



# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Rev Andal Med Deporte. 2010;3(3):00-00

www.elsevier.es/ramd



## Revisión

# Bases fisiológicas comunes para deportes de equipo

N. Terrados<sup>a</sup>, J. Calleja-González<sup>b</sup> y X. Shelling<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Unidad Regional de Medicina Deportiva del Principado de Asturias, Fundación Deportiva Municipal de Avilés, y Departamento de Biología Funcional. Universidad de Oviedo. Asturias. España.

<sup>b</sup>Laboratorio de Rendimiento Humano. Departamento de Educación Física y Deportiva. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad del País Vasco.

<sup>c</sup>RICOH Club Baloncesto Manresa.

### Historia del artículo:

Recibido el de 2010

Aceptado el de 2010

### Palabras clave:

Fisiología.

Deportes de equipo.

### Key words:

Physiology.

Team sports.

## RESUMEN

El modelo de ejercicio en deportes de equipo se identifica con la capacidad de repetir *sprints* múltiples, concepto conocido en la literatura internacional como *repeated sprint ability* (RSA), el cual ha sido ampliamente abordado en los últimos años. Igualmente, los estudios que relacionan el efecto de la carga en competición evidencian que el uso del metabolismo glucolítico, tanto aeróbico como anaeróbico, parece tener una importancia mayor de la que se pensaba hasta ahora. Su estudio puede aportar información práctica para ajustar las cargas de entrenamiento, conocer la situación metabólica de cada jugador durante la competición y para diseñar estrategias nutricionales y de recuperación de la fatiga.

© 2010 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

## ABSTRACT

### Physiological common bases for team sports

The model of exercise in team sports identifies with the aptitude to repeat multiple sprints, concept known in the international literature as repeated sprint ability (RSA), which has been widely approached in the last years. Equally, the studies that relate the effect of the competitive load demonstrated that the use of the glycolytic metabolism, both aerobic and anaerobic, plays a major importance of which it was thought still now. It study can contribute practical information to fit the of training loads, to know the metabolic situation of every player during the competition and to design nutritional strategies and the recovery of the fatigue.

© 2010 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

### Correspondencia:

Falta

Falta

Correo electrónico: Falta

## Introducción

Los deportes de equipo son una de las prácticas deportivas más importantes a nivel mundial<sup>1</sup>: De ellas, el baloncesto, el balonmano y sobre todo el fútbol (*soccer*) son un fenómeno social y, probablemente este último, el deporte más popular en el mundo<sup>2</sup>. El impacto en la sociedad ha permitido que en los últimos años, se haya visto incrementado el nivel de trabajos científicos que definen el perfil del jugador<sup>3</sup>. La liga profesional americana NBA (EE.UU.) está considerada la mejor liga de baloncesto en el mundo<sup>1</sup>, pero también en los otros continentes<sup>4</sup>. Además, los deportes de equipo participan en torneos internacionales como campeonatos continentales y mundiales y en los juegos olímpicos<sup>5</sup>.

En las dos décadas pasadas, se han publicado numerosos estudios científicos que analizan la fisiología y la medicina en deportes de conjunto: en baloncesto<sup>6-10</sup>, en fútbol<sup>11-14</sup>, por poner algunos ejemplos de dos de los más característicos, aunque el volumen de literatura con relación a estos deportes sea sustancialmente menor que en los deportes individuales, como el atletismo y el ciclismo<sup>15</sup>. Las últimas revisiones sobre los deportes mencionados nos permiten tener un conocimiento más preciso sobre las características físicas y fisiológicas de los jugadores de deportes de equipo<sup>16,17</sup>. Por lo tanto el objetivo de esta revisión es aportar información práctica para ajustar las cargas de entrenamiento, conocer la situación metabólica de cada jugador durante la competición, y diseñar estrategias nutricionales y de recuperación de la fatiga.

## Bases fisiológicas

Los deportes de conjunto se caracterizan por ser acíclicos, con intervalos y discontinuos. Requieren mantener la capacidad tanto aeróbica, como anaeróbica, durante los 40 minutos de juego<sup>18</sup> o, en fútbol, durante 90 minutos. Esto exige combinar actividades físicas de intensidad baja (la carrera de baja velocidad) con intensidad alta (*sprints*, saltos ...). Los parámetros antropométricos y los altos niveles de fuerza, potencia y velocidad de lanzamiento son los aspectos de mayor importancia para obtener ventaja, para el éxito en los jugadores de elite<sup>19</sup>.

