

LA IMPORTANCIA DEL VO₂MAX PARA REALIZAR ESFUERZOS INTERMITENTES DE ALTA INTENSIDAD EN EL FÚTBOL FEMENINO DE ÉLITE

Carlos Arecheta Pérez
Dra. Maite Gómez López
Dr. Alejandro Lucía Mulas

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (Salud)
Universidad Europea de Madrid

RESUMEN

Objetivo: Determinar la importancia del VO_{2max} en un equipo de fútbol femenino español, analizando si existe alguna relación entre esta variable y la capacidad para efectuar repetidos esfuerzos intermitentes de alta intensidad.

Métodos: Participaron 10 jugadoras de fútbol pertenecientes al equipo profesional Rayo Vallecano, (20,3 ± 2,8 años) quienes realizaron: 1) un test en tapiz rodante para determinar el VO_{2max} y 2) el test de Bangsbo que consta de siete *sprints* con una recuperación activa de 25 s para medir su capacidad de realizar esfuerzos máximos y repetidos.

Resultados: No encontramos una correlación significativa entre el VO_{2max} de las jugadoras y el tiempo de los primeros cuatro *sprints* (1^{er} *sprint*: r = -0,45, P = 0,18; 2^o *sprint*: r = -0,56, P = 0,09; 3^{er} *sprint*: r = -0,53, P = 0,11; 4^o *sprint*: r = -0,57, P = 0,08). Sin embargo, ambas variables estaban significativamente correlacionadas en los últimos *sprints* (5^o *sprint*: r = -0,65, P = 0,03; 7^o *sprint*: r = -0,82; P = 0,003) a excepción del 6^o (r = -0,46; P = 0,17).

Conclusiones: Estos resultados sugieren que un alto VO_{2max} ayuda a realizar y mantener esfuerzos máximos en los tiempos finales de un partido.

Palabras claves: Mujer, Fútbol, VO_{2max}, Ejercicio Intermitente, Rendimiento.

“Kronos n° 9, pp. 4-12, Enero/Junio 2006”

INTRODUCCIÓN

Las investigaciones científicas sobre el fútbol femenino son bastante escasas hasta la fecha, y por ello debemos basarnos sobre todo en lo que sabemos sobre fútbol masculino. El ejercicio intermitente de alta intensidad (EIAI) es uno de los aspectos más importantes de éste y otros deportes de equipo. En efecto, el fútbol es una especialidad deportiva mixta (con contribución significativa de ambos sistemas energéticos, aeróbico y anaeróbico), y en el que se intercalan fases de ejercicio a diferentes intensidades (algunas *supramáximas*) con pausas de recuperación activas e incompletas (en algunos casos puede llegar a ser completa), durante un extenso periodo de tiempo (1,2). De los esfuerzos realizados a máxima velocidad en el fútbol masculino, el 50% se realiza sobre distancias inferiores a 12 m, un 20% se hacen sobre distancias entre 12 y 20 m, un 15% sobre distancias comprendidas entre 20 y 30 m, y tan sólo un 15% de los esfuerzos realizados a máxima velocidad se hacen sobre distancias superiores de 30 m (3). La distancia media que se recorre en cada *sprint* es de 14 m (4). El número

de aceleraciones que se hacen por partido, saliendo de parado o corriendo, suele ser de unas 130 (3) y el número de cambios de ritmo suele ser cercano a 1000 (5). Por ello, la capacidad de trabajar a altos porcentajes de la capacidad máxima de cada futbolista y de realizar *sprints* repetidos es esencial para el rendimiento en este deporte. Si bien los *sprints* no representan más del 10% de la distancia total recorrida en un partido (1,6,3), este tipo de ejercicio es determinante en el resultado final del mismo (5).

