

# Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics

www.renhyd.org



## REVISIÓN

### Anemia ferropénica en el deporte e intervenciones dietético-nutricionales preventivas

Aritz Urdampilleta<sup>a,b,\*</sup>, José Miguel Martínez-Sanz<sup>b,c</sup>, Juan Mielgo-Ayuso<sup>d</sup>

**a** Centro Público de Enseñanzas Deportivas. Kirolene. Gobierno Vasco.

**b** Asesor Nutricional y Deportivo. NUTRIAKTIVE. Asesoramiento Científico-Técnico para la Planificación Deportiva.

**c** Departamento de Enfermería. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Alicante.

**d** Centro Riojano de Nutrición Haro, Dietista-Nutricionista del Club voleibol Haro, La Rioja, España.

\* Autor para correspondencia:

Correo electrónico: aritz.urdampilleta@ehu.es (A. Urdampilleta)

Recibido el 30 de mayo de 2012; aceptado el 16 de octubre de 2013.

#### ➤ Anemia ferropénica en el deporte e intervenciones dietético-nutricionales preventivas

#### RESUMEN

La anemia ferropénica en los deportistas es una afección muy frecuente que conduce a un menor rendimiento físico. Los deportistas son susceptibles al descenso de los depósitos de hierro, fundamentalmente por un incremento en su utilización, por su pérdida, o por una ingesta insuficiente. El presente artículo pretende revisar la literatura científica respecto a: qué deportes-deportistas tienen mayor riesgo de padecer anemia, la etiología de la anemia ferropénica en el colectivo deportivo, además de sugerir pautas dietético-nutricionales para su prevención. Las bases de datos consultadas fueron: Pubmed, Scirus y Scielo, así como las páginas oficiales de organizaciones de reconocido prestigio; recuperando artículos mediante las palabras clave: "iron-deficiency anaemia", "sports", "athletic performance", "iron intake" o sus homólogos españoles. La anemia ferropénica afecta principalmente a deportistas de resistencia (especialmente mujeres y maratonianos), así como a los integrantes de deportes de equipo con alto impacto (voleibol y balonmano). Las anemias suelen ser secundarias a hemólisis y estrés oxidativo derivados de la práctica del deporte, pero también se han documentado casos por aumento de las pérdidas de hierro asociadas a la práctica de ejercicio. Las pautas dietético-nutricionales para prevenir la anemia ferropénica en el deportista deberían ir encaminadas a asegurar: una ingesta de hidratos de carbono entre el 60-65% de la energía total diaria, una ingesta mínima de 1,4 g de proteína al día y un consumo de 20-40 mg de hierro por día y separando su ingesta de los principales inhibidores de su absorción (fitatos, tanatos y calcio). Es necesario valorar mediante analíticas el estado de hierro del deportista cada 2-3 meses.

#### PALABRAS CLAVE

Anemia ferropénica;  
Deporte;  
Rendimiento deportivo;  
Hierro dietético.

## Iron deficiency anemia in sports and preventive dietetic and nutrition interventions

### KEYWORDS

Anemia  
iron-deficiency;  
Sports;  
Athletic  
performance;  
Iron intake.

### ABSTRACT

Iron deficiency anemia in athletes is a very common condition that leads to reduced physical performance. Athletes are susceptible of falling iron deposits, mainly by an increase in its use, by its loss, or by insufficient intake. The present review aims to establish the basis of current knowledge environment: sports-athletes who have increased risk of anemia, etiology of iron deficiency anemia in the sporting group, providing dietary and nutritional guidelines for its prevention. The databases searched were Pubmed, Scirus and Scielo, as well as the official pages of prestigious organizations, recovering items by keywords: "iron-deficiency anemia", "sports", "athletic performance", "iron intake" or Spanish counterparts. Iron deficiency anemia affects mainly endurance athletes (especially women and marathon) and the members of team sports with high impact (volleyball and handball). Usually secondary anemias from hemolysis and oxidative stress resulting from the practice of sport, but it cases have also been documented by increased iron losses associated with exercise. Dietary and nutritional practices to prevent iron deficiency anemia in athletes should aim to ensure: carbohydrate intake between 60-65% of total energy daily minimum intake of 1.4 g of protein per day and a consumption of 20-40 mg iron daily, separating the intake of the main absorption inhibitors (phytate, tannins and calcium). You need assessed by analytical iron status of the athlete every 2-3 months.

## INTRODUCCIÓN

La anemia ferropénica puede tener gran influencia sobre el rendimiento físico de los deportistas<sup>1,2</sup>. Su susceptibilidad al descenso en sus depósitos de hierro (Fe) se debe fundamentalmente a la tendencia al incremento de sus pérdidas, así como a una ingesta dietética insuficiente de Fe<sup>3,4</sup>.

Conocer los posibles mecanismos causantes (etiologías) de la anemia ferropénica en los deportistas es crucial para poder identificar, de forma precoz, a los individuos que puedan estar en riesgo de padecerla. En la literatura científica se discute el posible papel de la hemólisis, así como las deficiencias de Fe debidas a: i) una baja ingesta de Fe (por ejemplo, en dietas hipocalóricas); ii) una menor ingesta de Fe fácilmente absorbible o Fe hemo (por ejemplo, en dietas vegetarianas)<sup>5</sup>; iii) posibles interferencias alimentarias (causadas por inhibidores de absorción entre diferentes nutrientes)<sup>6</sup>; y iv) el aumento del estrés oxidativo inducido por la actividad física intensa<sup>7,8</sup>. En este sentido, el ejercicio físico puede verse como un posible causante de anemia, y de ahí el término "anemia del deportista" para designar un estado anémico propio de individuos que practican actividad física regular, como es el caso de los atletas de alto rendimiento deportivo<sup>9</sup>.

Asimismo, es sumamente importante analizar qué tipo de deportistas y deportes son más propensos a padecer anemia ferropénica, para establecer un control más efectivo sobre estos. En este sentido, la literatura científica identifica a las mujeres y a los deportes de resistencia de gran impacto, como los sectores más expuestos<sup>10</sup>.

Pese a que en la literatura científica se citan de forma aislada algunas etiologías y se determinan características de deportistas o deportes con mayor riesgo de padecer anemia ferropénica, no se ha identificado ninguna revisión que establezca de forma adecuada el estado actual del conocimiento en esta materia. Ello obedece a que en la vida de los deportistas interfieren muchos factores: de tipo ambiental (diferentes cargas de entrenamientos, entrenamientos en altitud), o intrínsecos (dietético-nutricionales y farmacológicos), entre otros. El propósito de la presente revisión es analizar el estado actual del conocimiento, designar la etiología más frecuente de anemia ferropénica real en el deporte, y señalar los deportistas y deportes que presentan mayor riesgo de padecer anemia ferropénica. Contar con el conocimiento necesario para poder promover acciones, sobre todo de carácter preventivo, como medidas dietético-nutricionales precoces en los deportistas más expuestos, es el objetivo fundamental. Finalmente, se presentan las principales recomendaciones dietéticas para prevenir o tratar los estados carenciales de Fe durante la práctica deportiva.