En este tipo de deportes en particular (de salón), los jugadores cubren aproximadamente 4.500-5.000 m con una variedad de movimientos multidireccionales como la carrera, el *dribbling* y se resuelven las acciones con velocidades variables y numerosos saltos<sup>20</sup>.

Los deportes al aire libre como el fútbol o el hockey, desde una perspectiva fisiológica, se caracterizan por recorrer largas distancias durante el partido (8-12 km), pero igualmente con actividad variable (> 800 acciones de cambio durante el partido, incluyendo andar, trotar, esprintar, saltar, golpear<sup>3</sup>.

En el año 2000, el tiempo de juego en posesión en baloncesto experimentó un cambio sustancial al reducirse de 30 a 24 segundos por el reglamento de la Federación Internacional de Baloncesto (FIBA). Además, el tiempo total del juego se dividió en cuatro cuartos en vez de las dos mitades originales, si bien la duración total se mantuvo en 40 minutos: Esto, teóricamente, podría aumentar en un 20% el número de las acciones<sup>21</sup>, dado que en el baloncesto por ejemplo, varios componentes condicionales podrían ser afectados en diferente grado comparado con el fútbol y el balonmano, debido a las diferencias del modelo de movimiento complicado en estos deportes<sup>22</sup>.

El perfil fisiológico y condicional de los jugadores de deportes de equipo puede ser caracterizado por la heterogeneidad expresada dentro de los equipos, entre jugadores, y entre diferentes nacionalidades<sup>6</sup>. De

hecho, algunos estudios describen deportistas de países diferentes con tradición en baloncesto: jugadores serbios<sup>1</sup>, franceses<sup>9</sup>, israelíes<sup>23</sup> y también, jugadores de países en los que el baloncesto no es un deporte tradicional, como jugadores indios<sup>24,25</sup>.

Igualmente, se ha descrito que las capacidades físicas de los deportistas pueden ser uno de los factores esenciales que hayan contribuido al éxito de los jugadores en competiciones internacionales<sup>26</sup>, pero es difícil encontrar variables específicas fisiológicas que presenten correlación con el éxito<sup>1</sup>.

En los deportes de equipo, uno de los factores más importantes en el rendimiento deportivo es la recuperación (R) de la fatiga (F) después del entrenamiento o la competición, especialmente en modalidades en las que los deportistas entrenan o compiten en ocasiones, el mismo día o en días sucesivos, con poco tiempo para su R. En estos casos, los deportistas que recuperen más rápido su nivel de F, tendrán una mayor ventaja para su rendimiento. Para recuperarse fisiológicamente en un deporte, es necesario el conocimiento de la respuesta fisiológica de dicho deporte<sup>27</sup>.

A pesar de que los deportistas utilizan más tiempo en su R durante la competición en comparación con el entrenamiento<sup>28</sup>, a fecha de hoy se ha investigado muy poco en este campo. Sin embargo, en los últimos años y con los actuales modelos de competición deportiva, se han considerado de gran importancia todos los aspectos relacionados con la R de la F del deportista. La R de la F deportiva se realiza muchas veces por medio de complejos procesos de síntesis proteica. Por ello, es determinante mantener el contenido muscular y los niveles sanguíneos de diversos aminoácidos que sirven de sustrato para la biosíntesis de nuevas proteínas<sup>27</sup>.

El proceso de R está influenciado por infinidad de elementos. Uno de los más importantes es la nutrición. Pero su eficacia depende de numerosas variables como: la propia competición, el sexo, el nivel de entrenamiento y el estado nutricional del sujeto<sup>29</sup>. Se considera fundamental el conocer el tipo de F que tiene el deportista para ayudar a su R<sup>27</sup>. Así por ejemplo, de nada sirve utilizar estrategias para una R rápida del glucógeno muscular (estrategias muy estudiadas a nivel científico), si la F del deportista no se debe a esa causa<sup>30</sup>.

Otro aspecto fundamental es el mantenimiento de una adecuada síntesis proteica, así como el evitar y controlar el daño muscular<sup>31</sup>. Además, gracias a estudios recientes, se da mucha importancia al mantenimiento de una correcta respuesta inmunológica durante y después del ejercicio, especialmente si es de alta intensidad y duración<sup>32</sup>.

