

Original

Ingesta dietética de hierro y su deficiencia en las jugadoras de voleibol femenino de élite

J. Mielgo-Ayuso^{1,2}, A. Urdampilleta^{3,4,5}, J. M. Martínez-Sanz^{5,6} y J. Seco⁷

¹Club voleibol Haro. ²Centro Riojano de Nutrición. Haro. La Rioja. ³Departamento de Educación Física y Deportiva. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV-EHU). ⁴Asesoramiento Deportivo Personalizado. Servicios de Hipoxia Intermittente. Unidad de Fisiología del Esfuerzo. Centro K2. Vitoria-Gasteiz. ⁵Asesoramiento Científico-Técnico para la Planificación Deportiva, NUTRIAKTIVE. ⁶Programa de Tecnificación de Triatlón. Universidad de Alicante. ⁷Departamento de Enfermería y Fisioterapia. Instituto de Biomedicina (IBIOMED). Campus de Ponferrada. Universidad de León. Profesor visitante Universidad de El País Vasco. España.

Resumen

Introducción: La práctica del voleibol requiere repetidos impactos en brazos y pies provocados por saltos verticales, caídas, remates, cambios bruscos y rápidos de dirección, por lo que se nos podría plantear problemas en el metabolismo del hierro (Fe) y la ingesta recomendada de Fe de 18 mg/día (en el colectivo femenino a nivel general), no sea suficiente para cubrir las necesidades de Fe de las jugadoras de voleibol femenino (JVF).

Objetivo: Evaluar el estado de los depósitos de Fe mediante los cambios producidos en la ferritina sérica (FS) e índice de saturación de transferrina (IST) y evaluar la ingesta de Fe tras 11 semanas de entrenamiento.

Métodos: Se analizó la FS e IST de 10 JVF de un equipo de la Superliga española (26,6 ± 5,9 años y talla 178,05 ± 8,7 cm) en dos momentos de la temporada: Semana 0 (previo al inicio de los entrenamientos de pretemporada) y semana 11 (tras 11 semanas de entrenamiento y 6 partidos de la liga regular). Así mismo se calculó el consumo de Fe en este periodo a partir de cuestionarios de frecuencia de consumo de alimentos elaborados y comprobados a partir de registros dietéticos de 7 días.

Resultados: Se observó que una ingesta de 25,8 mg/día de Fe dietario no es suficiente para prevenir que un 30% de las JVF sufran déficit de Fe pre-latente y el 20% déficit latente (pre-anemia).

Conclusión: Sería recomendable la realización de analíticas periódicas y una educación alimentaria, enseñando que alimentos contienen un alto contenido en Fe de tipo hemo, así como los factores que pueden interferir en su absorción.

(Nutr Hosp. 2012;27:1592-1597)

DOI:10.3305/nh.2012.27.5.5948

Palabras clave: Dieta. Deficiencia de hierro. Ferritina. Transferrina. Voleibol.

DIETARY IRON INTAKE AND DEFICIENCY IN ELITE WOMEN VOLLEYBALL PLAYERS

Abstract

Introduction: Volleyball practice requires repeated impacts on arms and feet caused by vertical jumps, falls, auctions, sudden and rapid changes of direction, which is why might raise us problems in the metabolism of iron (Fe) and the recommended intake of 18 mg/day (in the women in general), is not sufficient to meet the needs of the players of volleyball female (JVF).

Objective: We analyzed the FS and IST of 10 JVF a team of Spanish SuperLeague (26.6 ± 5.9 years and height 178.05 ± 8.7 cm) in two moments of the season: Week 0 (pre-start of preseason) and week 11 (after 11 weeks of training and 6 games of the regular season). Also calculated Fe intake in this period with consumption frequency questionnaire developed and tested with food dietary records of 7 days.

Results: We observed that an intake of 25.8 mg/day of dietary Fe is not sufficient to prevent 30% of the JVF suffer pre-latent iron deficiency and 20% latent deficit (pre-anemia).

Conclusion: It could be recommended conducting periodic blood analytical and a food education, teaching which foods containing a high content of Fe-type heme, and the factors that can interfere with absorption.

