

VO₂MÁX Y UMBRAL ANAERÓBICO EN FUTBOLISTAS PROFESIONALES Y JUVENILES. REPERCUSIONES EN EL ENTRENAMIENTO

Pedro Tomás Gómez Píriz¹ y Diego Soto Gil²

¹ Dtor. Educación Física. Grupo Investigación Educación Física, Salud y Deporte. Universidad de Sevilla

² Catedrático Enseñanza Secundaria. Preparador Físico Selección Española de Baloncesto

Parecen existir diferencias en el rendimiento deportivo entre futbolistas profesionales y juveniles. Estas diferencias se han intentado explicar en base a parámetros fisiológicos. Se utilizaron para ello 22 sujetos de categoría profesional y 18 del equipo juvenil del mismo club. La prueba de esfuerzo consistió en incrementos progresivos de la velocidad en el tapiz rodante con protocolo estandarizado. La variable independiente se estableció por la categoría de los jugadores (profesional y juvenil). Las variables dependientes han sido: valores de VO₂máx. y U. Anaeróbico, velocidades en las que se detectaron, relación porcentual entre ambos parámetros y evolución de la concentración de lactato en varias fases posteriores al esfuerzo.

Sin pérdida del "concepto de individualidad" predominante en toda la investigación, sólo se observaron diferencias significativas en el factor velocidad de obtención de los parámetros VO₂máx. y U. Anaeróbico, a favor de jugadores profesionales. Se ha establecido una referencia útil, en la que se muestran las peculiaridades de estos factores fisiológicos en futbolistas de niveles profesionales y juveniles, confirmándose la referencia de las velocidades obtenidas como indicador de entrenamiento.



INTRODUCCIÓN

La utilización de los parámetros Volumen Máximo de Oxígeno (VO₂máx.) y Umbral Anaeróbico (U.An.), y su transferencia al ámbito del entrenamiento deportivo, son de especial relevancia desde el ámbito fisiológico, aún enmarcados en la gran complejidad del rendimiento deportivo. Sus mediciones son usadas en la mayoría de especialidades deportivas como indicador fisiológico, obviando las diferencias con el Umbral Ventilatorio 2 (U.V₂) (López y Legido, 1991). Aunque subyacen multitud de procesos internos limitadores/posibilitadores del esfuerzo del deportista, su valoración ha ayudado a orientar adecuadamente el control y planificación del entrenamiento (Saltin y Strange, 1992).

Ambos criterios evolucionan dentro de una dinámica compleja, sobre todo entendiendo que cada deportista tiene su "perfil fisiológico", lo que conduce a ser cauto en la interpretación y uso de la información obtenida. Entender que el VO₂máx., sin olvidar otros parámetros de eficacia en función de la especialidad deportiva, es un indicador más de rendimiento, o que el U.An. y su relación con el VO₂máx. también lo es, parece ser un criterio a tener en cuenta en cualquier proceso de preparación.

Dado que la mayoría de los deportes utilizan combustible procedente de todos los sistemas energéticos, todos ellos deberían ser desarrollados en el proceso de preparación deportiva (Bompa, 1990), siendo objetivo preferente de entrenamiento orientarlos hacia las condiciones específicas de competición. En las necesidades fisiológicas del jugador de fútbol, estos dos factores, al igual que otros, juegan un papel trascendente, si se centra de manera restringida nuestro análisis, en la capacidad de retardar la aparición de la fatiga.

Las cuestiones que subyacen al trabajo que se presenta es si el VO₂máx. y U.An., las velocidades en las que se detectaron, la relación entre los dos parámetros y la evolución posterior al esfuerzo del acúmulo de lactato en una prueba de esfuerzo, son parámetros diferenciadores del nivel deportivo, en cuanto a años de experiencia y categoría de jugadores de fútbol. Es lógico pensar la existencia de diferencias, como puede deducirse en función de los años de entrenamiento y la existencia de experiencia y adaptación a esfuerzos extremos por parte de futbolistas de máxima categoría.