## PROCESO DE REVISIÓN

Se ha realizado una revisión bibliográfica exhaustiva sobre el conocimiento actual de las etiologías y características de deportistas o deportes con mayor riesgo de padecer anemia ferropénica. Lo mismo con las intervenciones dietético-nutricionales para prevenir la deficiencia de Fe y la anemia en deportistas. Se realizó una búsqueda estructurada en Pubmed, Scirus y Scielo. Además se obtuvieron documentos a través del motor de búsqueda "Google Académico", páginas oficiales de organizaciones como la OMS, Organización Panamericana de la Salud, Organización para la Agricultura y Alimentación, Agencia de Naciones Unidas para la Infancia y Estrategia Bola de Nieve. En la metodología de búsqueda se establecieron palabras clave que coincidieran con los descriptores del Medical Subjects Headings (MeSH) para la localización de artículos. No se limitaron los años de búsqueda. Se utilizó ("ingesta de hierro" O "anemia ferropénica") Y ("deporte" O "rendimiento deportivo")) como ecuaciones de búsqueda en español y ("iron-deficiency anaemia" OR "sports") AND ("athletic performance" OR "iron intake")) como ecuaciones de búsqueda en inglés. Se aceptaron estudios publicados en español, inglés, alemán, portugués e italiano. No se restringió la búsqueda a ningún tipo de estudio –intervenciones, observacionales, revisiones, documentos de organizaciones, tesis doctorales– ni año, para poder tener una visión global del estado del conocimiento. No se ha clasificado ni evaluado la información obtenida en base a evidencias científicas y grados de recomendación.

## DEPORTES/DEPORTISTAS SUSCEPTIBLES DE PADECER ANEMIA

Los deportistas de resistencia de larga duración son considerados como los más susceptibles de padecer anemia ferropénica<sup>10</sup>. Así, en un estudio realizado sobre atletas de fondo y medio fondo (91 hombres y 54 mujeres) se observó anemia ferropénica de un 2% de los deportistas y, además, un 7-10%<sup>11</sup> presentaron estadios de fase previa por déficit de Fe. Sin embargo, también se han observado incidencias en integrantes de deportes de equipo como el fútbol<sup>12,13</sup>, o baloncesto<sup>1</sup>, y en otros deportes individuales como el remo<sup>14</sup>, pelota a mano<sup>15</sup> y gimnasia artística<sup>16</sup>; posiblemente por los saltos e impactos que se realizan durante su práctica.

Dubnov y col. mostraron una alta prevalencia de depleción de Fe, anemia y anemia por deficiencia de Fe entre los jugadores de baloncesto de ambos sexos (n=103), siendo la presencia de anemia del 7% (3% en los hombres y 4% en las mujeres)<sup>1</sup>. De la misma manera, el estudio de Plaza J (2000)

observó que los deportistas de pelota mano, son susceptibles de presentar anemia por la cantidad de impactos que sus manos realizan al interactuar con la pelota<sup>15</sup>, condición extrapolable a otros deportes con alta frecuencia de impactos durante su práctica.

Otro colectivo con gran susceptibilidad a padecer anemia son las mujeres deportistas<sup>17</sup>, por ejemplo, Landahl y colaboradores. observaron una prevalencia de anemia en jugadoras de fútbol de élite del 29% y de una deficiencia de Fe del 57%<sup>13</sup>. También debe tenerse en cuenta a los deportistas adolescentes. Así Di Santolo y colaboradores. (2008), en un estudio realizado sobre 70 mujeres deportistas adolescentes, practicantes de distintos deportes (voleibol, fútbol, artes marciales, esquí o ciclismo) observaron que casi una quinta parte de las mismas padecían algún tipo de anemia, mientras que un tercio de las participantes padecía una deficiencia de Fe<sup>18</sup>.

La anemia ferropénica se puede prevenir, si se detectan deficiencias en Fe, o tratar mediante intervención dietética y tratamiento farmacológico. Se debe tener en cuenta que una anemia ferropénica puede suponer perder la temporada para un deportista, ya que disminuye drásticamente su rendimiento<sup>1</sup>. De ahí la importancia de una detección precoz e intervención inmediata. Por otra parte, la deficiencia de Fe es un aspecto muy observado en mujeres deportistas<sup>13,18</sup> dado que, además de disminuir su rendimiento deportivo –por afectar al ejercicio aeróbico–, reduce la concentración, la capacidad de resistencia, la eficacia energética, la actividad de las enzimas oxidativas contenedoras de Fe<sup>18,19</sup> (aspectos observados al contrastar comparativamente con deportistas que presentan reservas normales de Fe<sup>14</sup>). Esto justifica la importancia y necesidad de una adecuada educación nutricional que prevenga este posible estado de deficiencia.

## METABOLISMO DEL HIERRO Y DIAGNÓSTICO DE LA ANEMIA FERROPÉNICA

El diagnóstico de una anemia verdadera en deportistas puede verse dificultado por el llamado "efecto hemodilucional", que no debe confundirse con un estado anémico. Dicho efecto es fruto de una adaptación al ejercicio<sup>20</sup> y cursa con una disminución fisiológica transitoria (no patológica) de los depósitos de Fe y de los glóbulos rojos.

Así, cuando la etiología es dilucional, debe tratarse como "falsa anemia" o "pseud anemia" del deportista<sup>21</sup>. Y debe ser tenida en consideración porque puede producir una deficiencia en los depósitos de Fe (<20 ng/ml de ferritina) y afectar al rendimiento deportivo<sup>13,14</sup>. Así, un correcto

diagnóstico del estado de Fe es la base de la elección de la intervención dietético-nutricional o farmacológica adecuada. El diagnóstico de la anemia ferropénica en los deportistas se establece, básicamente, cuando los valores de hemoglobina son más bajos de los normales (12-13 mg/dl, en mujeres y hombres respectivamente). Además, un índice de saturación de la transferrina (IST) <16% junto a unos niveles de ferritina <12-20 ng/ml puede indicarnos un estado preanémico<sup>22</sup>. En la Tabla 1 se describen los parámetros a considerar para la detección de diferentes estados de déficit de Fe<sup>6,11,23</sup>.