(Nutr Hosp. 2012;27:1592-1597)

DOI:10.3305/nh.2012.27.5.5948

Key words: Diet. Iron deficiency. Ferritins. Transferrin. Volleyball.

Correspondencia: Juan Mielgo-Ayuso.
Departamento de Nutrición del Club Voleibol Haro.
Plaza San Agustín, 1.
26200 Haro. La Rioja. España.
E-mail: juankaya@msn.com

Recibido: 14-I-2012.
Aceptado: 21-V-2012.

Abreviaturas

CFCAC = Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos cuantitativo.

Fe = Hierro.

JVF = Jugadores de Voleibol Femenino.

FS = Ferritina Sérica.

HEP = Hefcidina.

IST = Índice de Saturación de Transferrina.

ISAK = International Society for the Advancement of Kinanthropometry.

AEDN = Asociación Española de Dietistas-Nutricionistas.

IDR = Ingestas Dietéticas de Referencia.

Introducción

El hierro (Fe) es el mineral más estudiado en deportistas debido a que participa en los mecanismos fisiológicos relacionados con el rendimiento físico y la resistencia^{1,2}. Una deficiencia en los depósitos de Fe puede llevar a una anemia ferropénica, estado en el cual se puede comprometer el rendimiento deportivo³⁻⁸. Este fenómeno ha sido estudiado habitualmente en pruebas de resistencia⁹, pero en féminas y especialmente en voleibol ha sido muy poco estudiado^{10,11}.

En el voleibol al igual que en otros deportes, la pretemporada es un periodo de altas cargas de entrenamiento con el objetivo de crear los fundamentos técnico-tácticos y de condición física adecuada para el periodo de competición¹². Además, la práctica del voleibol requiere repetidos impactos en brazos y pies provocados por saltos verticales, caídas, remates, cambios bruscos y rápidos de dirección, por lo que se nos podría plantear problemas en el metabolismo del Fe y los parámetros hematológicos por hemolisis intravascular^{13,14}, como ocurre en otros deportes similares^{15,16}.

En jugadoras de voleibol femenino (JVF), la causa de la deficiencia de Fe además de por la pérdida como resultado de la menstruación¹⁷, parece estar relacionada con la alimentación, debido a dietas pobres en Fe¹⁸⁻²⁰, a baja ingesta de Fe de tipo hemo o a posibles interferencias entre los alimentos⁸.

Por ello, la composición de la dieta es de suma importancia para el mantenimiento del balance de Fe y dado que no se han encontrado estudios que relacionen los cambios en los depósitos de Fe con la ingesta dietética durante un periodo de alta intensidad como es la pretemporada en JVF nos planteamos este trabajo.

Así, el objetivo principal de este estudio fue evaluar el estado de los depósitos de Fe mediante los cambios producidos en la ferritina sérica (FS) e índice de saturación de transferrina (IST) para valorar posibles carencias, tras 11 semanas de pretemporada en JVF de la superliga española. Como objetivo secundario fue analizar la ingesta de Fe realizada durante este periodo, para poder establecer pautas de intervención dietético-nutricional si fuera necesario.

Métodos

Participantes y datos antropométricos

Se analizó un grupo de 10 JVF, con una edad media de $26,6 \pm 5,9$ años y una talla de $178,05 \pm 8,7$ cm pertenecientes a un equipo de la superliga española en 2 momentos distintos de la temporada: Semana 0 (S0) tras el periodo vacacional y semana 11 (S11), después de terminar la fase de la pretemporada.

Durante las 11 semanas que duró el estudio, las JVF realizaron 251 horas de entrenamiento [98 horas de preparación física (3,00%), 69 horas de técnica (27,50%) y 84 horas de táctica (33,50%)], además de jugar 3 partidos amistosos y 6 de la liga regular.

Las JVF participaron de manera voluntaria. Todas firmaron una hoja de consentimiento informado, donde se les informaba detalladamente de los procedimientos experimentales de acuerdo con la declaración de Helsinki.