Las mujeres futbolistas corren, de media, menos metros que los hombres y a menor velocidad (7). Ekblom y Aginger (8) estudiaron la actividad de un equipo de fútbol femenino de elite sueco y encontraron que las jugadoras recorrieron de media 8,5 km durante el partido e hicieron unos 100 *sprints* de una distancia media de 14.9 ± 5.6 m (7). Esta distancia media recorrida es ligeramente inferior a la observada en fútbol masculino de elite (10-12 km). Además presentaron una frecuencia cardiaca media de 177 ± 11 lpm, 174 ± 11 lpm y 173 ± 10 lpm en tres partidos diferentes, lo que supone una intensidad relativa media del 85-90% de la frecuencia cardiaca máxi-



ma y del 70% del consumo máximos de oxígeno (VO_{2max}) (9), lo cual se acerca a la frecuencia cardiaca media de 172 lpm de las jugadoras del At. Féminas B (10), o a los datos hallados por Bangsbo (5), con un valor medio de 171 lpm (1ª parte) y 168 lpm (2ª parte) en una jugadora de la selección danesa y al valor de 171 ± 11 lpm que encontraron Miles y col. (11) en jugadoras que participaron en un juego reducido 4 x 4. Sin embargo son superiores a los obtenidos por Reiter y col. (12) en siete jugadoras de la 1ª división de la Liga Inglesa y cuyos valores fueron de 165 lpm (1ª parte) y 156 lpm (2ª parte).

En los *sprints* de corta duración y alta intensidad, el abastecimiento energético proviene principalmente del metabolismo anaeróbico aláctico (13), pero no resulta importante cuantitativamente, sino cualitativamente, porque participa en las acciones decisivas del partido (5). No obstante, debido a las altas exigencias del juego y a la reiteración de los esfuerzos, la contribución de la vía láctica podría aumentar en las fases finales del partido, como consecuencia de la fatiga acumulada. Así, los jugadores deben tener la capacidad de realizar, mantener y repetir ejercicios de alta intensidad y de recuperarse rápidamente entre esfuerzo y esfuerzo.

Se ha demostrado que la recuperación activa permite aumentar el VO_2 durante el ejercicio intermitente de alta intensidad por dos mecanismos: aumentando la duración del esfuerzo e incrementando la velocidad media de los procesos oxidativos (14). Existen cinco trabajos realizados en varones futbolistas de alto nivel en los que se han medido el porcentaje de fibras lentas y rápidas del músculo vasto lateral de cuádriceps (15,3,16,17,18), indicando que presentan un porcentaje de fibras lentas de alrededor del 40 al 45%. Cabe señalar que los centrocampistas presentan un mayor porcentaje de fibras lentas (68%) que el resto de los jugadores (18). El hecho de que presenten un elevado nivel de fibras rápidas no implica que dichas fibras sean predominantemente anaeróbicas. Por el contrario, las características morfológicas

y las actividades de las enzimas oxidativas mitocondriales (aeróbicas) de dichas muestras presentan una característica enzimática similar a las de los atletas de disciplinas de larga duración (19).

Los test más utilizados en el laboratorio para medir la potencia anaeróbica láctica en futbolistas masculinos han sido el test de Wingate (es decir, medir el trabajo máximo y promedio producido en 30 segundos durante un ejercicio realizado en bicicleta ergométrica) (20), además de la determinación de los máximos niveles de lactato durante un ejercicio realizado hasta el agotamiento de una duración entre 30 segundos y unos pocos minutos (2,3). Algunos autores (Bangsbo 1988, Parente 1992, Polman 2004) coinciden en señalar que una potencia láctica elevada no es una cualidad necesaria en el futbolista (21,22,3) ya que no existen diferencias entre un jugador de alto nivel y otro de nivel inferior o incluso sedentario. En este caso el test a realizar será el de Bangsbo 1994 (5), que consta de siete *sprints* con intervalos de recuperación activa, ya que ejerce los gestos mecánicos (arrancadas, carreras, paradas) más propios de este deporte. Sus protocolos están perfectamente estandarizados y posee una alta estabilidad cuando se aplican en sucesivas ocasiones (23).