Al respecto, se ha insistido en que los deportistas en edad juvenil encuentran los niveles de resistencia, sobre todo la que implica preferentemente al metabolismo aeróbico, próximos a los óptimos para la especialidad deportiva (Zintl, 1992; Ardá, 1997). Por ello, se podría plantear la no existencia de tales diferencias entre este grupo y los de categoría profesional.

La propuesta de investigación consistió en analizar y observar estas diferencias en los resultados obtenidos en prue-

bas de esfuerzo en laboratorio, con protocolo estandarizado, y en sujetos con los niveles deportivos descritos (profesionales y juveniles). Los objetivos de investigación pretenden establecer una referencia útil en la que se muestren las peculiaridades con las que se presentan estos factores fisiológicos en futbolistas de distintos niveles. El estudio tendrá en cuenta que tales parámetros son de carácter individual y, por tanto, los resultados e interpretaciones quedarán enmarcados en el propio contexto y condiciones de investigación.

MATERIAL Y MÉTODO

Se tomaron dos diseños que permitieron conseguir los objetivos de investigación; intergrupo y aplicaciones de "caso único", que lo son especialmente al considerar los resultados como individuales.

Los sujetos de la muestra fueron 22 jugadores de campo de categoría profesional (1ª división española) del Sevilla F.C. S.A.D. (26,33,83 años) y del equipo juvenil (18) de división de honor (17,740,57), ambos de la temporada 2002/2003.

La prueba de esfuerzo, que se realizó consistió en incrementos progresivos de la velocidad en el tapiz rodante (prueba realizada en el Centro Andaluz de Medicina del Deporte de La Cartuja en Sevilla) con el siguiente protocolo:

- Registro de valores en reposo durante 1'.
- Calentamiento de 3' a 8 Km/h.
- Comienzo de la prueba a 10 Km/h. con incrementos de 0,6 Km/h. cada minuto.

Recuperación con mantenimiento del registro de gases hasta la estabilización del sistema con muestras sanguíneas (4); en la parada (stop), al minuto (1'), a los tres minutos (3') y a los cinco (5').

La variable independiente viene determinada por la categoría de los jugadores (profesional y juvenil). Las variables dependientes han sido:

- Valores de VO₂máx. y U.An.
- Velocidades en las que se detectaron VO₂Máx. y U.An.
- Relación entre U.An. VO₂máx., y
- Evolución de la concentración de lactato posterior al esfuerzo (Stop, 1', 3' y 5').

RESULTADOS

Los valores promedios para ambos grupos se muestran en tabla 1. Se puede apreciar como hay indicios de diferencias, que se constataron estadísticamente tan solo en las

VO₂MÁX Y UMBRAL ANAERÓBICO EN FUTBOLISTAS PROFESIONALES Y JUVENILES. REPERCUSIONES EN EL ENTRENAMIENTO

Gómez Píriz, P.T.
Soto Gil, D.
Tomo XVIII • Nº 2

velocidades con la que alcanzaron los parámetros fisiológicos VO₂máx. y U.An. y en la relación entre ambos, en todos estos casos a favor del grupo profesional, de mayor media.

Por tanto, el grupo profesional consiguió obtener ambos parámetros fisiológicos (VO₂máx. y U.An) a mayor velocidad que el juvenil lo que determina que, aún no habiendo diferencias en valores totales, el grupo profesional consiguió mayor eficacia mecánica alcanzándolos a mayor velocidad, algo que se presumía con la apreciación del gráfico 4, más acuciante en los valores de las velocidades para el U.An. Este aspecto será de trascendencia para la personalización del trabajo específico.

Se encontró correlación significativa entre VO₂máx. y U.An. sólo en el grupo profesional (R=.846, R²= 0.72) y no así en el juvenil, por lo que se podría interpretar como característico, entre muchos factores confluyentes, de la estabilidad conseguida por la mayor vida deportiva.

Es de especial relevancia las diferencias obtenidas en el % en el que se encontraron los U.An. con respecto a los VO₂máx., también mayores en los profesionales como se observa en el histograma representado en gráfico 1.