Todas las medidas antropométricas se realizaron siguiendo el protocolo del "The International Society of Advancement of Kinanthropometry" (ISAK)^{21,22}, siempre por el mismo antropometrista certificado internacionalmente (ISAK nivel 2). La altura (cm) se analizó por medio de un tallímetro modelo SECA⁰ (Germany), con una precisión de 1 mm. El peso (kg) se registró mediante una báscula modelo SECA[®] (Germany), con una precisión 0,1 kg. El IMC se obtuvo como el peso (kg)/altura² (m).

Control de la ingesta de alimentos

A partir de un registro dietético de 7 días consecutivos que las JVF realizaron en S0, se elaboró un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos cuantitativo (CFCAC), basado en el elaborado por Martín-Moreno y cols.²⁵ para población femenina adulta española, donde se registraron la frecuencia de consumo (diaria, semanal o mensual) y que auto-rellenaron en S11. Las JVF realizaron otro registro dietético de 7 días para comprobar las respuestas del CFCAC. A partir de la información recogida en el CFCAC, se calculó la ingesta de nutrientes utilizando la tabla de composición de alimentos del CESNID²⁶, mediante el software Easy Diet de la Asociación Española de Dietistas-Nutricionistas (AEDN). El consumo de Fe se subdividió en Fe hemo y no hemo en función de su procedencia alimentaria (origen vegetal o cárnica)⁸. Ninguna de las participantes tuvo restricciones en la dieta, ni tomaba suplementos ricos en Fe y/o afines.

Muestras sanguíneas y control de los niveles de deficiencia Fe

Tras un ayuno de al menos 12 horas se les extrajeron las muestras sanguíneas de la vena antecubital a todas

Tabla I
Parámetros para diagnosticar el estado de deficiencia de hierro (Fe)

Parámetros del metabolismo del Fe	Estado de los depósitos de Fe correctos	Déficit moderado de los depósitos de Fe (estado pre-latente)	Déficit de los depósitos de Fe (estado latente*)
FS (ng/mL)	> 60	20-60	< 20
IST (%)	> 20	< 20	< 16

FS: Ferritina sérica; IST: Índice de Saturación de Transferrina.

*Intervención dietético-nutricional urgente. Adaptado de Legaz-Arrese, 2000²⁸.

Tabla II

Características físicas y variables hematológicas de las jugadoras de voleibol femenino (JVF) al inicio (S0) y al final de la pretemporada (S11) y los cambios porcentuales tras 11 semanas de entrenamiento en las JVF (S11-S0) x 100/S0

	S0 (n = 10)	S11 (n = 10)	% (S11-S0/S0)
<i>Características físicas</i>			
Peso (kg)	69,7 ± 8,9	69,6 ± 8,3	-0,11 ± 2,64
IMC (kg/m ²)	21,9 ± 1,6	21,9 ± 1,4	-0,05 ± 2,72
<i>Variables hematológicas</i>			
FS (ng/mL)	62,00 ± 43,59	52,20 ± 46,38	-18,82 ± 6,16
IST (%)	27,00 ± 7,02	19,10 ± 6,97	-28,22 ± 23,83*

Datos expresados en media ± desviación estándar; IMC: Índice de masa corporal; FS: Ferritina sérica; IST: Índice de saturación de la transferrina. Significación entre S0 y S11 en las jugadoras de voleibol: *P < 0,05.

las participantes entre las 08:00 a.m. y 09:00 a.m. en S0 y S11, teniendo en cuenta en ambos momentos que ninguna de ellas estuviera con la menstruación. Ninguna de ellas entrenó el día anterior a la toma de la muestra.

Tras la extracción, las muestras de sangre se colocaron en tubos con EDTA para el análisis hematológico, donde se separó el suero por centrifugación para la determinación de FS mediante radioinmunoanálisis (RIA) en un contador automático de muestras CGR. También se calculó el IST mediante la fórmula: $IST (\%) = \text{hierro sérico (mg/dL)} \times 70,9 / \text{Transferrina (mg/dL)}$ ²⁵. Los datos fueron analizados en el laboratorio del hospital San Pedro de Logroño (La Rioja). Los valores de FS dados como indicadores de deficiencia de depósito de Fe, establecidos por estudios previos^{26,27} establecen en valores de FS menores de 20 ng/mL como el estado de deficiencia de Fe en las mujeres y valores de IST inferiores a 16%, suelen utilizarse para diagnosticar una anemia verdadera^{25,28}.