El propósito del presente estudio es determinar la importancia del VO_{2max} en un equipo de fútbol femenino español, analizando si existe alguna relación entre esta variable y la capacidad para efectuar repetidos esfuerzos intermitentes de alta intensidad. La citada capacidad se evaluó por medio de un test de campo que se describe más abajo.

MÉTODOS

Sujetos

Diez jugadoras de fútbol, las cuales presentaron una media (desv. típ.) de edad, estatura y peso de 20,3 (2,8) años, 161,6 (5,8) cm, y 60,4 (8,9) kg respectivamente participaron voluntariamente en este estudio. Las jugadoras son perte-

necientes al equipo Rayo Vallecano que milita en la Superliga, que es la máxima categoría de fútbol femenino español.

Procedimientos

Para efectuar la valoración se procedió a la aplicación de dos test, uno de campo y otro en laboratorio: el primero fue el "sprint test" de Bangsbo para evaluar la capacidad de realizar esfuerzos repetidos de máxima intensidad (5), y después un test en tapiz rodante hasta el agotamiento para hallar el VO_{2max} . Los test fueron realizados al término de un periodo de 7 semanas (los tres primeros miércoles se realizaron el test de campo, y los últimos cuatro viernes las pruebas de VO_{2max}).

Sprint test de Bangsbo

Este estudio utilizó el primer protocolo introducido por Bangsbo (5), denominado el "sprint test", que se realizó en un ambiente abierto en una superficie de césped, y ha sido posteriormente validado por Wragg (23).

El protocolo consiste en siete *sprints* máximos entre los puntos A y B del recorrido (Fig. 1), separados el uno del otro por una distancia de 34,2 m. Cada *sprint* va seguido por 25 segundos de recuperación activa, durante el cual el sujeto va trotando de B-C-D. El punto C está a una distancia de 40 m. Al traspasar el punto B se pone en marcha el tiempo de recuperación y a su vez al sujeto se le proporciona información verbal del tiempo transcurrido (5-10-15-20 seg) para que acomode la velocidad de carrera al tiempo restante. Las células fotoeléctricas se localizan al inicio y término del *sprint*, es decir, en posición A y B.

Antes de ejecutar el test, las jugadoras realizaron un calentamiento previo de 15 minutos, que consistía en trote, *sprints* y estiramientos de 5 min de duración. Además tuvieron cuatro sesiones de adaptabilidad al test, respetando todos sus protocolos, a excepción de la presencia de las células fotoeléctricas. Las pruebas se realizaron en un total de tres días, a razón de un día por semana.

Test de esfuerzo máximo

El test máximo consiste en permanecer un tiempo de 10 a 12 minutos en el tapiz rodante consiguiendo llegar a la fatiga. La carga inicial es a una velocidad de 5 km/h, y la velocidad del tapiz se incrementa en 0,5 km/h cada 30 segundos hasta llegar a una determinada velocidad (10 ó 13 km/h, dependiendo del rendimiento de la jugadora), a partir de la cual la pendiente aumenta en 0,5% cada 30 segundos hasta lograr llegar al agotamiento.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados fueron analizados mediante el paquete estadístico SPSS v. 11.0. Se efectuó una estadística descriptiva de los datos antropométricos de las jugadoras. La relación existente entre el VO_{2max} , por un lado, y el rendimiento en el test (que se utilizó como indicador de la capacidad para realizar esfuerzos intermitentes de alta intensidad, por otro) se determinó mediante análisis de regresión lineal (determinando el coeficiente de correlación de Pearson).

Para evaluar la fiabilidad del test de campo, hallamos el coeficiente de variación (SD/media) para los dos tests ('test-retest') realizados por cada jugador.