No obstante, es muy predecible observar disminución de los depósitos de hierro en la mayoría de los deportistas de resistencia y de impacto –como correr–, pero su detección muchas veces es un poco confusa, sobre todo cuando los valores de hemoglobina son superiores a 12 mg/dl, pero los depósitos de hierro muy bajos<sup>41</sup>. Es por ello que se ha empezado a utilizar otros parámetros diagnósticos en los deportistas, como la hepcidina (Hep), una hormona peptídica producida por el hígado. Es la principal reguladora del metabolismo del Fe, ya que media en la homeóstasis de las concentraciones extracelulares de Fe<sup>24</sup>. La Hep actúa regulando la entrada de Fe en el plasma desde los tejidos: eritrocitos duodenales que absorben Fe de la dieta, hepatocitos que almacenan Fe y macrófagos que reciclan Fe de los eritrocitos seniles<sup>25</sup>. La Hep se liga y degrada el transportador en el canal de Fe, la ferroportina<sup>26</sup>. La elevación de Hep está motivada por una menor absorción intestinal de Fe y con ella una menor disponibilidad de Fe para la eritropoyesis. Es por ello que la detección de Hep en las analíticas de los deportistas puede ser de ayuda para la etiología de la anemia ferropénica.

Por otra parte, recientemente se ha demostrado que la testosterona en humanos inhibe los niveles de Hep, incrementando con ello la absorción intestinal de Fe. Lo cual puede poner de manifiesto el hecho de que los deportistas varones<sup>26</sup>, con mayores niveles de testosterona, estén más protegidos ante posibles anemias que las mujeres.

## ETIOLOGÍA DE LA ANEMIA FERROPÉNICA EN EL DEPORTE

### La hemólisis y el estrés oxidativo: causas principales del aumento de las pérdidas de Fe en deportistas

Una de las causas que puede originar una deficiencia de Fe en deportistas, que derive en una anemia ferropénica, es un incremento en la destrucción de los eritrocitos (hemólisis)<sup>27</sup> tras la realización de un ejercicio físico intenso, estando directamente relacionada con la distancia recorrida por los deportistas<sup>11</sup>. Los constantes impactos contra el pavimento, durante una carrera, incrementan la hemólisis y es por ello que en deportes de larga duración, y de equipo, se da mayor prevalencia de anemia ferropénica<sup>28,29</sup>. También se ha observado hemólisis asociada al ejercicio en deportes como la natación<sup>30</sup>, remo<sup>14</sup>, triatlón<sup>31</sup>, gimnasia artística<sup>16</sup>, carrera no competitiva<sup>32</sup>, pelota a mano<sup>33</sup> o en entrenamiento militar riguroso<sup>34</sup>. Una de las causas de este tipo de hemólisis es que después de un ejercicio intenso los eritrocitos son más susceptibles al estrés, sea de tipo mecánico, oxidativo u osmótico. Algunas investigaciones han sugerido la posibilidad

**Tabla 1.** Estados pre-latentes y anemia verdadera del deportista. Parámetros que determinan si la anemia es falsa o verdadera, solamente el 3er caso es anemia ferropénica verdadera y en una pseudoanemia habría que intervenir dietéticamente para aumentar los depósitos de hierro.

Estados de anemia	Hb (g/dl)	Sat. Trans (%)	Ferritina (ng/ml)	Absorción de Fe	TIPO DE INTERVENCIÓN
Pseudoanemia del deportista	Normal (>12H-13M)	Normal	Media (20-60)	Baja	Dietética + Educación Alimentaria
Anemia prelatente	Normal-Baja (>12H-13M)	<b>Baja</b> (<16%)	<b>Baja</b> (menor a 20ng/ml)	Media-Alta	Dietética + farmacológica
Anemia ferropénica verdadera	<b>Baja</b> (<12H-13M)	Baja (<16%)	Baja (menor a 20ng/ml)	Alta	Farmacológica (urgente) + Educación Alimentaria + Disminución de la Actividad Física

Adaptado de Legaz-Arrese, 2000; Urdampilleta, 2010; WHO, 2001<sup>6,11,23</sup>.

de que se produzca hemólisis causada por efecto mecánico, consecuencia del repetido impacto del pie sobre el suelo, como sucede en corredores de larga distancia. En deportes de gran impacto la hemólisis puede ser la causa principal de anemia ferropénica<sup>35</sup>.

Recientes investigaciones realizadas en deportistas que realizan ultramaratonos (carreras que sobrepasan los tradicionales 42 km, oscilando las distancias más comunes entre los 50 y los 160 km), han observado que la anemia ferropénica puede estar motivada por la expansión del volumen plasmático y no por la disminución del volumen total de glóbulos rojos<sup>36</sup>. Así, Lippi y colaboradores, no observaron cambios significativos en el perfil hematológico (hemoglobina, glóbulos rojos, hematocrito) de 18 deportistas que realizaron una ultramaratón de 60 km<sup>37</sup>. Datos relevantes muestra el estudio de Yusof y colaboradores. (2007) realizado sobre 6 deportistas durante una carrera de 212 km, en el que observaron una hemólisis inducida por el ejercicio en la primera etapa de la prueba, que fue compensada por un aumento de número total de eritrocitos a partir del km 132<sup>38</sup>.

El estrés oxidativo puede perturbar la homeostasis iónica y facilitar la deshidratación celular. Estos cambios disminuyen la deformabilidad de la célula roja, lo que impide su paso a través de la micro-circulación y genera hemólisis<sup>39</sup>; situación más frecuente cuando el tamaño de los hematíes es grande (hematíes viejos). La inflamación producida por el deporte, así como las citoquinas, pueden tener su implicación en la anemia del deportista<sup>40</sup>.

### **Anemia ferropénica secundaria al aumento de las pérdidas de Fe inducidas por el ejercicio físico**

El ejercicio físico intenso, puede causar un aumento de las pérdidas de Fe mediante hemoglobinuria, hematuria, sangrado gastrointestinal o por sudoración, contribuyendo así al aumento del riesgo de padecer anemia ferropénica<sup>41</sup>.

Si el deportista es mujer, a dichas pérdidas deben añadirse las pérdidas propias de la menstruación, hecho que aumenta notablemente el riesgo de anemia, y que explicaría por qué las mujeres atletas que practican deportes extenuantes son más proclives a padecerla<sup>42</sup>.

#### **• Hemoglobinuria**

El primer informe acerca de la hemoglobinuria asociada con el ejercicio data de 1881. Se observó orina oscura en un joven soldado después de participar en una marcha, llamándose "hemoglobinuria del marchista". La hemoglobinuria, a veces asociada con hematuria, puede promover una condición anémica en atletas competitivos<sup>43</sup>, especialmente en corredores de grandes distancias<sup>44</sup>. Esta condición se relaciona con hemólisis, hipo haptoglobulinemia y aumento de la hemoglobina plasmática<sup>45,46</sup>.