## Tipos de fatiga y mecanismos de producción

Como se mencionó anteriormente, para una correcta R del deportista, se considera fundamental el conocer el tipo de F que tiene y los mecanismos que la producen. En los últimos años, la F deportiva se ha clasificado de forma muy esquemática, pero igualmente práctica, en dos tipos:

- Fatiga central
- Fatiga periférica

Con el conocimiento científico actual, los principales mecanismos de producción de fatiga son<sup>27</sup>:

- 1) Depleción de sustratos: glucógeno, ATP-PCr.
- 2) Acúmulo de metabolitos: hidrogeniones, lactato, fósforo inorgánico, NH<sub>4</sub>.
- 3) Incremento de la temperatura central.

- 4) Daño muscular inducido por ejercicio.
- 5) Alteraciones hidroelectrolíticas (H<sub>2</sub>O, Na, K, etc.).
- 6) Modificaciones en los aminoácidos ramificados.
- 7) Radicales libres.

Y además, habría que tener en cuenta, como mecanismo potenciador, la disminución de los niveles de inmunidad. Por tanto, las estrategias para ayudar a la R de la F del deportista dependerán del mecanismo que ha causado la F. A continuación expondremos estas estrategias, en función del mecanismo de producción de F.

En los deportes de equipo, la F ha sido muy poco estudiada, a pesar de ello, en baloncesto, fútbol y balonmano, bien sean modalidades de salón o al aire libre, existen una serie de mecanismos de F comunes a todos ellos, por lo que se pueden tener también estrategias comunes para contrarrestarla. En balonmano por ejemplo, recientes investigaciones están analizando la F de la competición en deportistas de países escandinavos<sup>33</sup>. Algunas conclusiones obtenidas nos pueden ayudar a entender mecanismos de actuación comunes a todos ellos.

### Aspectos fisiológicos comunes en deportes de equipo y su relación con la fatiga

#### Carga externa

Como en la mayoría de los deportes de situación, la clasificación de los deportes de conjunto en función del sistema metabólico preferente, esta aún en proceso de estudio<sup>34</sup>.

En una descripción básica del juego, podemos observar que la intensidad en deportes de equipo como el fútbol, hockey al aire libre o baloncesto y balonmano en salón, es intermitente: Por este motivo, algunos autores han considerado en origen un deporte mixto aeróbico-anaeróbico, con acciones de alta intensidad intercaladas con momentos de recuperación y pausa<sup>35</sup>. En los últimos años, y sobre todo desde la modificación del tiempo de posesión a 24 segundos en baloncesto, el nivel de exigencia física se ha incrementado significativamente<sup>21</sup>.

Teniendo en cuenta que en el baloncesto se desarrollan alrededor de 1.000 acciones por partido<sup>21</sup> y que presentan una duración media de entre 2 y 5 segundos<sup>18</sup>, parece evidente, que a mayor capacidad de repetir esfuerzos cortos de alta, o muy alta intensidad, mejores prestaciones tendrán el jugador y el equipo. El mismo patrón observamos al aire libre, donde los jugadores recorren entre 8 y 12 km por partido en fútbol, pero también con patrones de actividad variable, con más de 800 actividades de cambio de intensidad, que incluyen andar, saltar, correr, y desplazarse con cambios de dirección<sup>36</sup>. Esta capacidad de repetir *sprints* múltiples, es conocida en la literatura internacional como *repeated sprint ability* (RSA), y ha sido ampliamente abordada en los últimos años<sup>37</sup>.

Por otro lado, la intensidad del juego puede variar en un mismo equipo o entre diferentes equipos. Diversos factores pueden modular dicha intensidad<sup>38</sup>: los principios tácticos establecidos por el entrenador (por ejemplo, priorizar el contraataque o el juego posicional), el nivel del oponente (a mejores rivales, mayor exigencia), la situación del partido (diferencias de marcador, final de partido, etc.), el nivel técnico del jugador (a mayor técnica, más eficiencia y menor gasto energético), el estado físico del jugador y del equipo, la motivación, etc.

Según González Badillo et al<sup>39</sup>, la carga que soportan los jugadores, ya sea en un entrenamiento o durante una competición, es el *conjunto de exigencias psicológicas y biológicas (carga interna o real) provocadas por las*

*actividades de entrenamiento [o competición] (carga externa o propuesta)*. En deportes de conjunto disponemos de estudios que relacionan el efecto de la carga externa sobre las variables de carga internas<sup>10</sup>.