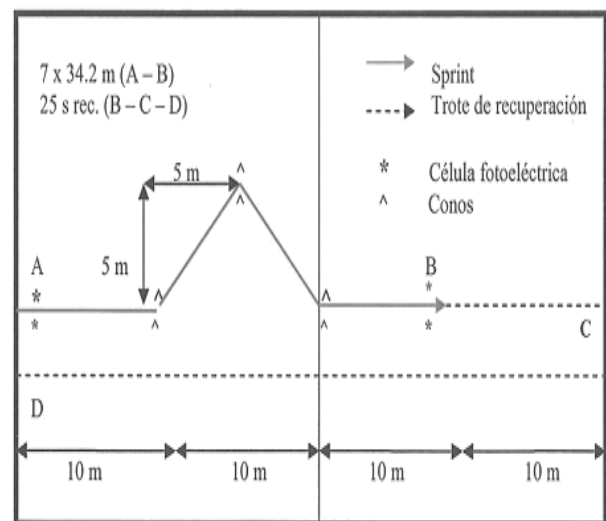


Fig. 1. Se ilustra las dimensiones del área del test en función del *sprint* y del trote a realizar. La distancia entre A y B es de 34,2 metros y la distancia entre B-C-D es de 50 metros. La jugadora realiza un *sprint* de A-B y trota de B-C-D en un tiempo de 25 segundos.

RESULTADOS

El coeficiente de variación para el test-retest en los *sprints* 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 fue de 0,12%, -0,37%, -0,41%, -1,87%, -2,82%, -0,38% y -1,63%, respectivamente.

Los resultados de las pruebas de esfuerzo se muestran en la Tabla 1.

No encontramos una correlación significativa entre el VO_{2max} de las jugadoras y

el tiempo de los primeros cuatro *sprints* (1^{er} *sprint*: $r = -0,45$, $P = 0,18$; 2^o *sprint*: $r = -0,56$, $P = 0,09$; 3^{er} *sprint*: $r = -0,53$, $P = 0,11$; 4^o *sprint*: $r = -0,57$, $P = 0,08$). Sin embargo, ambas variables estaban significativamente correlacionadas en los últimos *sprints* (5^o *sprint*: $r = -0,65$, $P = 0,03$ (Figura 2); 7^o *sprint*: $r = -0,82$, $P = 0,003$ (Figura 3), a excepción del sexto ($r = -0,46$; $P = 0,17$).

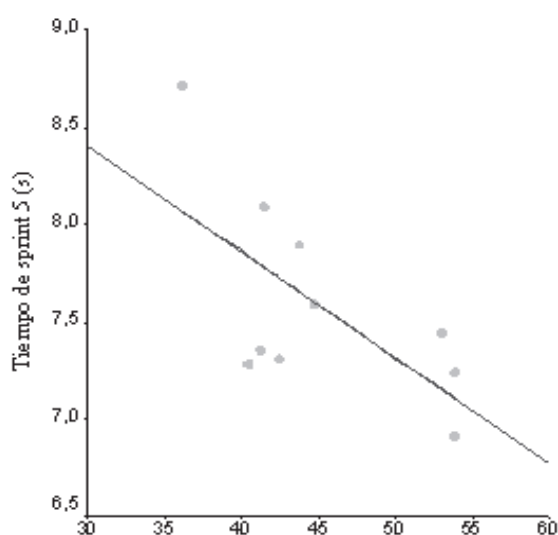


Fig. 2. Relación entre VO_{2max} (ml/kg/min) y el rendimiento en el 5^o *sprint* (s).

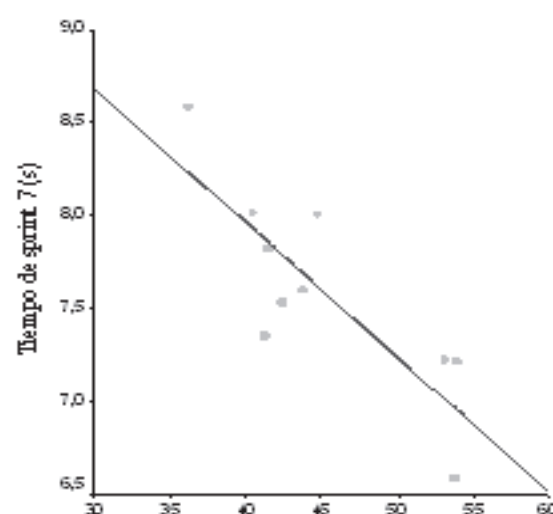


Fig. 3. Relación entre VO_{2max} (ml/kg/min) y el rendimiento en el 7^o *sprint* (s).