#### **• Hematuria**

La hematuria (microscópica o macroscópica) es una de las anomalías comúnmente encontradas después de la actividad deportiva<sup>47</sup>. Está documentada tanto en ejercicios de contacto como en deportes de equipo, karate y boxeo, o en deportes sin contacto como remo, natación o ciclismo<sup>47,48</sup>. Es frecuente, autolimitada y benigna, puesto que desaparece 48-72 horas tras el ejercicio<sup>49</sup>. Su severidad es proporcional a la intensidad y duración del ejercicio y puede cursar con deshidratación, mioglobinuria y peroxidación lipídica en eritrocitos<sup>43,47-48,50-55</sup>.

#### **• Sangrado gastrointestinal**

En corredores es frecuente el sangrado del sistema digestivo después de un ejercicio intenso<sup>56</sup>. En maratonianos se presenta con una frecuencia del 8-30%, no asociada a inflamación, ni con hemorragia digestiva, y en apariencia es independiente de la edad, el tiempo de carrera y la ingesta de ácido acetil salicílico (fármaco utilizado por los deportistas de resistencia aeróbica)<sup>57</sup>. El sangrado digestivo relacionado con la intensidad del ejercicio puede inducir una disminución en el número de eritrocitos circulantes, y por tanto, aumentar la pérdida de Fe<sup>58-64</sup>. Algunos autores opinan que el sangrado gastrointestinal sí puede ser mayor cuando los deportistas toman algunos fármacos como el ácido acetil salicílico, fármaco habitualmente utilizado por los deportistas por sus propiedades analgésicas y antiinflamatorias<sup>65</sup>.

#### **• Sudoración profusa**

Los resultados indican que la pérdida de Fe depende directamente de la cantidad de sudor, por lo que es mayor en ejercicios intensos de larga duración a altas temperaturas. No se han visto diferencias significativas entre mujeres y hombres y la gravedad depende de las reservas de Fe (niveles de ferritina o hemoglobina)<sup>66</sup>. No se han demostrado pérdidas excesivas a través del sudor<sup>67,68</sup>.

## **INTERVENCIÓN DIETÉTICO-NUTRICIONAL**

### **Factores dietético-nutricionales que influyen en la absorción del Fe**

Se puede hablar de dos tipos de Fe, el Fe hemo y el no hemo. El Fe hemo se encuentra en productos cárnicos y especialmente en la sangre, y el Fe no hemo principalmente en alimentos de origen vegetal y algunos alimentos de origen animal, como la leche y los huevos. Además estos tienen unos aminoácidos en la que interfieren negativamente en la absorción de Fe, el oxidado o férrico (Fe<sup>3+</sup>) y el reducido o

**Tabla 2.** Factores dietéticos favorecedores e inhibidores de la absorción de Fe y su importancia en el asesoramiento dietético-nutricional (elaboración propia).

Alimentos y nutrientes	Consejos dietéticos para la mejora de la absorción de Fe
<b>Favorecen la absorción del hierro dietético</b>	
La <b>vitamina C</b> (cítricos, kiwi, acerola, guayaba, pimiento rojo, brócoli, patata), ayudan en la absorción del Fe. Es importante no calentar estos alimentos ni dejar reposar mucho tiempo una vez manipulados, ya que pierden la vitamina C.	La vitamina C ayuda a absorber el Fe no hemo de la dieta. En una dieta sin vitamina C, y con ingesta de Fe no hemo, la absorción máxima puede ser un 3-4%, <b>si añadimos vitamina C (más de 25mg/día/comida) la absorción total de Fe no hemo puede llegar a un 8%</b> . Mejor vitamina C sin fibra <sup>84</sup> . <b>Cocinar lo menos posible vegetales con vitamina C.</b>
La ingesta de <b>carne</b> aumenta la absorción de Fe dietético. Los mejores alimentos son carnes rojas, hígado y alimentos que contengan sangre como la morcilla o sangrecilla.	En dietas mixtas (Fe hemo + no hemo) con un <b>consumo diario de carne de 30-90g, la absorción puede aumentar hasta un 15%</b> , cuando se ingiere menos de 30g/día, su absorción se reduce a un 5% <sup>85</sup> .
<b>Disminuyen la absorción de hierro dietético</b>	
La toma de lácteos y alimentos ricos en <b>calcio</b> , disminuye drásticamente la absorción de Fe.	El calcio es uno de los únicos nutrientes que interfiere con el Fe hemo. Por lo que <b>debemos de separar el calcio de las comidas principales</b> que contengan Fe hemo. Una ingesta de 300mg de calcio (dos yogures) puede disminuir la absorción de Fe hasta en un 50% <sup>71</sup> .
Contrariamente al "factor carne" los aminoácidos de la leche ( <b>caseína</b> ) y huevo ( <b>conalbumina</b> ), disminuyen la absorción de Fe <sup>6</sup> .	La hidrólisis enzimática de la caseína previa a su ingesta evitaría este problema. La <b>proteína del suero</b> habitualmente utilizada en batidos recuperadores para deportista sería una alternativa adecuada a la caseína, además las proteínas del suero se absorben más rápido.
Los <b>fitatos</b> (cereales integrales, leguminosas o semillas oleaginosas, alimentos muy utilizados por el colectivo deportivo) interfieren negativamente en la absorción de Fe.	<b>Los deportistas realizan dietas ricas en cereales por lo que hemos de tener en cuenta los fitatos.</b> El efecto inhibitorio de estos puede ser contrarrestado por un aumento de carne o vitamina C o a través de la degradación de ácido fólico, (fitasas o altas temperaturas), reduciendo así su capacidad quelante <sup>86</sup> .
El aumento de <b>fibra insoluble</b> (salvado de trigo abundante en cereales no refinados, guisantes o frutas maduras) disminuye la absorción de Fe <sup>87</sup> . No obstante la fibra soluble (pectina y goma guar, rico en ciertas frutas o salvado de avena) no ha demostrado ser perjudicial <sup>88</sup> .	La mejor estrategia es disminuir la ingesta de fibra insoluble en las comidas principales o <b>separar la ingesta para tomarlo en los tentempiés junto al calcio</b> , ya que son los dos factores inhibidores más potentes del Fe.
Los <b>polifenoles</b> (verduras, legumbres, frutas, frutos secos, té, cerveza, cacao o café) son inhibidores de la absorción del Fe. El zumo de ciruela y el vino rojo, inhiben un 31 y 67% respectivamente <sup>88</sup> .	Tanto el <b>vino</b> como el <b>café, té o cacao</b> en las comidas mixtas disminuyen la absorción de Fe un 8-13%. <b>Mujeres corredoras que consumían té o café después de las comidas, tenían niveles de ferritina inferiores</b> <sup>89</sup> .
<b>Aplicaciones prácticas</b>	
<b>Para aumentar la ingesta de Fe y su absorción</b>	<b>Para disminuir posibles interferencias negativas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar la ingesta de alimentos ricos en Fe hemo: mejillones, berberechos, carne roja, hígado, sangrecilla...</li> <li>• Añadir trozos pequeños de carne a los platos mixtos.</li> <li>• Tomar alimentos cárnicos en los platos principales.</li> <li>• Tomar frutas y verduras ricas en vitamina C en las comidas principales.</li> <li>• En caso de dietas vegetarianas, aumentar la ingesta de vitamina C.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separar los lácteos, preparados con huevos y fitatos de las comidas principales.</li> <li>• En el caso de tomar muchas legumbres, eliminar la piel y añadir zumos cítricos como zumo de limón (humus).</li> <li>• Tomar lácteos y cereales integrales en los tentempiés así como café o té, fuera de las comidas principales.</li> <li>• Tomar Fe farmacológico si es necesario en ayunas y junto a un zumo rico en vitamina C, bajo supervisión de un profesional.</li> </ul>



ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ). En estado oxidado y a un pH mayor de 4, el Fe es muy insoluble debido a que se comporta como un ácido débil y es fácilmente quelado por otros compuestos<sup>69</sup>.

A pesar del alto contenido en Fe de algunos alimentos, su biodisponibilidad (BD) puede variar (1-30%). Según los grupos de alimentos, los porcentajes de absorción son: vegetales 10%; pescado 20%; soja y derivados 20% y carnes rojas 30%<sup>6</sup>. En los alimentos de origen vegetal, la leche y los huevos se puede considerar que todo el Fe, es no hemo. Las carnes y pescados, contienen Fe no hemo (66%) y Fe hemo (33%). Su absorción está determinada por múltiples factores que favorecen o impiden su solubilidad<sup>70</sup>.

Existen diferentes compuestos que contribuyen a estabilizar el  $\text{Fe}^{2+}$ , como el ácido clorhídrico, los ácidos orgánicos de los alimentos (ascórbico principalmente) y algunos aminoácidos. Además, otros compuestos dificultan la absorción del Fe en general, como los fitatos, oxalatos, taninos, polifenoles, fibra insoluble y ciertos minerales como el fósforo, zinc y calcio<sup>6</sup>. La BD del Fe hemo es muy alta y en su absorción afecta, principalmente, la cantidad de carne ingerida (factor carne) y el calcio, que es un inhibidor<sup>71,72</sup>. Los factores que influyen en la BD de los nutrientes se clasifican en dos: factores dietéticos y fisiológicos<sup>6,8,70,73</sup>.

### Asesoramiento dietético-nutricional para prevenir la Anemia Ferropénica

Todavía no se ha consensuado qué valores de los depósitos de Fe (ferritina) son críticos en los deportistas, puesto que existen diversas investigaciones que toman valores entre 12-30 ng/ml, para considerar una deficiencia de  $\text{Fe}^{74}$ . Habitualmente se suele suplementar con Fe farmacológico cuando los depósitos de ferritina se encuentran entre estos valores, estando por debajo de 12-20  $\mu\text{g}/\text{L}^{75}$ . No obstante, el primer paso es la prevención, que siempre se puede mejorar mediante el asesoramiento dietético-nutricional<sup>76</sup>. Una vez detectada la anemia, el deportista necesitará entre 4-8 semanas para recuperar los valores normales del perfil férrico sanguíneo (pese a la ayuda farmacológica vía oral). No es cuestión menor que, durante este período, el deportista tendrá que reducir las cargas de entrenamiento, con la consiguiente disminución de su rendimiento deportivo durante ese periodo. El Fe inyectado directamente es la vía más rápida y eficaz para solucionar el problema, pero no está exento de efectos secundarios como cualquier otro método invasivo.

La suplementación con Fe ha de ser considerada en el deportista, siempre y cuando esté diagnosticada una anemia ferropénica y teniendo en cuenta los posibles efectos adversos<sup>77</sup>. Se hace imprescindible la supervisión de un médico y de un dietista-nutricionista deportivo. En una reciente

revisión, Goodman C y col.<sup>77</sup> aluden a que una suplementación con sulfato ferroso, en una dosis de 100mg/día durante un periodo de 6-8 semanas, puede aumentar los niveles de ferritina sérica en un 30-50%. Sin embargo, este aumento puede no mejorar el rendimiento deportivo<sup>78</sup>, aunque Radjen y col. observaron que el uso de suplementos de Fe mejoraba la capacidad aeróbica<sup>5,79</sup>. A pesar de la utilidad que se podría obtener de la suplementación de Fe, algunos estudios han observado una sobrecarga de Fe en corredores<sup>6</sup>, debida al sobreuso de estos suplementos cuya administración debería aplicarse solo en casos de deficiencia de Fe. Por otro lado, se ha observado que el consumo de lactoferrina con Fe es un medio preventivo frente a la anemia<sup>80</sup>.

El Instituto Australiano del Deporte (IAD)<sup>75</sup>, hace referencia a las posibles situaciones para la suplementación de Fe en deportistas, entre las que se destaca: i) deportistas con niveles bajos de ferritina, que lleven dietas bajas en energía o dietas vegetarianas desequilibradas; ii) adolescentes en periodo de crecimiento, iii) mujeres embarazadas o en presencia de la menstruación; iv) deportistas durante entrenamiento en altitud; v) cuando existe una malabsorción de Fe debido a trastornos clínicos (como enfermedad celíaca); o vi) por un aumento de las pérdidas de Fe (hemorragia gastrointestinal, excesiva hemólisis, etc).

Con el fin de asegurar un aporte óptimo de Fe, la dieta del deportista debería de ser alta en hidratos de carbono (HC) –por encima del 60% de la ingesta energética proveniente de HC–<sup>5,79</sup> y con una ingesta elevada en proteínas (1,4-1,8 g de proteínas/kg de peso corporal)<sup>6</sup>. Por tanto, los principales objetivos dietético-nutricionales que debemos buscar para asegurar un aporte óptimo de Fe son:

- Aumentar la ingesta de HC: 60-65%.
- Tomar una ingesta mínima de proteínas de 1,2 g de proteínas/día y aumentar el valor biológico de las mismas (mediante alimentos de origen animal: carnes, pescados, huevos y lácteos)<sup>81</sup>.
- Aumentar la ingesta de Fe entre un 30-70%<sup>82</sup>, desde los 9-18 mg/día habitualmente aconsejados para la población normal adulta<sup>70,83</sup>, hasta los 20-40 mg/día<sup>81</sup> (aumentando la ingesta dietética de Fe hemo a un 60%).
- Separar los inhibidores de la absorción –Calcio, fitatos, tanatos–, que se ingieren a través de lácteos, café, té, cereales integrales y legumbres con piel.
- Aumentar los favorecedores de la absorción –carne o vitamina C– en las comidas principales.