#### Carga interna

Los primeros trabajos que evaluaron la respuesta metabólica en competición, de diferentes deportes de equipo (baloncesto, balonmano y fútbol), no obtuvieron unos resultados muy claros, debido en gran parte a la dificultad de valorar el metabolismo energético durante la competición. En algunos casos, los investigadores pudieron obtener muestras de sangre venosa periférica, en la que observaron unas concentraciones de lactato sanguíneo alrededor de 4 mmol/l. En consecuencia quedaron clasificados desde el punto de vista fisiológico como unas actividades anaeróbicas, fundamentalmente de carácter aláctico, con una base aeróbica media.

Recientemente, algunas investigaciones muestran concentraciones de lactato en competición en estos deportes, en torno a los 6-8 mmol/l, o incluso valores más altos en jugadores profesionales de la liga de la Asociación de Clubes de Baloncesto (ACB), campeones de la Euroliga (Terrados y Tramullas. Comunicación personal, 2003), lo que nos hace reflexionar sobre la intervención del metabolismo láctico en competición y deja abierta una nueva línea de investigación en este campo.

En balonmano, desde los estudios clásicos<sup>40</sup>, se han observado valores de lactato (4-9 mmol/l) similares a los obtenidos en baloncesto de elite. Posteriormente se observó<sup>41</sup> que los jugadores de balonmano de elite, tenían valores fisiológicos más parecidos a *sprinters* que a corredores de fondo.

Esto nos orientaba a pensar en una respuesta fisiológica (y dotación genética) similar a la de los jugadores de baloncesto de elite y, posiblemente, a los de fútbol, con lo que tendrían un metabolismo glucolítico y anaeróbico predominante. Investigaciones posteriores<sup>42</sup> han mostrado en jugadores de balonmano una gran capacidad glucolítica y anaeróbica, lo que confirma los planteamientos anteriores.

La competición en balonmano mantiene unos niveles muy altos de intensidad fisiológica (ya descritos en 1996<sup>43</sup>). Además, en balonmano, al igual que se ha observado en baloncesto, es en los ejercicios específicos con balón donde se alcanzan niveles más similares a la competición, sin ser tan parecidos los ejercicios inespecíficos sin balón<sup>44</sup>. También se observó que en los entrenamientos no se alcanzaban los niveles de intensidad fisiológica de la competición, lo que también queda justificado en los entrenamientos de baloncesto de alto nivel<sup>45</sup>. En consecuencia, diferentes autores postulan que los niveles de intensidad de los entrenamientos de balonmano (y los otros deportes de equipo) deberían ser de intensidades altas, similares a la competición<sup>46</sup>, en los que estén presentes entrenamientos de carrera específica de alta intensidad y entrenamiento de fuerza dirigido.

Datos similares se han obtenido en fútbol, si bien hay que destacar que investigadores del grupo de J. Bangsbo han podido cuantificar el vaciamiento de los depósitos de glucógeno durante un partido, observando una bajada en dichos depósitos mayor de lo esperado, lo que implica una gran utilización del metabolismo glucolítico<sup>47,48</sup>.

A todo lo anteriormente expuesto hay que añadir la variable del *puesto*, ya que en deportes de conjunto, en función del puesto de juego la carga fisiológica es diferente. Rodríguez-Alonso et al<sup>45</sup> obtuvieron diferencias significativas entre los diferentes puestos ocupados en la pista (base con respecto a aleros y pivots) en un grupo de jugadoras internacionales de baloncesto. En nuestra opinión, la especialización del puesto

en la cancha define el perfil fisiológico del jugador al mostrar grandes diferencias en las concentraciones de lactato observadas en cada puesto. Además, como es lógico, si se permiten cambios influirá en el tiempo de juego. También comprobaron un comportamiento fisiológico de los valores de láctico en función del tiempo jugado en la pista: los jugadores que más tiempo jugaban obtenían las mayores concentraciones de lactato. Al observar los niveles de lactato obtenidos en los estudios mencionados anteriormente y otros trabajos del grupo de Bangsbo<sup>47,48</sup>, podríamos deducir que en estos deportes de equipo hay una gran implicación del metabolismo glucolítico, tanto anaeróbico como aeróbico y que la vía glucolítica aeróbica goza de un importante protagonismo, a pesar de que las numerosas interrupciones existentes durante el juego, los periodos de descanso, así como la posibilidad de que los jugadores sean sustituidos frecuentemente, podrían facilitar el aclaramiento de la (LA) sanguíneo, dando lugar a unos niveles más bajos de lactato de los esperados en función de la velocidad y FC de juego, coincidiendo con lo descrito<sup>49</sup>, a través de sus estudios de FC, que también han sugerido que la contribución de la vía glucolítica es mucho mayor de la que previamente había sido estimada.

