

## EL HIERRO EN LA NUTRICIÓN HUMANA

Dr. Carlos Chúa, Msc, MA.

*“El hierro es uno de los micronutrientes más importantes en la nutrición humana. Participa en funciones corporales vitales como transporte de oxígeno y forma parte de grupos prostéticos de enzimas vinculadas a la respiración celular. También juega un papel en la regulación genética”*

El hierro ( $^{26}\text{Fe}$ ), es un elemento que abunda en la corteza terrestre. Igualmente es un elemento traza (micronutriente) que se encuentra en una considerable cantidad en el reino animal. Un ser humano normal contiene 4 gramos de hierro en su organismo, variando de 3.5-4 grs. (mujer) a 4-5 grs (hombre). (1) Un recién nacido normal contiene 75 mgs/kg de peso de hierro y si es prematuro o de bajo peso, una cantidad menor, acaparando el 60% de éste en el tercer trimestre de la gestación (2) .

El hierro es uno de los nutrientes más importantes en la nutrición y muchas enfermedades se relacionan con su deficiencia o exceso (3). De las dos condiciones, la deficiencia de hierro es la alteración nutricional con más prevalencia en el mundo, especialmente en los países no desarrollados, afectando principalmente a la población materno-infantil, es decir, niños y mujeres embarazadas o en lactancia (4). De todos los períodos de la vida, la gestación y la primera infancia necesitan altos requerimientos de hierro para favorecer el crecimiento celular y el desarrollo (5). El hierro participa en varias funciones especializadas del organismo. La

más importante función es el transporte de oxígeno (en la hemoglobina y mioglobina). Además participa en reacciones enzimáticas como parte de grupos prostéticos de enzimas vinculadas a la respiración intracelular y al transporte de electrones (catalasas, peroxidasas, citocromo P450). El 70% del hierro en el organismo se localiza en el Hem, participando en el transporte de  $\text{O}_2$  en la hemoglobina, mioglobina y citocromos (6). Estudios recientes señalan que el hierro y/o Hem, también juegan papeles importantes en la modulación inmune, crecimiento celular, desarrollo neurológico, mecanismos de desintoxicación y en la regulación genética, como reguladores de la activación genética a través de la sensibilidad al oxígeno. Las hemoproteínas en los organismos procaríotes son importantes sensores que participan en la homeostasia del oxígeno. Estos hallazgos amplían la concepción sobre la importancia biológica que significa un aporte adecuado de hierro al ser humano (7). En la gráfica 1 puede observarse la distribución del hierro en el organismo (tomado de la biblioteca John Hopkins, USA: metabolismo del hierro).