## CONCLUSIONES

Es importante tener presentes las causas de la deficiencia de Fe y en consecuencia de anemia ferropénica en el deporte, así como los deportistas más susceptibles a padecerla. Las mujeres deportistas de larga duración en la edad fértil son los que más susceptibilidad tienen.

Es necesario hacer una valoración de los depósitos de Fe cada 2-3 meses, periodo en que los deportistas renuevan sus glóbulos rojos. Valoración que podemos realizar observando los niveles de ferritina sérica y hemoglobina. También resulta de gran interés la valoración de la hepcidina.

Parece ser que la hemólisis y el estrés oxidativo son factores determinantes en la anemia ferropénica cuando se trata de deportes de gran impacto y de larga duración, por sus impactos constantes. También hay que tener en cuenta los factores dietético-nutricionales: un bajo consumo de alimentos ricos en Fe hemo o dietas con elevados elementos inhibidores (que dificultan la absorción del hierro).

El consumo de ciertos fármacos como el Ácido Acetil Salicílico, también puede influir negativamente tanto en el estado preanémico como en el anémico, por el sangrado gastrointestinal y pérdida de Fe que pueden causar.

La educación alimentaria para la prevención de la anemia ferropénica en los deportistas tiene que ser básica e imprescindible; siendo necesario aumentar la ingesta de carnes y alimentos que contengan Fe (alubias, lentejas, garbanzos, soja, acelgas, espinacas, quinoa, fruta seca, frutos secos crudos o tostados sin sal, huevo, lubina, calamar, sepia, marisco, lomo de cerdo, solomillo de cerdo, carne de buey, de caballo, codorniz, conejo...) en las comidas principales. También resulta imprescindible evitar la ingesta de café, té o lácteos, por su contenido en taninos, fitatos o calcio, que tienen un efecto inhibitorio de la absorción del Fe (interfiriendo en la absorción del Fe hemo y no hemo). Sin embargo, los alimentos ricos en calcio, fitatos o taninos se pueden incorporar en la dieta del deportista, en los tentempiés, fuera de las comidas principales.

## CONFLICTO DE INTERESES

El presente artículo no presenta conflictos de intereses de tipo económico con instituciones, organizaciones o autores.

## BIBLIOGRAFÍA

- Dubnov G, Constantini NW. Prevalence of iron depletion and anemia in top-level basketball players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2004 Feb; 14(1): 30-37.
- Mettler S, Zimmermann MB. Iron excess in recreational marathon runners. *Eur J Clin Nutr* 2010 May; 64(5): 490-494.
- Baladia E, Manera M, Basulto J. Las dietas hipocalóricas se asocian a una ingesta baja de algunas vitaminas: Una revisión. *Actividad Dietética* 2008; 12(2): 69-75.
- Lukaski HC. Vitamin and mineral status: effects on physical performance. *Nutrition* 2004 Jul-Aug; 20(7-8): 632-644.
- American Dietetic Association, Dietitians of Canada, American College of Sports Medicine, Rodriguez NR, Di Marco NM, Langley S. American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc* 2009 Mar; 41(3): 709-731.
- Urdampilleta A, Martínez-Sanz JM, González-Muniesa P. Intervención dietético-nutricional en la prevención de la deficiencia de hierro. *Nutr clín diet hosp* 2010; 30(3): 27-41.
- Shaskey DJ, Green GA. Sports haematology. *Sports Med* 2000 Jan; 29(1): 27-38.
- Toxqui L, Piero AD, Courtois V, Bastida S, Sánchez-Muniz FJ, Vaquero M<sup>o</sup>P. Deficiencia y sobrecarga de hierro: implicaciones en el estado oxidativo y la salud cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria* 2010; 25(3): 350-365.
- Schumacher YO, Schmid A, Grathwohl D, Bultermann D, Berg A. Hematological indices and iron status in athletes of various sports and performances. *Med Sci Sports Exerc* 2002 May; 34(5): 869-875.
- McClung JP, Karl JP, Cable SJ, Williams KW, Nindl BC, Young AJ, et al. Randomized, double-blind, placebo-controlled trial of iron supplementation in female soldiers during military training: effects on iron status, physical performance, and mood. *Am J Clin Nutr* 2009 Jul; 90(1): 124-131.
- Legaz Arrese A. Atletismo español: Análisis básico de la pseudoanemia, anemia ferropénica y anemia megaloblástica. *Revista internacional de medicina y ciencias de la actividad física y del deporte* 2000; 1(1): 65-83.
- Ostojic SM, Ahmetovic Z. Indicators of iron status in elite soccer players during the sports season. *Int J Lab Hematol* 2009 Aug; 31(4): 447-452.
- Landahl G, Adolfsson P, Borjesson M, Mannheimer C, Rodjer S. Iron deficiency and anemia: a common problem in female elite soccer players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2005 Dec; 15(6): 689-694.
- DellaValle DM, Haas JD. Impact of iron depletion without anemia on performance in trained endurance athletes at the beginning of a training season: a study of female collegiate rowers. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2011 Dec; 21(6): 501-506.
- J. Plaza-Mariña. Estudio de variaciones hematológicas y del metabolismo del hierro en los pelotaris. Valladolid: Universidad de Valladolid; 2000.
- Sureira TM, Amancio OS, Pellegrini Braga JA. Influence of artistic gymnastics on iron nutritional status and exercise-induced hemolysis in female athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2012 Aug; 22(4): 243-250.
- McClung JP. Iron status and the female athlete. *J Trace Elem Med Biol* 2012 Jun; 26(2-3): 124-126.
- Di Santolo M, Stel G, Banfi G, Gonano F, Cauci S. Anemia and iron status in young fertile non-professional female athletes. *Eur J Appl Physiol* 2008 Apr; 102(6): 703-709.
- Brownlie T, 4th, Utermohlen V, Hinton PS, Haas JD. Tissue iron deficiency without anemia impairs adaptation in endurance capacity after aerobic training in previously untrained women. *Am J Clin Nutr* 2004 Mar; 79(3): 437-443.
- Weight LM, Klein M, Noakes TD, Jacobs P. 'Sports anemia'-a real or apparent phenomenon in endurance-trained athletes. *Int J Sports Med* 1992 May; 13(4):344-347.