Por otro lado, el acúmulo de temperatura es otro factor a tener en cuenta. El ejercicio físico intenso puede causar un aumento de la temperatura central (Tn) por encima de los 39 °C (hipertermia), lo cual puede inducir fatiga central, alterar la actividad del área pre-frontal cerebral<sup>50</sup> y además reducir el tiempo hasta el agotamiento durante el ejercicio en ambiente caluroso<sup>51</sup>. Durante el ejercicio, la Tn es proporcional a la actividad de metabolismo energético, independientemente de las condiciones medioambientales.

Igualmente, la hipertermia incrementa el estrés oxidativo y de forma selectiva afecta específicamente a los marcadores lipídicos, con independencia del consumo de oxígeno en humanos<sup>52</sup>. En deportes de conjunto se ha analizado este fenómeno en investigaciones muy recientes que demuestran que en los partidos de fútbol jugados en estrés medioambiental con altas temperatura y humedad, el rendimiento físico puede decrecer en la medida en la que dicho estrés se manifiesta<sup>53</sup>.

Cada vez se da más importancia al daño muscular inducido por el ejercicio intenso y la competición deportiva y su posterior resíntesis. Estos procesos de reparación muscular son conectivo, colágeno y en proteínas musculares. Se han estudiado muchas estrategias poscompetición para reducirlo, pero el problema radica en que la mayoría de los estudios se realizan con sujetos no entrenados y con poco número de sujetos, lo que no permite extrapolar la información a los deportistas de elite<sup>54</sup>. A pesar de ello, algunos estudios realizados con sujetos altamente entrenados en deportes de equipo como el baloncesto, demuestran que el daño muscular inducido por la competición se manifiesta de forma significativa, y las enzimas musculares se ven claramente alteradas<sup>34</sup>. También sucede en estudios sobre el fútbol<sup>55</sup>.

La deshidratación, como consecuencia de las alteraciones hidroelectrolíticas, está directamente relacionada con la reducción de la capacidad de ejercicio, al incrementar la percepción de esfuerzo, y deteriorar el rendimiento mental y el rendimiento de las acciones del juego<sup>56</sup>, en deportes como el fútbol. Pueden intervenir también otros mecanismos de fatiga central relacionados con los neurotransmisores y la hiponatremia<sup>57</sup>.

Como consecuencia del ejercicio muscular, resulta un incremento en la producción de radicales libres. En los últimos años han sido publicados numerosos estudios científicos<sup>58,59</sup> para evaluar la respuesta del estrés oxidativo como consecuencia del ejercicio. En dos estudios recientes con ciclistas altamente entrenados, se evaluó la influencia de la alta intensidad en marcadores de estrés oxidativo, en los que se observó un incre-

mento significativo de la concentración en plasma de malondialdeído y del estatus antioxidante general<sup>60</sup>, además de vitaminas E y C<sup>61</sup>, lo que requiere una adecuada suplementación con antioxidantes<sup>62</sup>, a pesar de que para el entrenamiento y la competición se concluye que en función del tipo y duración de la prueba se observan diferentes efectos en la actividad de enzimas antioxidantes eritrocitarias y de estrés oxidativo<sup>63</sup>.

En un interesante estudio se examinaron los efectos del ejercicio agudo en los sistemas antioxidantes de diferentes deportistas de equipo (n = 6), jugadores de waterpolo (n = 20), jugadores de hockey (n = 22), de baloncesto (n = 24), y un grupo control sedentario (n = 10 mujeres y n = 9 hombres). Los autores concluyeron que se observan cambios en los sistemas antioxidantes primarios, los cuales son específicos del deporte, y además diferentes respecto al grupo control. De los resultados se deduce que el estatus redox sanguíneo debiera ser considerado en deportes de conjunto. Sin embargo la importancia y el efecto de estos radicales aumentados no están claramente definidos. Por lo que no está claro el papel de estos radicales libres y la necesidad o no de suplementar al deportista con antioxidantes.

