo que explica una velocidad umbral más baja.

Habría que tener en cuenta el tipo, la intensidad, la duración y la frecuencia tanto de los entrenamientos como de los partidos jugados durante la temporada para poder establecer una comparación real. Es evidente que las de la competición en el fútbol hacen inviable poder concretar dichos parámetros.

## Conclusiones

- El consumo máximo de oxígeno es similar en todos los futbolistas profesionales independientemente de la categoría.
- El consumo máximo de oxígeno es mayor en los centrocampistas y significativamente menor en los porteros.
- El porcentaje del umbral aeróbico y anaeróbico medido al inicio de la temporada era similar en todos los futbolistas, independientemente del puesto y la categoría.
- Los porteros tenían una velocidad en VT1 significativamente inferior al resto de los puestos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. AL-HAZZAA, H. M., ALMUZAINI, K. S., AL-REFAEE, S. A., SULAIMAN, M. A., DAFTERDAR, M. Y., AL-GHAMEDI, A., ET AL. (2001). Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 41(1), 54-61.
2. ALBURQUERQUE, F., SÁNCHEZ, F., PRIETO, J., LÓPEZ, N., & SANTOS, M. (2005). Kinanthropometric assessment of a football team over one season. *Eur J Anat*, 9(1), 17-22.
3. APOR, P. (1988). Successful formulae for fitness training. In T. Reilly, Lees, A, Davids K. and Murphy WJ (eds), *Science and Football* (pp. 95-107). London: E. and F.N.Spon.
4. ASTRAND, P., & RODAHL, K. (1986). *Textbook of work physiology* (3 ed.). New York: McGraw Hill Book Company.
5. AZIZ, A. R., CHIA, M., & TEH, K. C. (2000). The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field hockey and soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 40(3), 195-200.
6. BANGSBO, J. (1994a). Physical conditioning. In B. Ekblom (Ed.), *Football (Soccer)* (pp. 124-138). Oxford: Blackwell Scientific.
7. BANGSBO, J. (1994b). The physiology of soccer with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand*, 619 (Suppl), 1-155.
9. BANGSBO, J., NORREGAARD, L., & THORSO, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci*, 16(2), 110-116.
10. BISHOP, D. (2003a). Warm up I: potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Med*, 33(6), 439-454.
11. BISHOP, D. (2003b). Warm up II: performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Med*, 33(7), 483-498.
12. BRUCE, R. (1956). Evaluation of functional capacity and exercise tolerance of cardiac patients. *Concepts Cardiovasc*, 25, 321.
13. BRUCE, R. (1978). Principles of exercise testing, objectives, assumptions and classification of methods. In J. Nayghton & H. Helersten (Eds.), *Exercise testing and exercise training in coronary heart disease*. New York: Academy Press.
14. CALDATORE, G., TRANQUILLI, C., & GIAMPIETRO, M. (1990). Assessment of the nutritional state of top level football players. Roma: Instituto di Scienza dello Sport del C.O.N.I.
15. CASAJUS, J. (2001). Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 41, 463-469.
16. CASAJUS, J., & ARAGONES, M. (1991). Estudio morfológico del futbolista de alto nivel. Composición corporal y somatotipo. *Arch Med Deporte*, 30, 147-151.
17. CHIN, M. K., LO, Y. S., LI, C. T., & SO, C. H. (1992). Physiological profiles of Hong Kong elite soccer players. *Br J Sports Med*, 26(4), 262-266.
18. DAVIS, J. (1985). Anaerobic threshold: a review of the concept and directions for future research *Med Sci Sports Exerc*, 17, 6-18.
19. DAVIS, J., BREWER, J., & ATKIN, D. (1992). Preseason physiological characteristics of English first and second division soccer players. *J Sports Sci*, 10, 541-547.
20. DRUST, B., REILLY, T., & CABLE, N. T. (2000). Physiological responses to laboratory-based soccer-specific intermittent and continuous exercise. *J Sports Sci*, 18(11), 885-892.
21. EDWARDS, A., CLARK, N., & MACFADYEN, A. (2003). El umbral ventilatorio y el umbral de lactato reflejan el nivel de entrenamiento de jugadores de fútbol profesionales mientras que la potencia aróbica máxima se mantiene sin cambios. *J Sports Sci Med*, 2, 23-29.
22. EKBLOM, B. (1986). *Applied physiology of soccer*. *J Sports Med*, 3, 50-60.
23. FAINA, M., GALLOZI, C., MARINI, C., & EVANGELISTA, M. (1988). Definition of the physiological profile of the soccer players. In A. L. T Reilly, Davids K and Murphy WJ (eds) (Ed.), *Science and Football* (pp. 158-163). London: E. and FN Spon.