Así, seguiremos los siguientes parámetros para pronosticar el déficit de los depósitos de Fe y la necesidad de una intervención dietético-nutricional (tabla I).

Tratamiento de datos y análisis estadístico

Todos los datos son presentados como media y desviación estándar. Se compararon los valores de FS e IST entre S0 y S11 mediante el test de *t* de Student. También se calcularon los cambios porcentuales entre ambos periodos [(S11-S0) x 100/S0]. Las diferencias

fueron consideradas estadísticamente significativas cuando $P < 0,05$. Los análisis estadísticos se realizaron mediante el paquete estadístico SPSS versión 17.0. También se calculó en S0 como en S11, el número de casos de JVF con la FS > 60 ng/mL (depósitos de Fe correctos), con FS entre 20 y 60 ng/mL junto con IST < 20% (estado pre-latente de deficiencia de Fe) y los casos con la FS < 20 ng/mL e IST < 16% simultáneamente (estado latente de deficiencia de Fe, o pre-anemia).

Resultados

Como muestra la tabla II, se observaron leves disminuciones en los valores del peso e IMC de 0,11% y 0,05%, obteniendo valores en S11 de 69,6 ± 8,3 kg y 21,9 ± 1,4 kg/m², respectivamente.

En cuanto a las variables hematológicas, la tabla II muestra que la FS se redujo un 18,82% hasta los 52,20 ± 46,38 ng/mL en S11, desde 62,00 ± 43,59 ng/mL al inicio del estudio (S0). Por otra parte, se observó una disminución estadísticamente significativamente ($P < 0,05$) en el valor del IST (-28,22%) pasando desde 27,00 ± 7,02% en S0 a 19,10 ± 6,97% en S11.

La tabla III muestra que el 100% de las JVF presentaban en S0 un estado de los depósitos de Fe correcto, mientras que en S11 se habían reducido a 5 casos (50%). Así mismo, en S0 no se observaron casos con los depósitos de Fe en estado pre-latente y latente en deficiencia de Fe, mientras que en S11 estos habían aumentado a un 30% y 20% de casos respectivamente.

Tabla III
Prevalencia de casos con indicadores de déficit de hierro (Fe) en jugadoras de voleibol femenino

Estado de los depósitos de hierro (Fe)*	S0 (n = 10)		S11 (n = 10)	
	n	%	n	%
Depósitos de Fe correctos	10	100%	5	50%
Deficit Pre-latente (FS: < 20-60 ng/mL & IST < 20%)	0	0%	3	30%
Deficit latente (FS < 20 ng/mL & IST < 16%)	0	0%	2	20%

FS: Ferritina sérica; IST: Índice de saturación de la transferrina; S0: Semana 0; S11: Semana 11.

*Valoración realizada según la clasificación de depósitos de Fe correctos, déficit de Fe pre-latente y latente de Legaz-Arrese, 2000³⁸.

Tabla IV
Ingesta diaria de energía y hierro (Fe) por las jugadoras de voleibol durante las 11 semanas de estudio

Energía (kcal/día)	2839,74 ± 267,69
Fe (mg/día)	25,80 ± 4,86
Hemo (mg/día)	9,37 ± 3,46
No Hemo (mg/día)	16,43 ± 3,63

Datos expresados en media ± desviación estándar.

La ingesta total de energía por parte de las JVF fue de 2839,74 ± 267,69 kcal/ día (tabla IV). El consumo de Fe total fue de 25,80 ± 4,85 mg/día, de los cuales 9,37 ± 3,46 mg/día fueron de Fe hemo y 16,43 ± 3,63 mg/día de Fe no hemo.

Discusión

La alteración del balance aporte-pérdida de Fe, bien por ingesta insuficiente y/o por aumento de la propia pérdida, conlleva una situación deficitaria de los depósitos de Fe, con clara disminución de sus reservas orgánicas, y en fases finales a la instauración de una anemia manifiesta (descenso de la hemoglobina por debajo de 12-14 mg/ml, mujeres-hombres) condición que tienen alta susceptibilidad de padecerlas el colectivo deportivo²⁹.