21. Bartsch P, Mairbaurl H, Friedmann B. Pseudo-anemia caused by sports. *Ther Umsch* 1998 Apr; 55(4): 251-255.
22. Mielgo-Ayuso J, Urdampilleta A, Martínez-Sanz JM, Seco J. Dietary iron intake and deficiency in elite women volleyball players. *Nutr Hosp* 2012 Sep-Oct; 27(5): 1592-1597.
23. WHO/NHD. Iron deficiency anaemia: assessment, prevention and control. A guide for programme managers. (document WHO/NHD/01.3) ed. Geneva: World Health Organization; 2001.
24. Ganz T, Nemeth E. Iron imports. IV. Hcpidin and regulation of body iron metabolism. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 2006 Feb; 290(2): G199-203.
25. Ganz T, Olbina G, Girelli D, Nemeth E, Westerman M. Immunoassay for human serum hepcidin. *Blood* 2008 Nov 15; 112(10): 4292-4297.
26. Fleming MD. The regulation of hepcidin and its effects on systemic and cellular iron metabolism. *Hematology Am Soc Hematol Educ Program* 2008: 151-158.
27. Reinke S, Taylor WR, Duda GN, von Haehling S, Reinke P, Volk HD, et al. Absolute and functional iron deficiency in professional athletes during training and recovery. *Int J Cardiol* 2012 Apr 19; 156(2): 186-191.
28. Tan D, Dawson B, Peeling P. Hemolytic effects of a football-specific training session in elite female players. *Int J Sports Physiol Perform* 2012 Sep; 7(3): 271-276.
29. Burke L. *Nutrición en el deporte: un enfoque práctica*. Madrid: Médica panamericana; 2009.
30. Selby GB, Eichner ER. Endurance swimming, intravascular hemolysis, anemia, and iron depletion. New perspective on athlete's anemia. *Am J Med* 1986 Nov; 81(5): 791-794.
31. O'Toole ML, Hiller WD, Roalstad MS, Douglas PS. Hemolysis during triathlon races: its relation to race distance. *Med Sci Sports Exerc* 1988 Jun; 20(3): 272-275.
32. Deitrick RW. Intravascular haemolysis in the recreational runner. *Br J Sports Med* 1991 Dec; 25(4): 183-187.
33. Cordova Martínez A, Villa G, Aguilo A, Tur JA, Pons A. Hand strike-induced hemolysis and adaptations in iron metabolism in Basque ball players. *Ann Nutr Metab* 2006; 50(3): 206-213.
34. Kehat I, Shupak A, Goldenberg I, Shoshani O. Long-term hematological effects in Special Forces trainees. *Mil Med* 2003 Feb; 168(2): 116-119.
35. Telford RD, Sly GJ, Hahn AG, Cunningham RB, Bryant C, Smith JA. Footstrike is the major cause of hemolysis during running. *J Appl Physiol* 2003 Jan; 94(1): 38-42.
36. Robach P, Boisson RC, Vincent L, Lundby C, Moutereau S, Gergele L, et al. Hemolysis induced by an extreme mountain ultra-marathon is not associated with a decrease in total red blood cell volume. *Scand J Med Sci Sports* 2012 Jun 5.
37. Lippi G, Schena F, Salvagno GL, Aloe R, Banfi G, Guidi GC. Foot-strike haemolysis after a 60-km ultramarathon. *Blood Transfus* 2012 Jul; 10(3): 377-383.
38. Yusof A, Leithauser RM, Roth HJ, Finkernagel H, Wilson MT, Beneke R. Exercise-induced hemolysis is caused by protein modification and most evident during the early phase of an ultraendurance race. *J Appl Physiol* 2007 Feb; 102(2): 582-586.
39. Hale JP, Winlove CP, Petrov PG. Effect of hydroperoxides on red blood cell membrane mechanical properties. *Biophys J* 2011 Oct 19; 101(8): 1921-1929.
40. Peeling P, Dawson B, Goodman C, Landers G, Trinder D. Athletic induced iron deficiency: new insights into the role of inflammation, cytokines and hormones. *Eur J Appl Physiol* 2008 Jul; 103(4): 381-391.
41. Wu HJ, Chen KT, Shee BW, Chang HC, Huang YJ, Yang RS. Effects of 24 h ultra-marathon on biochemical and hematological parameters. *World J Gastroenterol* 2004 Sep 15; 10(18): 2711-2714.
42. Beard J, Tobin B. Iron status and exercise. *Am J Clin Nutr* 2000 Aug; 72(2 Suppl): 594S-7S.
43. Jones GR, Newhouse I. Sport-related hematuria: a review. *Clin J Sport Med* 1997 Apr; 7(2): 119-125.
44. Siegel AJ, Hennekens CH, Solomon HS, Van Boeckel B. Exercise-related hematuria. Findings in a group of marathon runners. *JAMA* 1979 Jan 26; 241(4): 391-392.
45. McInnis M, Newhouse I, von Duvillard S, Thayer R. The effect of exercise intensity on hematuria in healthy male runners. *Eur j appl physiol occup physiol* 1998; 79(1): 99-105.
46. Devine DV, Siegel RS, Rosse WF. Interactions of the platelets in paroxysmal nocturnal hemoglobinuria with complement. Relationship to defects in the regulation of complement and to platelet survival in vivo. *J Clin Invest* 1987 Jan; 79(1): 131-137.
47. Abarbanel J, Benet AE, Lask D, Kimche D. Sports hematuria. *J Urol* 1990 May; 143(5): 887-890.
48. Sarhadi M, Sanavi S, Afshar R. Hematuria following Karate (Kumite) competitions in females. *Saudi J Kidney Dis Transpl* 2011 Nov; 22(6): 1253-1255.
49. Reid RI, Hosking DH, Ramsey EW. Haematuria following a marathon run: source and significance. *Br J Urol* 1987 Feb; 59(2): 133-136.
50. Ota M, Ozono S, Ikeda T, Nakanou I, Hirao Y, Watanabe S, et al. Analysis of sports hematuria after running in summer. *Nihon Hinyokika Gakkai Zasshi* 2004 Jul; 95(5): 705-710.
51. Jones GR, Newhouse IJ, Jakobi JM, LaVoie NL, Thayer R. The incidence of hematuria in middle distance track running. *Can J Appl Physiol* 2001 Aug; 26(4): 336-349.
52. Baum N. Hematuria from bicycling or running. *Postgrad Med* 2003 Aug; 114(2): 62.
53. Polito C, Andreoli S. Sport hematuria in boys: a provocative test. *Pediatr Nephrol* 2005 Aug; 20(8): 1171-1173.
54. Parmar MS. Snowmobiler's hematuria. *CMAJ* 2003 Mar 18; 168(6): 670-672.
55. Remacha AF, Ordonez J, Garcia-Die F, Estruch A, Gimferrer E. Hematologic changes induced by exertion during a long-distance race. *Sangre (Barc)* 1993 Dec; 38(6): 443-447.
56. Simons SM, Kennedy RG. Gastrointestinal problems in runners. *Curr Sports Med Rep* 2004 Apr; 3(2): 112-116.
57. McCabe ME, 3rd, Peura DA, Kadakia SC, Bocek Z, Johnson LF. Gastrointestinal blood loss associated with running a marathon. *Dig Dis Sci* 1986 Nov; 31(11): 1229-1232.
58. Dang CV. Runner's anemia. *JAMA* 2001 Aug 8; 286(6): 714-716.
59. Rudzki SJ, Hazard H, Collinson D. Gastrointestinal blood loss in triathletes: it's etiology and relationship to sports anaemia. *Aust J Sci Med Sport* 1995 Mar; 27(1): 3-8.
60. Morera Montes J, Sanchez Jimenez FJ, Arribas Blanco JM, Bobadilla Casasnovas C. [Iron-deficiency anemia caused by gastrointestinal blood loss in a female long-distance runner]. *Med Clin (Barc)* 1989 Sep 16; 93(7): 275.
61. Lampe JW, Slavin JL, Apple FS. Iron status of active women and the effect of running a marathon on bowel function and gastrointestinal blood loss. *Int J Sports Med* 1991 Apr; 12(2): 173-179.
62. Macrae F, St John D, Caligiore P. Gastrointestinal blood loss in runners. *Ann Intern Med* 1984; 101(6): 875.
63. McMahon LF, Jr, Ryan MJ, Larson D, Fisher RL. Occult gastrointestinal blood loss in marathon runners. *Ann Intern Med* 1984 Jun; 100(6): 846-847.
64. Stewart JG, Ahlquist DA, McGill DB, Ilstrup DM, Schwartz S, Owen RA. Gastrointestinal blood loss and anemia in runners. *Ann Intern Med* 1984 Jun; 100(6): 843-845.
65. Gomez-Zorita S, Urdampilleta A. Influencia de la dieta y la actividad físico-deportiva sobre el efecto de los fármacos. *Arch Med Deporte* 2013; 30(1): 34-42.
66. DeRuisseau KC, Cheuvront SN, Haymes EM, Sharp RG. Sweat iron and zinc losses during prolonged exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2002 Dec; 12(4): 428-437.
67. Waller MF, Haymes EM. The effects of heat and exercise on sweat iron loss. *Med Sci Sports Exerc* 1996 Feb; 28(2): 197-203.
68. Lamanca JJ, Haymes EM, Daly JA, Moffatt RJ, Waller MF. Sweat iron loss of male and female runners during exercise. *Int J Sports Med* 1988 Feb; 9(1): 52-55.