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.
VO_{2pico} (ml/kg/min)	10	36,2	53,9	45,1	6,3
VO_{2pico} (ml/min)	10	1963	3544	2716	512
FCmax (lpm)	10	162	208	189	14
VEmax (l/min)	10	69,0	116,1	90,4	16,5
RER	10	0,9	1,09	1,01	0,04

Tabla 1. Variables fisiológicas registradas durante el test máximo.



Si nos centramos en la posible relación existente entre el VO_{2max} y el rendimiento medio de la prueba de campo, mediante el mejor y el peor tiempo de cada

jugadora en los *sprints* (media de los siete *sprints*), observamos que existe regresión significativa en ambos casos ($r = -0,63$, $P = 0,04$; $r = -0,61$, $P = 0,05$) respectivamente

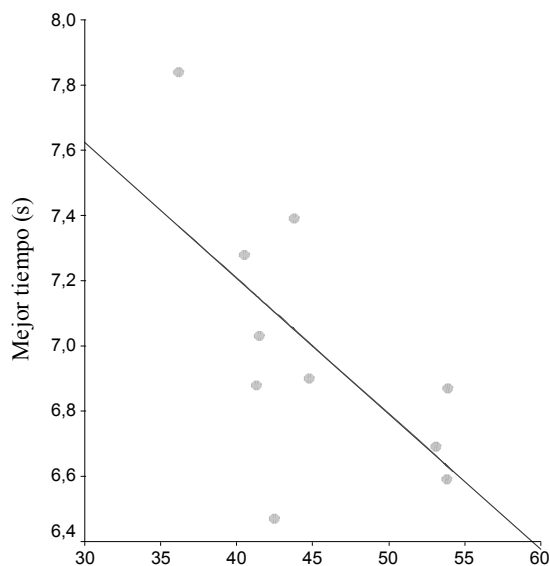


Fig.4. Relación entre VO_{2max} (ml/kg/min) y el mejor tiempo medio en los *sprints* (s).

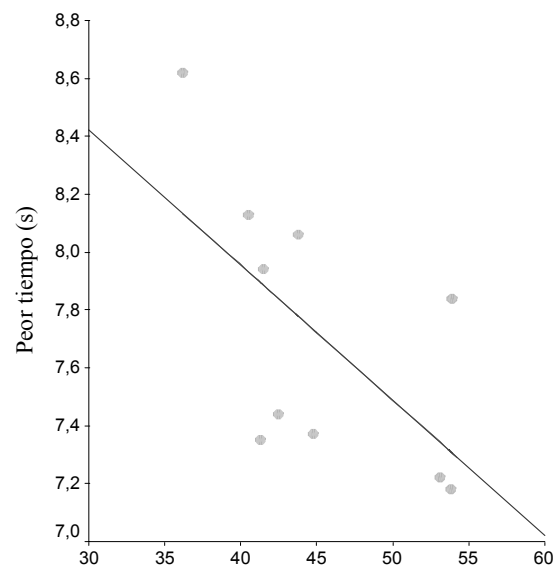


Fig.5. Relación entre VO_{2max} (ml/kg/min) y el peor tiempo medio en los *sprints* (s).