Muchos autores han postulado que el ejercicio físico es un posible causante de anemia, y de ahí se deriva el término de la "anemia del deportista" para designar un estado anémico propio de individuos que practican alguna actividad física de forma muy regular, por ejemplo los atletas de alto rendimiento³⁰. No obstante, se ha identificado un efecto hemodilucional, que no se debe considerar como un estado anémico verdadero sino más bien como una adaptación reológica al ejercicio³¹. En varios estudios se ha determinado que la frecuencia de este tipo de anemia es igual en grupos problema constituidos por atletas, respecto de los grupos control. El ejercicio puede afectar la concentración de hemoglobina (Hg) y hematocrito, puesto que durante y después de la sesión de ejercicio es posible encontrar modificaciones en sus valores por ejemplo debido a hemoconcentración, o a cambios en el grado de hidratación del individuo²⁷.

El ejercicio físico hace que se complique el diagnóstico de una anemia verdadera o falsa, en parte por la diversidad de deportistas estudiados, diversidad de definiciones o diferentes etiologías propuestas para la anemia. Hoy en día se está dilucidando que el estrés oxidativo puede tener gran importancia en la anemia³² y en nuestro caso suponemos que la gran cantidad de impactos que se dan en los partidos-entrenamientos de voleibol pueden aumentar este estrés.

Los cambios en la composición corporal o la pérdida de peso puede tener influencia en los depósitos de Fe en los deportistas, pero más aún cuando estos cambios están asociados a las dietas hipocalóricas o deficitarias en Fe dietario⁸.

A lo largo de las 11 semanas que duró el estudio observamos pequeños cambios en el peso corporal (-0,11%) e IMC (-0,05%) quedando al final del estudio en 69,6 ± 8,3 kg y 21,9 ± 1,4 kg.m⁻² respectivamente. El IMC de las JVF se ajustó al de otras JVF internacional^{20,33}. Cabe destacar un estudio de Milic R y colaboradores³³ realizado en 38 JVF pertenecientes a los equipos nacionales junior y elite de Serbia (junior: 16,9 ± 1,2 años, talla 177,4 ± 5,4, cm, peso corporal 65,2 ± 3,5 kg e IMC 20,8 ± 1,4 kg/m² y elite: 23,8 ± 2,9 años, talla 177,9 ± 9,5 cm, peso corporal 68,9 ± 7,9 kg e IMC 21,7 ± 0,9 kg/m²), en las que se observaron diferencias significativas (P < 0,05) entre ambas categorías en el valor de glóbulos rojos, hematocrito, concentración de hemoglobina corpuscular media, capacidad de fijación del Fe y FS. Estos autores observaron que las diferencias eran debidas a la carga del entrenamiento de las JVF elite³³.

En nuestra investigación observamos que al inicio del estudio (S0), justo antes de comenzar la pretemporada, la FS presentó un valor de 62,00 ng/mL, sin embargo al final del estudio (S11) mostraba una disminución del 18,82% quedando en 52,20 ng/mL. Ambos valores muestran un estado adecuado de las reservas de Fe²⁶ y son mayores que los valores obtenidos durante la temporada tanto por Ahmadi y colaboradores como en pretemporada por Ostojic y cols.^{19,34} en JVF, así como por Nubiala y cols.³⁵ en otras deportistas, sin embargo son similares a los obtenidos por el propio Ahmadi y cols.²⁶ en jugadoras de baloncesto semiprofesional. Se debe tener en cuenta que valores de FS entre 20-60 ng/mL, suele observarse frecuentemente en deportistas mujeres de resistencia de larga duración³⁶.

En cambio el IST al inicio de nuestro estudio muestra un valor de 27%, muy similar al encontrado por Ostojic y cols., en JVF³⁴ al igual que otros autores en otras deportes^{19,34,35,37}, sin embargo al finalizar la pretemporada se observó una disminución significativa del IST dejando el valor en 19,10%, muy por debajo de los observados por Ahmadi y cols.¹⁹ y por Ostojic y cols.³⁴ en JVF.