La variable referida a la evolución de la concentración de lactato en varias fases posteriores al esfuerzo no evidenció diferencias entre grupos. En ambos casos evolucionaron, en su promedio, de similar manera (gráfico 2), existiendo una concentración mayor a partir del minuto 1 para todos. Analizando este apartado bajo características individuales, en el gráfico 3 se muestran algunas evoluciones de la concentración de lactato de algunos sujetos, y que confirma lo arriesgado de determinar un modelo único a considerar, independientemente del nivel del deportista.

DISCUSIÓN

Los resultados anteriores estiman diferencias en cuanto a las velocidades de alcance de los parámetros fisiológicos observados y el % entre ellos. Estas circunstancias parecen ser factores diferenciadores, por lo que, aún encontrando similares valores relativos de U.An. y VO₂máx., aspecto que era esperado, en el entrenamiento cotidiano los valores de velocidad deberán de determinar las exigencias para cada deportista. La explicación a la consecución de velocidades máximas superiores, con valores de VO₂máx. similares, podría radicar en la mayor reserva metabólica y mayor economía de carrera de los jugadores profesionales, tal como se ha constatado en otros estudios (González y Ainz, 1998).

	Profesionales	Juveniles	
VO ₂ max *	55,77 ± 3,85	53,7 ± 3,99	
U.An.VO ₂ *	47,1 ± 4,9	43,14 ± 3,45	
U.An. % del VO ₂ máx	82% ± 5	81% ± 7	p=0.02
(Lact) stop**	9,92 ± 2,89	10,74 ± 1,62	
(Lact) 1’**	11,56 ± 2,57	12,18 ± 2,9	
(Lact) 3’**	11,43 ± 3,06	12,13 ± 2,75	
(Lact) 5’**	11,54 ± 3,1	11,15 ± 3,77	
Velocidad VO ₂ máx (km/h)	19,2 ± 0,52	18,37 ± 0,84	p=0.02
Velocidad U.An (km/h)	15,75 ± 1,15	13,52 ± 0,1	p=0.001

Tabla 1. Valores promedios de ambos grupos de sujetos en cuanto a las variables dependientes. Valores de significación estadística.

*mL/Kg/min.
** mmol/Kg.

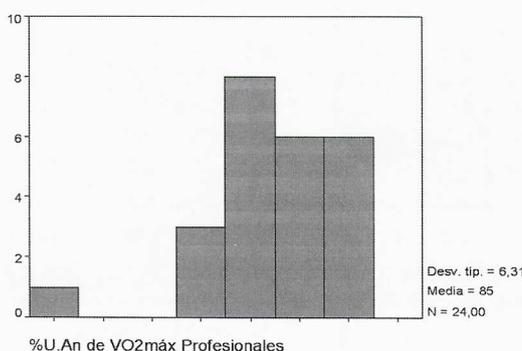
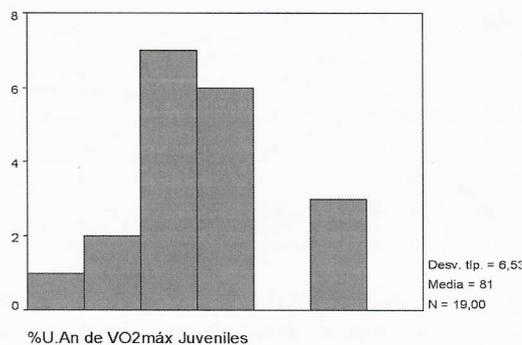


Gráfico 1. Frecuencias obtenidas del porcentaje de U.An. en relación al VO₂máx. por grupos de sujetos.

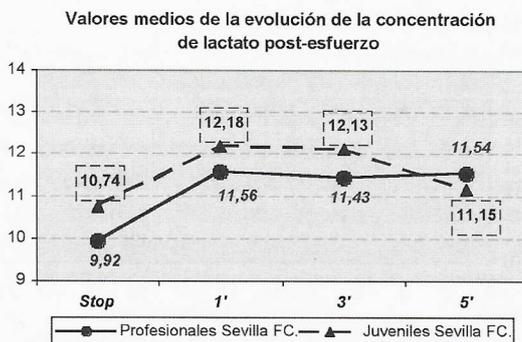


Gráfico 2. Valores medios (concentración del ácido láctico) en ambos grupos para cada toma después de la prueba.