Por último, cabe mencionar que como consecuencia de practicar ejercicio intenso, se produce una inmunodepresión transitoria. Esta «disminución» es especialmente evidente durante las 2-24 h posteriores al ejercicio intenso, dependiendo de la intensidad y duración<sup>64</sup>. Este fenómeno se ha descrito recientemente en deportes de equipo, donde en una situación de estrés durante en competiciones de alto nivel se observan disminuciones significativas del nivel de inmunoglobulina A en saliva, lo que influye en la protección inmune de los deportistas.

## Conclusiones y reflexiones finales

En un análisis del modelo de ejercicio en deportes de equipo, queda patente la importancia de la capacidad de repetir *sprints* múltiples. Igualmente ya disponemos de estudios que relacionan el efecto de la carga externa sobre las variables de carga interna. Parece evidente que el uso del metabolismo glucolítico, ya sea aeróbico ya sea anaeróbico, tiene, en los deportes de equipo de alto nivel, una importancia mayor de la que se pensaba hasta ahora. El vaciamiento del sustrato energético de este metabolismo glucolítico (el glucógeno) implicará situaciones de fatiga muscular. Su estudio puede aportar información práctica para ajustar las cargas de entrenamiento, conocer la situación metabólica de cada jugador durante el entrenamiento y la competición y para diseñar estrategias nutricionales y de R de la F.

Si además, la competición se produce en estrés medioambiental con temperaturas altas y humedad elevada, el rendimiento físico puede disminuir por fatiga central. Queda constatado que la deshidratación está directamente relacionada con la reducción de la capacidad de ejercicio, al incrementar la percepción de esfuerzo, y deteriorar el rendimiento mental y el rendimiento de las acciones del juego. También, como consecuencia del ejercicio muscular intenso, se produce un incremento en la producción de radicales libres y una inmunodepresión transitoria.

## Bibliografía

1. Ostojic SM, Mazic S, Dikic N. Profiling in basketball: physical and physiological characteristics of elite players. J Strength Cond Res. 2006;20:740-4.
2. www.fifa.com. [Consultado: 21/03/2011].
3. Ekblom B. Applied physiology of soccer. Sports Medicine. 1986;3:50-60.
4. Ziv G, Lidor R. Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. Sports Med. 2009;39:547-68.