Tras 11 semanas de entrenamiento intenso se muestra un aumento y por tanto una prevalencia del 30% de casos con un déficit moderado de los depósitos de Fe (estado pre-latente) y un 20% de casos con un déficit de los depósitos de Fe (estado latente o pre-anemia) ya que en S0 no se observó ningún caso. Estos datos son similares a los presentados por Nuviala y colaboradores³⁵ en atletas y jugadoras de balonmano y por Ostojic y colaboradores³⁴ en JVF, a pesar de que este autor considera deficiencia de Fe valores de FS menores de 30 ng/mL.

En la actualidad no existe un consenso que indique a partir de que valor de FS se recomienda una suplementación con Fe o con vitaminas favorecedoras de la absorción⁸, ni en cuanto al nivel adecuado de los niveles de FS^{36,38}, aunque sí nos parece importante realizar estrategias dietético-nutricionales para favorecer y aumentar la absorción de Fe en deportistas, cuando los valores de FS están entre 20-60 ng/mL.

Futuras investigaciones deberían profundizar en la búsqueda de circunstancias que motivan la existencia de déficit de Fe en deportistas con ingesta adecuada de energía y Fe. En la actualidad se está utilizando la medición de la hepcidina (HEP), hormona que actúa regulando la entrada de Fe en el plasma a partir de los tejidos: enterocitos duodenales que absorben Fe de la dieta, hepatocitos que almacenan Fe y macrófagos que reciclan Fe de los eritrocitos seniles. Así, una elevación de la HEP resultaría una menor absorción intestinal de Fe y con ella menor biodisponibilidad de FE para la eritropoyesis³⁶. Es un parámetro entonces de gran utilidad para deportistas que tengan problemas en el metabolismo del Fe para hacer el estudio etiológico.

A la vez, resultaría interesante conocer las necesidades energéticas y de Fe de las JVF, para establecer las recomendaciones de Fe dietario, ya que en la literatura científica no están consensuadas las necesidades de Fe que pueden tener los deportistas, aunque se sabe que son mayores⁷. Se pueden estimar mediante cálculos de las posibles pérdidas de Fe, pero el metabolismo del Fe varía mucho según el estado fisiológico, estados de hipoxia (entrenamientos en altitud), factores favorecedores e inhibidores en la dieta. Es por ello que realizar controles constantes de los depósitos de Fe en los deportistas puede ser de gran ayuda para hacer intervenciones más objetivas.

No obstante, en cuanto a la ingesta dietaria de Fe, decir que las JVF consumieron 25,8 mg/día, valor superior a los 18 mg/día de las recomendaciones^{39,40} y muy similar al presentado por Ahmadi y cols.¹⁹ en JVF semiprofesional. Otros estudios muestran consumos menores de Fe tanto en JVF²⁰, como en otros deportes³⁵.

Según el estudio de revisión de Urdampilleta y cols.⁸, es de gran importancia tener en cuenta las posibles interacciones entre el Fe y otros minerales, como puede ser el calcio. El calcio interacciona no solo con el Fe no hemo, sino también con el Fe hemo. En nuestro estudio de los 25,8 mg de Fe total que consumieron las JVF, solo 9,3 mg procedían de Fe hemo, mientras que 16,5 mg de Fe hemo. En futuras investigaciones se debería de dar prioridad al consumo de Fe hemo, además de controlar los factores que influyen en su absorción como es el calcio, para comprobar datos, en relación al déficit en los depósitos de Fe observado en las JVF.

En cuanto a la ingesta de energía, las JVF ingirieron 2.839,74 kcal al día. Esta ingesta nos parece que fue adecuada a tenor de los resultados mostrados en el mantenimiento del peso total e IMC, además estas ingestas parecen ir en la misma línea a las necesidades energéticas calculadas por Beals y cols.²⁰ para 23 JVF de nivel nacional que las estimó en 2.815 kcal/día. Sin embargo, Ahmadi y cols.¹⁹ mostraron ingestas energéticas de JVF de 2.266 kcal/día, similares a las mostradas por Beals²⁰. Este dato puede ser debido a que las JVF de nuestro estudio eran profesionales y realizan un total de 23 horas de entrenamiento semanal, mientras que las participantes los otros estudios^{19,20} eran semiprofesionales y adolescentes respectivamente.

Conclusiones

La toma de 25,8 mg de Fe dietario no ha sido suficiente para prevenir el déficit de Fe de todo el equipo de JVF profesional.