Gómez Píriz, P.T.
Soto Gil, D.
Tomo XVIII • Nº 2

**VO₂MÁX Y UMBRAL ANAERÓBICO EN FUTBOLISTAS PROFESIONALES Y JUVENILES.
REPERCUSIONES EN EL ENTRENAMIENTO**

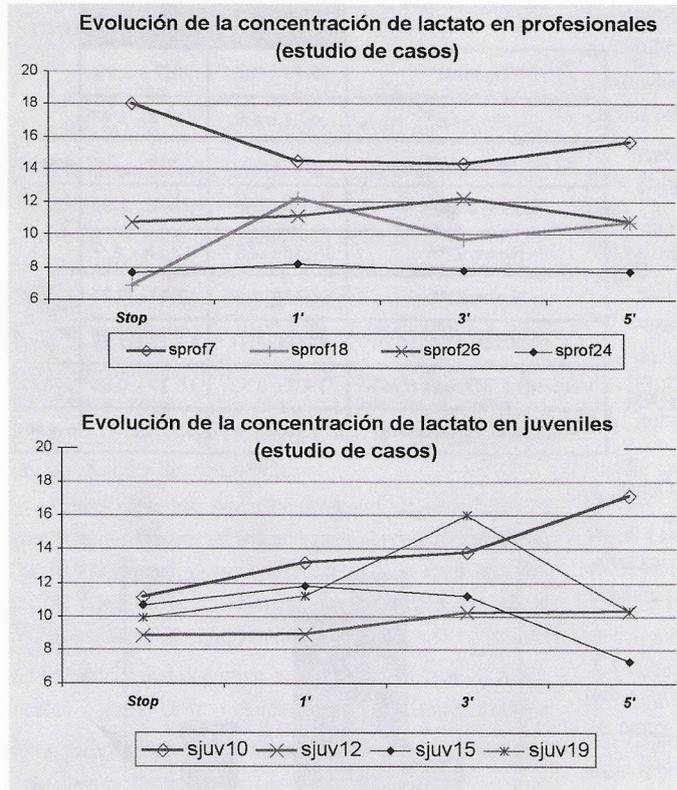


Gráfico 3. Valores individuales obtenidos en ambos grupos en cuanto a la evolución de la concentración del ácido láctico después de la prueba.

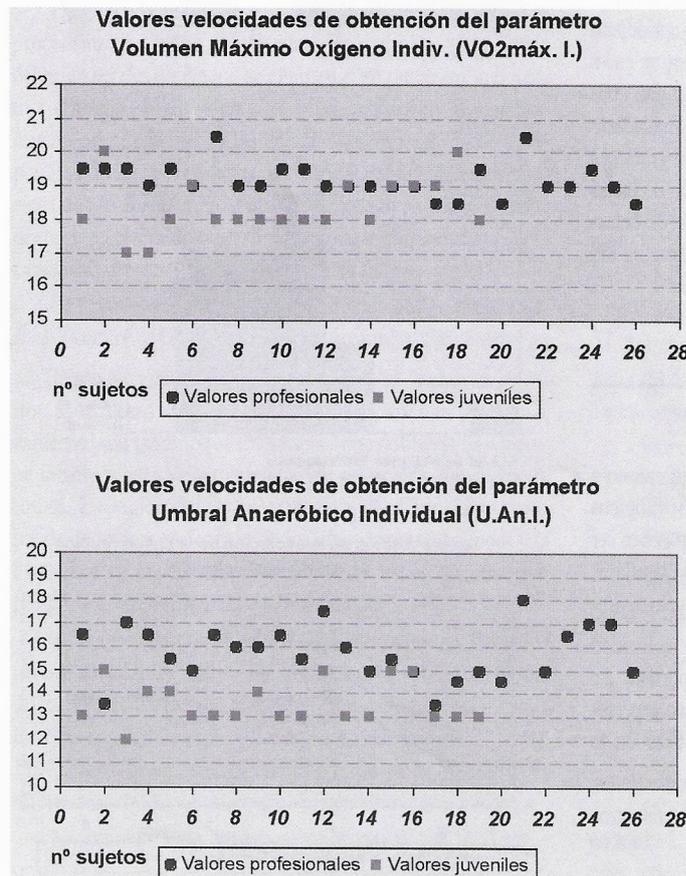


Gráfico 4. Valores individuales referidos a las velocidades de obtención de VO₂máx. y U.An.