5. Lidor R, Blumenstein B, Tenenbaum G. Psychological aspects of training in European basketball: conceptualization, periodization, and planning. *Sport Psychologist*. 2007;21:353-67.
6. Bolonchuk W, Lukaski H, Siders W. The structural, functional and nutritional adaptations of college basketball players over a season. *J Sports Med Phys Fit*. 1991;31:165-72.
7. Gillam GM. Identification of anthropometric and physiological characteristics relative to participation in college basketball. *NSCA J*. 1985;7:34-6.
8. Hoffman JR, Fry AC, Howard R, Maresh CM, Kraemer WJ. Strength, speed, and endurance changes during the course of a division I basketball season. *J Appl Sport Sci Res*. 1991;5:144-9.
9. Sallet P, Perrier D, Ferret JM, Vitelli V, Baverel G. Physiological differences in professional basketball players as a function of playing position and level of play. *J Sports Med Phys Fitness*. 2005;45:291-4.
10. Narazaki K, Berg K, Stergiou N, Chen B. Physiological demands of competitive basketball. *Scand J Med Sci Sports*. 2009;19:425-32.
11. Stolen T, Chamari K, Castagna C, Wisloff U. Physiology of soccer. An update. *Sports Med*. 2005;35:501-36.
12. Reilly T, Bangsbo J, Franks A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sci*. 2000;18:669-83.
13. Mohr M, Kustrup P, Bangsbo J. Match activities of elite women soccer players at different performance level. *J Strength Cond Res*. 2008;22:2027-35.
14. Di Salvo V, Gregson W, Atkinson G, Tordoff P, Drust B. Analysis of high intensity activity in premier league soccer. *Int J Sports Med*. 2009;30:205-12.
15. Drinkwater EJ, Pyne DB, McKenna MJ. Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. *Sports Med*. 2008;38:565-78.
16. Davis JA, Brewer J. Applied physiology of female soccer players. *Sports Med*. 1993;16:180-9.
17. Spencer M, Bishop D, Dawson B, Goodman C. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Med*. 2005;35:1025-44.
18. McInnes SE, Carlson JS, Jones CJ, McKenna MJ. The physiological load imposed on basketball players during competition. *J Sports Sci*. 1995;13:387-97.
19. Granados C, Izquierdo M, Ibáñez J, Ruesta M, Gorostiaga EM. Effects of an entire season on physical fitness in elite female handball players. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40:351-61.
20. Crisafulli A, Melis F, Tocco F, Laconi P, Lai C, Concu A. External mechanical work versus oxidative energy consumption ratio during a basketball field test. *J Sports Med Phys Fitness*. 2002;42:409-17.
21. Cormery B, Marcil M, Bouvard M. Rule change incidence on physiological characteristics of elite basketball players: a 10-year-period investigation. *Br J Sports Med*. 2008;42:25-30.
22. Matthew D, Delextrat A. Heart rate, blood lactate concentration and time-motion analysis of female basketball players during competition. *J Sports Sci*. 2009;27:813-21.
23. Hoffman J, Epstein S, Yarom I, Zigel L, Einbinder M. Hormonal and biochemical changes in elite basketball players during a 4-week training camp. *J Strength Cond Res*. 1999;13:280-5.
24. Sodhi HS. Kinanthropometry and performance of top ranking Indian basketball players. *Br J Sports Med*. 1980;14:139-44.
25. Bhanot JL, Sidhu LS. Maximal anaerobic power in national level Indian players. *Br J Sports Med*. 1981;15:265-8.
26. Ostojic SM, Mazic S, Dikic N. Anthropomorphological characteristics of elite Serbian Basketball players. *Sportska Med*. 2003;3:83.
27. Terrados Cepeda N, Mora-Rodríguez R, Padilla Magunacelaya S. La recuperación de la fatiga del deportista. Madrid: Editorial Gymnos; 2004.
28. Bishop PA, Jones E, Woods AK. Recovery from training: a brief review. *J Strength Cond Res*. 2008;22:1015-24.
29. Campbell B, Kreider RB, Ziegenfuss T, La Bounty P, Roberts M, Burke D, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr*. 2007;26:4-8.
30. Fernández-García B, Terrados Cepeda N. La fatiga del deportista". Madrid: Editorial Gymnos; 2004.
31. De Bock K, Derave W, Eijnde BO, Hesselink MK, Koninckx E, Rose AJ, et al. Effect of training in the fasted state on metabolic responses during exercise with carbohydrate intake. *J Appl Physiol*. 2008;104:1045-55.
32. Moreira A, Arsati F, Cury PR, Franciscan C, Simões AC, De Oliveira PR, et al. The impact of a 17-day training period for an international championship on mucosal immune parameters in top-level basketball players and staff members. *Eur J Oral Sci*. 2008;116:431-7.
33. Thorlund JB, Michalsik LB, Madsen K, Aagaard P. Acute fatigue-induced changes in muscle mechanical properties and neuromuscular activity in elite handball players following a handball match. *Scand J Med Sci Sports*. 2008;18:462-72.
34. Calleja J, Lekue JA, Leibar X, Seco J, Terrados N. Enzymatic and metabolic responses to competition in elite junior male basketball basketball. Perceptual and motor skills. *Iberian Congress on Basketball Research*. 2008;4:83-6.