El 20% de las JVF estudiadas padecía un estado latente de déficit de Fe, observado mediante la disminución de los depósitos de FS por debajo de 20 ng/mL y una disminución del IST por debajo del 16%.

Los valores tan bajos de FS encontrados en nuestro estudio (< 20 ng/mL), se pueden asociar a un estado pre-latente de anemia ferropénica, a pesar de que no existir una carencia en la ingesta de Fe, pudiendo ser debido al alto volumen de trabajo realizado y sobre todo al traumático impacto repetido generado por los saltos continuos que se producen en este deporte.

Visto todo lo cual y como aplicación práctica del estudio, sería muy recomendable realizar analíticas periódicas (puede resultar interesante añadir el parámetro hepcidina para el estudio etiológico del metabolismo del Fe) y una educación alimentaria enseñando cuales son los alimentos que contienen un alto contenido en Fe de tipo hemo, así como los factores que pueden interferir en su absorción, ya que sabemos que la anemia ferropénica puede disminuir la capacidad de rendimiento en la población general y aún más en el colectivo deportivo. Por ello, es conveniente en futuros estudios estimar la necesidad de Fe real tanto en JVF, como en otros deportes de equipo.

Agradecimientos

Este artículo no se podría haber realizado sin la inestimable colaboración de las jugadoras, así como del cuerpo técnico y directiva del Club voleibol Haro y por supuesto gracias al Dr. Juan Miguel Orta Costea por su ayuda con las analíticas.