69. Wienk KJ, Marx JJ, Beynen AC. The concept of iron bioavailability and its assessment. *Eur J Nutr* 1999 Apr; 38(2): 51-75.
70. Hernandez Ruiz de Eguilaz M, Panizo Santos C, Navas Carretero S, Martinez Hernandez J. Anemia ferropénica: estrategias dietéticas para su prevención. *Actividad Dietética* 2010; 14(2): 67-71.
71. Hallberg L. Does calcium interfere with iron absorption. *Am J Clin Nutr* 1998 Jul; 68(1): 3-4.
72. Bendich A. Calcium supplementation and iron status of females. *Nutrition* 2001 Jan; 17(1): 46-51.
73. Hunt JR, Roughhead ZK. Adaptation of iron absorption in men consuming diets with high or low iron bioavailability. *Am J Clin Nutr* 2000 Jan; 71(1): 94-102.
74. Goodman C, Peeling P, Ranchordas MK, Burke LM, Stear SJ, Castell LM. A to Z of nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance-Part 21. *British Journal of Sports Medicine* 2011; 45(8): 677-679.
75. <http://www.ausport.gov.au>. Australia. Instituto Australiano del deporte. Available at: [http://www.ausport.gov.au/\\_data/assets/pdf\\_file/0007/446722/Iron11\\_-\\_Website\\_fact\\_sheet.pdf](http://www.ausport.gov.au/_data/assets/pdf_file/0007/446722/Iron11_-_Website_fact_sheet.pdf). Accessed 2/5, 2013.
76. Brumitt J, McIntosh L, Rutt R. *Comprehensive Sports Medicine Treatment of an Athlete Who Runs Cross-Country and is Iron Deficient*. *N Am J Sports Phys Ther* 2009 Feb; 4(1): 13-20.
77. Radjen S, Radjen G, Zivotic-Vanovic M, Radakovic S, Vasiljevic N, Stojanovic D. Effect of iron supplementation on maximal oxygen uptake in female athletes. *Vojnosanit Pregl* 2011 Feb; 68(2): 130-135.
78. Koikawa N, Nagaoka I, Yamaguchi M, Hamano H, Yamauchi K, Sawaki K. Preventive effect of lactoferrin intake on anemia in female long distance runners. *Biosci Biotechnol Biochem* 2008 Apr; 72(4): 931-935.
79. Burke LM, Hawley JA. Fat and carbohydrate for exercise. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2006 Jul; 9(4): 476-481.
80. Urdampilleta A, Vicente-Salar N, Martínez Sanz JM. Necesidades proteicas de los deportistas y pautas dietético-nutricionales para la ganancia de masa muscular. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética* 2012 0; 16(1): 25-35.
81. Garvican LA, Lobigs L, Telford R, Fallon K, Gore CJ. Haemoglobin mass in an anaemic female endurance runner before and after iron supplementation. *Int J Sports Physiol Perform* 2011 Mar; 6(1): 137-140.
82. Whiting SJ, Barabash WA. Dietary Reference Intakes for the micronutrients: considerations for physical activity. *Appl Physiol Nutr Metab* 2006 Feb; 31(1): 80-85.
83. Cuervo M, Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética. *Ingestas Dietéticas de Referencia (IDR) para la población española*. 1a ed. Pamplona: Eunsa; 2010.
84. Díaz M, Rosada J, Allen L, Abrams S, García O. The efficacy of a local ascorbic acid-rich food in improving iron absorption from Mexican diets. *Am J Clin Nutr* 2003; 78: 436-440.
85. Mulvihill B, Kirwan FM, Morrissey PA, Flynn A. Effect of myofibrillar muscle proteins on the in vitro bioavailability of non-haem iron. *Int J Food Sci Nutr* 1998 May; 49(3): 187-192.
86. Hurrell RF, Reddy MB, Juillerat MA, Cook JD. Degradation of phytic acid in cereal porridges improves iron absorption by human subjects. *Am J Clin Nutr* 2003 May; 77(5): 1213-1219.
87. Van Dyck K, Tas S, Robberecht H, Deelstra H. The influence of different food components on the in vitro availability of iron, zinc and calcium from a composed meal. *Int J Food Sci Nutr* 1996 Nov; 47(6): 499-506.
88. Torre M, Rodriguez AR, Saura-Calixto F. Effects of dietary fiber and phytic acid on mineral availability. *Crit Rev Food Sci Nutr* 1991; 30(1): 1-22.
89. Pate RR, Miller BJ, Davis JM, Slentz CA, Klingshirn LA. Iron status of female runners. *Int J Sport Nutr* 1993 Jun; 3(2): 222-231.