DISCUSIÓN

El propósito del presente estudio fue analizar la posible relación entre el VO_{2max} en jugadoras de fútbol de elite, hallado durante un test incremental en un tapiz rodante llegando a la fatiga, y su capacidad de realizar esfuerzos máximos y repetidos. Estos resultados demuestran que un alto VO_{2max} ayuda a realizar y mantener esfuerzos máximos en los tiempos finales de un partido, donde la fatiga de las futbolistas es más elevada.

Con respecto a la variable de VO_{2max} podemos indicar que la media de ~ 45 ml/kg/min de las jugadoras del Rayo Vallecano es superior a la media de ~ 39 ml/kg/min hallada en 36 mujeres futbolistas de elite de la primera división Inglesa (24). También realizaron el *sprint* test de Bangsbo con un tiempo medio de 9,9 s, peor que el valor medio hallado en nuestro estudio (7,63 s). El VO_{2max} de nuestras jugadoras fue levemente inferior al hallado por Rhodes y Mosher en 12 jugadoras colegialas canadienses de elite (47,1 ml/kg/min) (25) y en jugadoras australianas (47,9 ml/kg/min) (26), y notablemente inferior al de jugadoras inglesas tras un periodo de entrenamiento en una concentración (52,2 ml/kg/min) (27).

Tomlin y Wenger (28) efectuaron una completa revisión acerca de la relación existente entre la capacidad aeróbica y la recuperación en ejercicios intermitentes de alta intensidad, apreciando una importante relación entre ambas variables e indicando que la capacidad aeróbica es importante en la magnitud de la respuesta oxidativa. Una alta capacidad oxidativa permitirá una mejor economía en el momento de efectuar la síntesis de los fosfatos ricos en energía (ATP Y CP). En definitiva un entrenamiento de resistencia o un elevado VO_{2max} produciría como resultado un incremento en el rendimiento (realizando mayor número de salidas y *sprints* más energéticos) y en la capacidad de recuperación de energía durante

la realización de series de alta intensidad con cortos periodos de recuperación por un incremento en el índice de resíntesis de ATP – PCr y del aclarado de lactato.

Además, se ha demostrado la importancia del sistema aeróbico en el nivel de fatiga. Dawson y col. (29) indican que con un sistema aeróbico más eficiente se produce un mayor grado de resíntesis de ATP – PCr entre los esfuerzos y se exige una menor sollicitación de la vía anaeróbica láctica en los siguientes esfuerzos. Después del ejercicio intenso se resintetiza CP rápidamente (más de la mitad del CP utilizado puede restablecerse en 1 min) mediante la utilización del ATP producido a partir de fuentes aeróbicas.

CONCLUSIÓN

La importancia de mejorar el VO_{2max} puede contribuir al rendimiento físico de un equipo. En un encuentro el equipo que tenga mejor preparación aeróbica puede tener ventaja, siendo capaz de jugar el partido a un ritmo mayor todo el tiempo. Al aumentar la fatiga en las jugadoras, aquellas con mayor capacidad cardiorrespiratoria máxima marcarán diferencias significativas en los *sprints* finales del partido, pudiendo afectar directamente al resultado final.





BIBLIOGRAFIA



1. Ekblom B. (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Med* 3: 50-60.

2. Jacobs I. (1988). Nutrition for the elite footballer. En: T. Reilly, A. Lees, K. Davids y W. Murphy. *Science and football*. E & FN Spon, London, pp 23-32.

3. Gorostiaga, E. (2002). Fútbol femenino: bases fisiológicas, evaluación y prescripción del entrenamiento físico. Instituto Navarro de deporte y juventud. Cuadernos técnicos del deporte, pp 16-56.

4. Reilly T. (1997). Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *J Sport Sci* 15: 257-263.

5. Bangsbo J. (1994). Fitness training in football. A scientific approach. Denmark: HO + Storm, Bagsvaerd.

6. Bangsbo J, Norregaard L. y Thorso F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci* 16: 110-116.

7. Brewer J. y Davies J. (1994). *Handbook of Sports Medicine and Science*. Football (Soccer). Blackwell,

Oxford, pp 95-99.