35. Apostolidis N, Nassis GP, Bolatoglou T, Geladas ND. Physiological and technical characteristics of elite young basketball players. *J Sports Med Phys Fit*. 2003;44:157-63.
36. Hawley J, Burke L. Peak performance: Training and nutritional strategies for sport. St. Leonards, NSW, Australia: Allen and Unwin; 1998.
37. Meckel Y, Gottlieb R, Eliakim A. Repeated sprint tests in young basketball players at different game stages. *Eur J Appl Physiol*. 2009;107:273-9.
38. Hoffman JR, Maresh CM. Physiology of basketball. En: Garrett, Jr, WE, Kirkendall DT, editores. Exercise and sport science. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2000. pp. 733-44.
39. González-Badillo JJ, Ribas J. Bases de la programación del entrenamiento de fuerza. Barcelona: INDE; 2002.
40. Delamarche P, Gratas A, Beillot J, Dassonville J, Rochcongar P, Lessard Y. Extent of lactic anaerobic metabolism in handballers. *Int J Sports Med*. 1987;8:55-9.
41. Rannou F, Prioux J, Zouhal H, Gratas-Delamarche A, Delamarche P. Physiological profile of handball players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2001;41:349-53.
42. Kounalakis SN, Bayios IA, Koskolou MD, Geladas ND. Anaerobic capacity of the upper arms in top-level team handball players. *Int J Sports Physiol Perform*. 2008;3:251-6.
43. Loftin M, Anderson P, Lytton L, Pittman P, Warren B. Heart rate response during handball singles match-play and selected physical fitness components of experienced male handball players. *J Sports Med Phys Fitness*. 1996;36:95-9.
44. Buchheit M, Laursen PB, Kuhnle J, Ruch D, Renaud C, Ahmaidi S. Game-based training in young elite handball players. *Int J Sports Med*. 2009;30:251-8.
45. Rodríguez-Alonso M, Fernández-García B, Pérez-Landaluce J, Terrados N. Blood lactate and heart rate during national and international women's basketball. *J Sports Med Phys Fts* 2003;43:432-6.
46. Gorostiaga EM, Granados C, Ibáñez J, González-Badillo JJ, Izquierdo M. Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38:357-66.
47. Krustup P, Mohr M, Steensberg A, Bencke J, Kjaer M, Bangsbo J. Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38:1165-74.
48. Bangsbo J, Mohr M, Krustup P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci*. 2006;24:665-74.
49. Beam WC, Merrill TL. Analysis of heart rates recorded during female collegiate basketball. *Med Sci Sports Exer*. 1994;26:s66.
50. Nybo L, Nielsen B. Hyperthermia and central fatigue during prolonged exercise in humans. *J Appl Physiol*. 2001;91:1055-60.
51. González-Alonso JC, Teller SL, Andersen FB, Jensen T, Hyldig B, Nielsen. Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. *J Appl Physiol*. 1999;86:1032-9.
52. McAnulty SR, McAnulty LS, Nieman DC, Morrow JD, Utter AC, Dumke CL. Effect of resistance exercise and carbohydrate ingestion on oxidative stress. *Free Radic Res*. 2005;39:1219-24.
53. Ozgünen KT, Kurdak SS, Maughan RJ, Zeren C, Korkmaz S, Yazici Z, et al. Effect of hot environmental conditions on physical activity patterns and temperature response of football players. *Scand J Med Sci Sports*. 2010;20 Suppl 3:140-7.
54. Barnett A. Using recovery modalities between training sessions in elite athletes: does it help? *Sports Med*. 2006;36:781-96.
55. Lazarim FL, Antunes-Neto JM, Da Silva FO, Nunes LA, Bassini-Cameron A, Cameron LC, et al. The upper values of plasma creatine kinase of professional soccer players during the Brazilian National Championship. *J Sci Med Sport*. 2009;12:85-90.
56. McGregor DJ, Nicholas CW, Lakomy HK, Williams C. The influence of intermittent high-intensity shuttle running and fluid ingestion on the performance of a soccer skill. *J Sports Sci*. 1999;17:895-903.
57. Burke L, Deakin v. Clinical Nutrition. 2nd edition. Roseville, NSW: McGraw-Hill; 2000.
58. Finaud J, Lac G, Filaire E. Oxidative stress: relationship with exercise and training. *Sports Med*. 2006;36:327-58.
59. Bojko ER, Evdokimov VG, Vakhnina NA, Shadrina VD, Potolitsyna NN, Varlamova NG, et al. [Seasonal aspects of the oxidative stress in Northerners]. *Aviakosm Ekolog Med*. 2007;41:44-7.
60. Shing CM, Peake JM, Ahern SM, Strobel NA, Wilson G, Jenkins DG, et al. The effect of consecutive days of exercise on markers of oxidative stress. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2007;32:677-85.
61. Lekhi C, Gupta PH, Singh B. Influence of exercise on oxidant stress products in elite Indian cyclists. *Br J Sports Med*. 2007;41:691-3.
62. Marzatico F, Pansarasa O, Bertorelli L, Somenzini L, Della Valle G. Blood free radical antioxidant enzymes and lipid peroxides following long-distance and lactacidemic performances in highly trained aerobic and sprint athletes. *J Sports Med Phys Fitness*. 1997;37:235-9.
63. Knez WL, Jenkins DG, Coombes JS. Oxidative stress in half and full Ironman triathletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39:283-8.
64. Terrados N, Calleja González J. Recuperación post-competición del deportista. *Arch Med Dep*. 2010;138:41-7.