En diversas investigaciones, se encuentran resultados similares, poco diferenciados, en cuanto a los valores en ml/Kg./min. para el VO₂máx. (Montanari, 1992; Ardá, 1997; Helgerud, Engen, Wisloff, y Hoff, 2001); sin embargo, no se incide en la variable velocidad de obtención de tal parámetro, algo que ha quedado demostrado como sustancialmente prioritario. A las consabidas diferencias, significativas estadísticamente, habría que añadir la confirmación de tratamientos individualizados en cuanto a la velocidad obtenida (Gráfico 4), siendo éste un valor de referencia esencial en la interpretación de los mismos.

Las diferencias en cuanto al % (p=0.02) pueden llevar a interpretaciones interesantes. Por un lado, los jugadores jóvenes, que obtienen menor velocidad en zona umbral, lo consiguen muy pronto, en comparación con el profesional, lo que implica que existirá antes un predominio anaeróbico que determinará mayor tiempo en anaerobiosis, lo que provocará posiblemente un estado de fatiga precoz en relación con el otro grupo.

Por otro lado, si a esto se une que las velocidades en las que se obtuvo este parámetro eran mayores en profesionales, éstos no sólo consiguen llegar más tarde al U.An., sino que también desarrollan su esfuerzo en predominio aeróbico, obteniendo velocidades similares a los juveniles, aunque estos en predominio anaeróbico. Esta reflexión es válida también para las características en las que se ha manifestado el VO₂máx. con las mismas diferencias entre grupos.

De los anteriores datos se pueden establecer especificaciones individuales a cada deportista dependiendo de los resultados obtenidos. Así, atendiendo a Bompa (1990), las zonas de entrenamiento se constituyen, especialmente, a partir de los parámetros fisiológicos U.An. y VO₂máx (gráfico 5). Conociendo las velocidades a las que se consiguieron alcanzar se estaría en disposición de, usando la metodología apropiada, modificarlos y hacerlos evolucionar en función de la ergogénesis deportiva, de la altura de la temporada y, sobre

**VO₂MÁX Y UMBRAL ANAERÓBICO EN FUTBOLISTAS PROFESIONALES Y JUVENILES.
REPERCUSIONES EN EL ENTRENAMIENTO**

Gómez Píriz, P.T.
Soto Gil, D.
Tomo XVIII • Nº 2

todo, del grado de adaptación de cada deportista a los esfuerzos a los que se les está sometiendo. La constatación de los valores permitirá, por fin, incidir en cada uno de ellos y direccionarlos según objetivos de entrenamiento.

En otro orden de cosas, algo que no se puede obviar es el tiempo que los sujetos son capaces de desarrollar el esfuerzo en velocidades de umbral y VO₂máx., aspecto que no se ha valorado, que es relevante en la evaluación de parámetros fisiológicos y que confirmaría, o no, diferencias en otro parámetro relevante (Billat y Koralsztein, 1996)

Por último, se hace necesario especificar la fiabilidad de los datos, referidos, entre otros, al mantenimiento y calibración de la máquina utilizada, así como al protocolo usado. Todo ello puede provocar la obtención de valores diferentes, se hace necesario el control habitual de estas variables en las valoraciones de estos parámetros (Billat y Koralsztein, 1996)

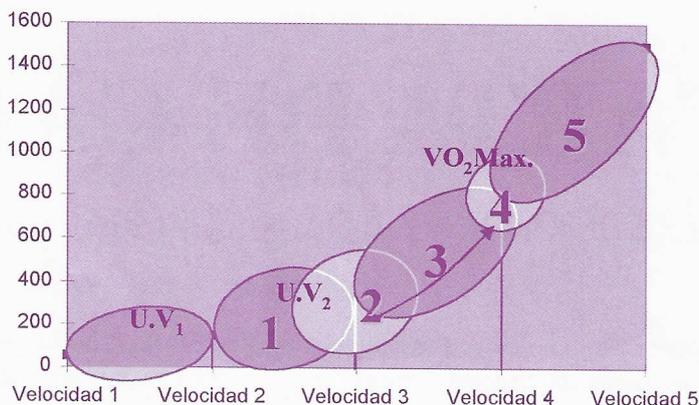


Gráfico 5. Relación de U.An. y VO₂Máx. y zonas de entrenamiento determinadas una vez obtenidos los factores fisiológicos necesarios (gráfico adaptado desde las consideraciones de Bompá, 1990).