Referencias

- Clarkson PM. Minerals: exercise performance and supplementation in athletes. *J Sports Sci* 1991; 9: 91-116.
- McDonald R, Keen CL. Iron, zinc and magnesium nutrition and athletic performance. *Sports Med* 1988; 5: 171-84.
- Hinton PS, Giordano C, Brownlie T, Haas JD. Iron supplementation improves endurance after training in iron-depleted, nonanemic women. *J Appl Physiol* 2000; 88: 1103-11.
- Brownlie T, Utermohlen V, Hinton PS, Giordano C, Haas JD. Marginal iron deficiency without anemia impairs aerobic adaptation among previously untrained women. *Am J Clin Nutr* 2002; 75: 734-42.
- Brownlie T, 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; 79: 437-43.
- Brutsaert TD, Hernandez-Cordero S, Rivera J, Viola T, Hughes G, Haas JD. Iron supplementation improves progressive fatigue resistance during dynamic knee extensor exercise in iron-depleted, nonanemic women. *Am J Clin Nutr* 2003; 77: 441-8.
- 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. *Br J Sports Med* 2011; 45: 677-9.
- Urdampilleta Otegui A, Martínez Sanz JM, González-Muniesa P. Intervención dietético-nutricional en la prevención de la deficiencia de hierro. *Nutr Clín Diet Hosp* 2010; 30: 27-41.
- Martinovic J, Dopsaj V, Kotur-Stevuljević J, Dopsaj M, Nesić G. Oxidative stress status in elite female volleyball athletes with depleted iron stores. *Br J Sports Med* 2011; 45: 534-5.
- Weight LM, Klein M, Noakes TD, Jacobs P. "Sports anemia"—a real or apparent phenomenon in endurance-trained athletes? *Int J Sports Med* 1992; 13: 344-7.
- 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; 6: 137-40.
- Gropper SS, Blessing D, Dunham K, Barksdale JM. Iron status of female collegiate athletes involved in different sports. *Biol Trace Elem Res* 2006; 109: 1-14.
- Grosser M, Starischka S, Zimmermann E: Principios del entrenamiento deportivo. 1 ed. Barcelona: Martínez Roca; 1988.
- Burke L: Nutrición en el deporte: un enfoque práctico. 1 ed. Madrid. Médica panamericana; 2009.
- Eichner ER. Runner's macrocytosis: a clue to footstrike hemolysis. Runner's anemia as a benefit versus runner's hemolysis as a detriment. *Am J Med* 1985; 78: 321-5.
- Dubnov G, Constantini NW. Prevalence of iron depletion and anemia in top-level basketball players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2004; 14: 30-7.
- 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: 206-13.
- Hallberg L, Hogdahl AM, Nilsson L, Rybo G. Menstrual blood loss and iron deficiency. *Acta Med Scand* 1966; 180: 639-50.
- Risser WL, Lee EJ, Poindexter HB, West MS, Pivarnik JM, Risser JM, Hickson JF: Iron deficiency in female athletes: its prevalence and impact on performance. *Med Sci Sports Exerc* 1988; 20: 116-21.
- Ahmadi A, Enayatizadeh N, Akbarzadeh M, Asadi S, Tabatabaee SH. Iron status in female athletes participating in team ball-sports. *Pak J Biol Sci* 2010; 13: 93-6.
- Beals KA. Eating behaviors, nutritional status, and menstrual function in elite female adolescent volleyball players. *J Am Diet Assoc* 2002; 102: 1293-6.
- Cabañas Armesilla MD, Esparza Ros F. Compendio de cineantropometría. 1 ed. Madrid: CTO Editorial; 2009.
- International Society For the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). International Standards For Anthropometric Assessment. Nueva Zelanda: 2001
- Thomas L. Clinical laboratory diagnostics: use and assessment of clinical laboratory result. 1 ed. Frankfurt: TH Books; 1998.
- Martin-Moreno JM, Boyle P, Gorgojo L, Maisonneuve P, Fernandez-Rodriguez JC, Salvini S, et al. Development and validation of a food frequency questionnaire in Spain. *Int J Epidemiol* 1993; 22: 512-9.
- Farran A, Zamora R, Cervera P, Centre d'Ensenyament Superior de Nutrició i Dietètica (CESNID). 2 ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana; 2004.
- Harju E, Pakarinen A, Larmi T. A comparison between serum ferritin concentration and the amount of bone marrow stainable iron. *Scand J Clin Lab Invest* 1984; 44: 555-6.
- Legaz Arrese A. Atletismo español: Análisis básico de la pseudoanemia, anemia ferropénica y anemia megaloblástica. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte* 2000; 1: 65-83.
- Balcells A. La clínica y el laboratorio. 1 ed. Barcelona: Masson; 2006.
- Otten JJ, Hellwig JP, Meyers LD, Institute of Medicine. Dietary reference intakes: the essential guide to nutrient requirements. 1 ed. Washington, D.C.: The National Academies Press; 2006.
- Cuervo M, Corbalán M, Baladía E, Cabrerizo L, Formiguera X, Iglesias C, et al. Comparativa de las Ingestas Dietéticas de Referencia (IDR) de los diferentes países de la Unión Europea, de Estados Unidos (EEUU) y de la Organización Mundial de la Salud (OMS). *Nutr Hosp* 2009; 24: 384-414.
- Haymes EM. Nutritional concerns: need for iron. *Med Sci Sports Exerc* 1987; 19 (Suppl. 5): 197-200.
- Weaver CM, Rajaram S. Exercise and iron status. *J Nutr* 1992; 122: 782-7.
- Newhouse IJ, Clement DB, Taunton JE, McKenzie DC. The effects of prelatent/latent iron deficiency on physical work capacity. *Med Sci Sports Exerc* 1989; 21: 263-8.
- Ostojic SM, Ahmetovic Z. Weekly training volume and hematological status in female top-level athletes of different sports. *J Sports Med Phys Fitness* 2008; 48: 398-403.
- Nuviala RJ, Castillo MC, Lapieza MG, Escanero JF. Iron nutritional status in female karatekas, handball and basketball players, and runners. *Physiol Behav* 1996; 59: 449-53.
- Milić R, Dopsaj M. Possible differences in hematological status between junior and elite female volleyball players. *Br J Sport Med* 2011; 45: 539.
- Karamizrak SO, Islegen C, Varol SR, Taskiran Y, Yaman C, Mutaf I et al. Evaluation of iron metabolism indices and their relation with physical work capacity in athletes. *Br J Sports Med* 1996; 30: 15-19.
- 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; 68: 130-5.
- Klingshirn LA, Pate RR, Bourque SP, Davis JM, Sargent RG: Effect of iron supplementation on endurance capacity in iron-depleted female runners. *Med Sci Sports Exerc* 1992; 24: 819-24.