24. FLETCHER, G., BALADY, G., FROELICHER, V., HARTLEY, L., HASKELL, W., & POLLOCK, M. (2001). Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professional from the American Heart Association. *Circulation*, 104(14), 1694-1740.
25. FUKUOKA, Y., SHIGEMATSU, M., ITOH, M., HOMMA, S., & IKEGAMI, H. (1997). Effects of football training on ventilatory and gas exchange kinetics to sinusoidal work load. *J Sports Med Phys Fitness*, 37, 161-167.
26. GARNACHO, M., RAMOS, J., MONTOYA, J., & RAMÓN, M. (2006). Estudio del VO<sub>2</sub> máx y umbrales ventilatorios en un equipo de fútbol profesional en dos momentos de la temporada (pp. Personal Communication). Madrid: VIII Jornadas sobre Medicina y Deporte de alto nivel.
27. GIBBONS, R. J., BALADY, G. J., BRICKER, J. T., CHAITMAN, B. R., FLETCHER, G. F., FROELICHER, V. F., ET AL. (2002a). ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing: summary article. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1997 Exercise Testing Guidelines). *J Am Coll Cardiol*, 40(8), 1531-1540.
28. GIBBONS, R. J., BALADY, G. J., BRICKER, J. T., CHAITMAN, B. R., FLETCHER, G. F., FROELICHER, V. F., ET AL. (2002b). ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing: summary article: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1997 Exercise Testing Guidelines). *Circulation*, 106(14), 1883-1892.
29. GOROSTIAGA, E. (1993). Bases científicas del fútbol: aplicación al entrenamiento. Primera parte. Cuaderno del entrenador, 2803-2811.
30. HELGERUD, J., ENGEN, L., WISLOFF, U., & HOFF, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc*, 33(11), 1925-1931.
31. HOFF, J. (2005). Training and testing physical capacities for elite soccer players. *J Sports Sci*, 23(6), 573-582.
32. HOFF, J., WISLOFF, U., ENGEN, L., KEMI, O., & HELGERUD, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British J Sports Med*, 36(3), 218-221.
33. JONES, N., & EHRSAM, R. (1982). The anaerobic threshold. *Exerc Sport Sci Rev*, 10, 49-83.
34. KALAPOTHARAKOS, V., STRIMPAKOS, N., VITHOULKA, I., KARVOUNIDIS, C., DIAMANTOPOULOS, K., & KAPRELI, E. (2006). Physiological characteristics of elite professional soccer teams of different ranking. *J Sports Med Phys Fitness*, 46(4), 515-519.



35. KIRKENDAL, D. T. (1985). The applied sport science of soccer. *Physician Sportsmed*, 13, 53-59.
36. MCINTYRE, M. C. (2005). A comparison of the physiological profiles of elite Gaelic footballers, hurlers, and soccer players. *Br J Sports Med*, 39(7), 437-439.
37. MCINTYRE, M. C., & HALL, M. (2005). Physiological profile in relation to playing position of elite college Gaelic footballers. *Br J Sports Med*, 39(5), 264-266.
38. METAXAS, T., SENDELIDES, T., KOUTLIANOS, N., & MANDROUKAS, K. (2006). Seasonal variation of aerobic performance in soccer players according to positional role. *J Sports Med Phys Fitness*, 46(4), 520-525.
39. NOVACKI, P. (1984). Formación de CO<sub>2</sub> y cociente respiratorio durante el esfuerzo ergométrico. In H. Mellerovich (Ed.), *Ergometría* (pp. 174-184). Buenos Aires: Médica Panamericana.
40. NOWACKI, P., CAI, D., BUHL, C., & KRUMMELBEIN, U. (1988). Biological performance of German soccer players (professional and junior) tested by special ergometry and treadmill methods. In T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W. Murphy (Eds.), *Science and football* (pp. 145-157). London: E. and FN.Spon.
41. PUGA, N., RAMOS, J., AGOSTINHO, J., LOMBA, I., COSTA, O., & DE FREITAS, F. (1993). Physical profile of a first division Portuguese professional soccer team. In T. Reilly, J. Clarisand & A. Stibbe (Eds.), *Science and Football* (pp. 40-46). London: E. and FN.Spon.
42. RAHKILA, P., & LUHTANEN, P. (1991). Physical fitness profile of Finnish national soccer teams candidates. *Science and Football*, 5, 30-34.
43. RAMOS, J. (1990). *Ergometria en futbolistas*. Unpublished trabajo fin de especialidad, Escuela Medicina de la E.F. y el Deporte. Universidad Complutense., Madrid.
44. RAMOS, J. J., GARNACHO, M. V., MONTOYA, J. J., SEGOVIA, J. C., & LÓPEZ-SILVARREY, F. J. (2006). Estudio comparativo por puestos del VO<sub>2</sub> máx y umbrales ventilatorios en futbolistas profesionales de 1ª división (pp. Personal Communication). Madrid: VIII Jornadas sobre Medicina y Deporte de alto nivel.