referir con un valor relevante a las velocidades de obtención de ambos parámetros así como a la relación entre ambos. ▣

CONCLUSIONES

Sobre la base de todas las anteriores reflexiones, fruto de los resultados obtenidos en las condiciones de investigación expresadas, se establecen las siguientes afirmaciones:

- Se ha observado que los jugadores profesionales obtienen mejores resultados en cuanto al factor velocidad de obtención de los parámetros VO₂máx. y U.An, todo ello sin pérdida del "concepto de individualidad".

- Se afirma que los jugadores profesionales obtienen mejores resultados en cuanto a la relación en porcentaje (%) del parámetro U.An. con respecto a VO₂máx.

- Se ha establecido una referencia útil, en la que se muestran las peculiaridades con las que se presentan estos factores fisiológicos en futbolistas de niveles profesionales y juveniles.

- Se confirma la referencia de las velocidades obtenidas como indicador de entrenamiento, aún sabiendo la similitud de los valores fisiológicos.

Atendiendo al ámbito restringido de la preparación del deportista especificado en el presente análisis, el fisiológico, se puede constatar con especial relevancia los valores de velocidad de obtención de los parámetros analizados como de validez en la determinación de la preparación global del deportista. A su vez, en el diagrama de influencias que se debe constatar para la alta y compleja preparación del deportista dentro del paradigma que desemboca en la idea de considerarlo un sistema dinámico complejo, en el apartado referido al aspecto fisiológico, se ha de

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ardá, T.: "Estudio de las capacidades condicionales de futbolistas juveniles". *Revista de Entrenamiento Deportivo*, Tomo XI, nº3, pp. 21-27, 1997.
- Barbany, J.R.: *Fundamentos de fisiología del ejercicio y del entrenamiento*. Barcelona: Ed. Barcanova, 1990.
- Billat, L.V. y Koralsztein, J.P.: "Significance of the velocity at VO₂máx and time to exhaustion at this velocity". *Sports Med.*, Aug.: 22 (2), pp. 90-108, 1996.
- Bompá, T.: "Valores de intensidad fisiológica empleados para el entrenamiento de resistencia". *Revista de Entrenamiento Deportivo*, Vol IV, nº1, pp. 2-12, 1990.
- González, J.M. y Ainz, L.F.: "Capacidad funcional aeróbica en jugadores de fútbol adolescentes". *Archivos de Medicina del Deporte*, Vol. XV, nº 65, pp.201-207, 1998.
- Helgerud, J.; Engen, L.C.; Wisloff, U. y Hoff, J.: "Aerobic endurance training improves soccer performance". *Med. Science Sports Exerc.* Nov, 33 (II), pp. 1925-31, 2001.
- López Chicharro, J. y Legido Arce, J.C.: *Umbral anaerobio. Bases fisiológicas y aplicación*. Ed. Interamericana McGraw-Hill, 1991.
- McArdle, W.; Katch, F. y Katch V.: *Fisiología del ejercicio*. Madrid: Ed. Alianza Deporte, 1986.
- Montanari, G.: "Test fisiológicos de valoración del futbolista". En *Ciencia Técnica y Fútbol*. Madrid: R.F.E.F., pp. 29-58, 1992.
- Saltin, B. y Strange, S.: "Maximal oxygen: "old" and "new" arguments for a cardiovascular limitation". *Med. Sci. Sports Exercise*, Vol 24, nº1, pp. 30-37, 1992.
- VV.AA.: *Fitness. Teoría y práctica*. Barcelona: Ed. Scriba, 1993.
- Zintl, F.: *Entrenamiento de Resistencia*. Barcelona: Ed. Martínez Roca, 1992.