8. Ekblom B. (1994). *Football (soccer)*. Blackwell, Oxford.

9. Reilly T. (1996). *Special populations. Science and soccer*. E & F Spon, London, pp 109-119.

10. Gómez M. y Barriopedro M. (2005). Características fisiológicas de jugadoras españolas de fútbol femenino. *Kronos* 7: 26-32.

11. Miles A, Maclaren D, Reilly T. y Yamanaka K. (1993). An analysis of physiological strain in tour-a-side women's soccer. En Reilly T, Clarys J, Stibbe A. *Science and football II*. E. and F.N. Spon, London, pp 140-145.

12. Reiter L, Prouten L, Rigney L, Lamber S, Estell J. y Barnsley L. (1996). Physiological characteristics of female soccer player: laboratory and match-player assessments. *Australian Conference of Science and Medicine in Sport*, pp 424-425.

13. Gaitanos G.C, Williams C. y Boobis L.H, Brooks S. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *J Appl Physiol* 75: 712-719.

Dorado García C, Sanchis J, Chavaren J. y López Calbet J.A. (1999). Efectos de la recuperación activa sobre

capacidad de rendimiento y el metabolismo energético durante el ejercicio de alta intensidad. *AMD* 73: 397-413.

15. Apor, P. (1988). Successful formulae for fitness training. En T. Reilly, A. Lees, K. Davids y W. Murphy. *Science and football*. E & FN Spon, London, pp 95-107.

16. Leatt P.B. y Jacobs I. (1989). Effect of glucose polymer ingestion on glycogen depletion during a soccer match. *Can J Sport Sci* 14: 112-116.

17. Bangsbo J. y Lindquist F. (1992). Comparison of various exercise test with endurance performance during soccer in professional players. *Int J Sports Med* 13: 125-132.

18. Parente C, Montagnani S, De Nicola A. y Tajana G.F. (1992). Anthropometric and morphological characteristics of soccer players according to positional role. *J Sports Sci* 10: 155.

19. Bangsbo J, y Mizumo M. (1988). Morphological and metabolic alterations in soccer players with detraining and retraining and their relation to performance. En T. Reilly, A. Lees, K. Davids y W. Murphy. *Science and football*. E & FN Spon, London, pp 114-128.

20. Mangine R.E, Noyes F.R, Mullen M.P. y Barber S.D. (1990). A physiological profile of the elite soccer athlete. *JOSPT* 12: 147-152.

21. Bosco C. (1991). Aspectos fisiológicos de la preparación del futbolista. Paidotribo, Barcelona.

22. Shephard R.J. (1991). Activity patterns in top-level soccer players. *Can J Sports Sci* 16: 85.

23. Wragg C.B, Maxwell N.S. y Doust J.H. (2000). Evaluation of the reliability and validity of a soccer-specific field test of repeated sprint ability. *Eur J Appl Physiol* 83: 77-83.

24. Polman R, Walsh D, Bloomfield J. y Nesti M. (2004). Effective conditioning of female soccer players. *J Sports Sci* 22: 191-203.

25. Rhodes E. y Mosher R. (1992). Aerobic and anaerobic characteristics of elite female university soccer players (abstract). *J Sports Sci* 10: 143-144.

26. Colquhoun D. y Chad K. (1986). Physiological characteristics of Australian female soccer players after a competitive season. *Aust J Sci Med Sport* 18: (3), 9-12.

27. Davis J. y Brewer J. (1992). Physiological characteristics of an international female soccer squad (abstract). *J Sports Sci* 10: 142-143.

28. Tomlin D. y Wenger H. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Med* 31: (1), 1-11.

29. Dawson B, Fitzsimons M, y Ward D. (1993). The relationship of repeated sprint ability to aerobic power, and performance measures of anaerobic work capacity and power. *Aust J Sci Med Sport* 25: 88-93.



CORRESPONDENCIA

E-Mail: charly@musicalibre.cl