45. RAMOS, J. J., LARA, M. T., DEL CASTILLO, M. J., & MARTÍNEZ, R. (2000). Características antropométricas del futbolista adolescente de élite. *Arch Med Deporte*, 25-30.
46. RAMOS, J. J., LÓPEZ-SILVARREY, F. J., & MIGUEL, F. (2000). Valoración fisiológica del futbolista. Madrid: Consejería Presidencia y Hacienda C.A.M.
47. RAMOS, J. J., SEGOVIA, J. C., LÓPEZ-SILVARREY, F. J., MONTOYA, J. J., & LEGIDO, J. C. (1994). Estudio de diversos aspectos fisiológicos del futbolista. *Selección*, 3(2), 70-81.
48. REILLY, T. (1990). Football. In T. Reilly, N. Secher, P. Snell & C. Willians (Eds.), *Physiology of Sports* (pp. 371-426). London: E and FN Spon.
49. REILLY, T. (1994). Physiological profile of the player. In B. Ekblom (Ed.), *Football (Soccer)*. Oxford: Blackwell Scientific.
50. REILLY, T., BANGSBO, J., & FRANKS, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sci*, 18(9), 669-683.
51. REILLY, T., & DORAN, D. (1999). Kinanthropometric and performance profiles of elite Gaelic footballers. *J Sports Sci*, 17, 922.
52. REILLY, T., & DORAN, D. (2001). Science and Gaelic football. *J Sports Sci*, 19(3), 181-193.
53. REILLY, T., & GILBOURNE, D. (2003). Science and football: a review of applied research in the football codes. *J Sports Sci*, 21(9), 693-705.
54. RICO-SANZ, J. (1997). Evaluaciones fisiológicas de los futbolistas. *Archivos Medicina del Deporte*, 14(62), 485-491.
55. SCHLANT, R., FRIESINGER, G., & LEONARD, J. (1990). Clinical competence in exercise testing: a statement for physicians from the ACP/ACC/AHA task force on clinical privileges in Cardiology. *J Am Coll Cardiol*, 16, 1061-1065.
56. SILVESTRE, R., KRAEMER, W., WEST, C., JUDELSON, D., SPIERING, B., VINGREN, J., ET AL. (2006). Body composition and physical performance during a national collegiate athletic division I men's soccer season. *J Strength Cond Res*, 20(4), 962-970.
57. SMAROS, G. (1980). Energy usage during football match. Paper presented at the I International Congress on Sport Medicine, Roma.
58. SSPS. (2005). *Syntax reference guide (Version 14.0)*.
59. STOLEN, T., CHAMARI, K., CASTAGNA, C., & WISLOFF, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Med*, 35(6), 501-536.
60. VAN GOOL, D., VAN GERVEN, D., & BOUTMANS, J. (1988). The physiological load imposed on soccer players during real match-play. In A. L. T Reilly, K Davids and WJ Murphy (eds) (Ed.), *Science and football* (pp. 334-340). London: E. and FN.Spon.
61. VANFRAECHEN, J., & TOMAS, M. (1993). Maximal aerobic power and ventilatory threshold of a top level soccer team. In T. Reilly, A. Clarisand & A. Stibbe (Eds.), *Science and Football* (pp. 43-46). London: E. and FN.Spon.
62. VIRU, A. (1996). Postexercise recovery period: carbohydrate and protein metabolism. *Scand J Med Sci Sports*, 6, 2-14.
63. WATSON, A. W. (1995). Physical and fitness characteristics of successful Gaelic footballers. *Br J Sports Med*, 29(4), 229-231.
64. WHITE, J., EMERY, T., KANE, J., GROVES, R., & RISMAN, A. (1988). Pre-season fitness profiles of professional soccer players. In A. L. T Reilly, Davids K and Murphy WJ (eds) (Ed.), *Science and Football* (pp. 164-171). London: E. and FN Spon.
65. WISLOFF, U., HELGERUD, J., & HOFF, J. (1998). Strength and endurance of elite soccer players. *Med Sci Sports Exerc*, 30(3), 462-467.
66. YOUNG, E., & MURPHY, M. (1994). Off-season and pre-season fitness profiles of the 1993 Ulster Gaelic football champions. *J Sports Sci*(12), 167-168.
67. YOUNG, W. B., NEWTON, R. U., DOYLE, T. L., CHAPMAN, D., CORMACK, S., STEWART, G., ET AL. (2005). Physiological and anthropometric characteristics of starters and non-starters and playing positions in elite Australian Rules Football: a case study. *J Sci Med Sport*, 8(3), 333-345.