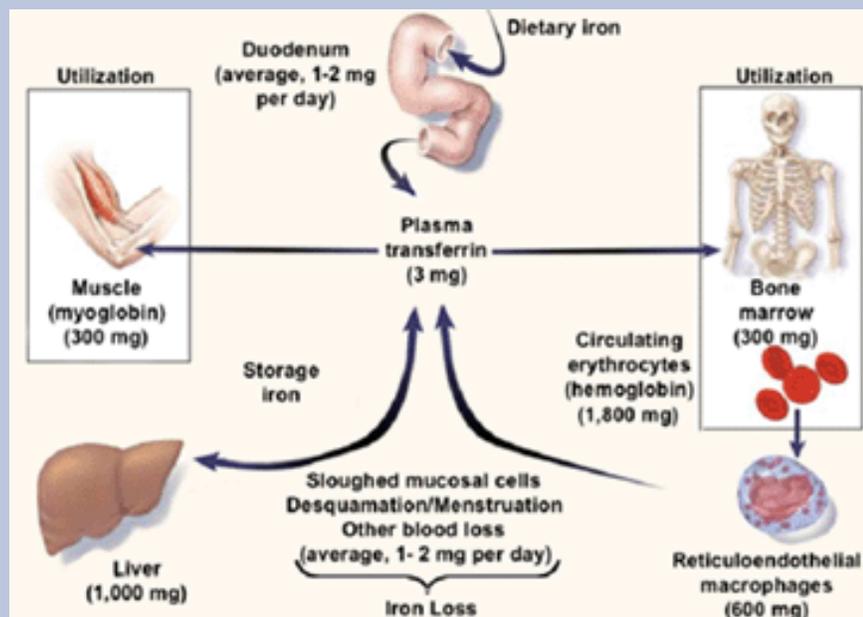
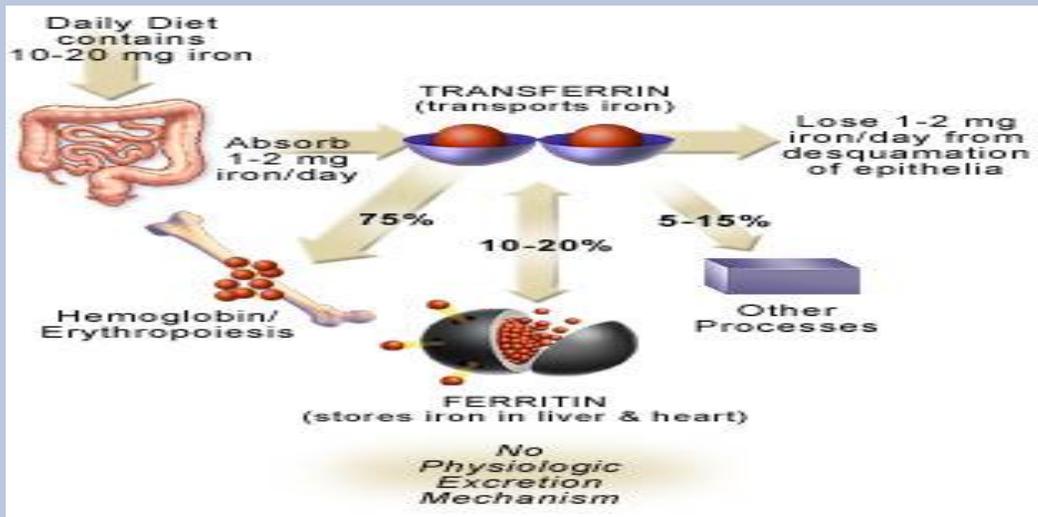


Figura 1. Metabolismo del hierro.



Distribución del Hierro en el Organismo.  
(metabolismo del hierro: Biblioteca John Hopkins, USA)

En los países desarrollados una dieta habitual proporciona unos 6 mgs/1,000 Kcals de hierro. Esta cantidad permite a un adulto varón ingerir entre 12 y 20 mgs y mujer entre 8 y 15 mgs. Los alimentos ricos en hierro (más de 5 mgs por 100 grs) son las vísceras como hígado, corazón, morcilla, riñones, carne magra, levadura de cerveza, germen de trigo, yema de huevo, ostras y ciertas legumbres y frutas secas. Los alimentos deficientes en hierro (menos de 1 mg/ 100 grs) son leche y productos lácteos y la mayoría de vegetales comestibles (8). La leche materna contiene menos de 1 mg/litro, por lo que el lactante menor necesitará hierro exógeno a partir del 4-5 mes de vida.

En los países no desarrollados la principal causa de deficiencia de hierro es la baja biodisponibilidad de hierro en la dieta, porque se basa principalmente en granos con bajo contenido del nutriente como maíz, arroz, tubérculos, hierbas. Las consecuencias de este déficit son muchas, afectando no solamente a los individuos en particular sino a la sociedad en general, pues la carencia de hierro no solo produce anemia, sino alteraciones en el sistema de defensa corporal, en el crecimiento físico y en el aprendizaje. (9)

“En los países no desarrollados, la deficiencia de hierro se debe al tipo de dieta habitual, básicamente granos, tubérculos y hierbas. La leche, productos lácteos y la leche materna, contienen poca cantidad de hierro. En el caso de la leche materna, sin embargo, la biodisponibilidad del hierro es mayor porque el Fe se encuentra unido a proteína en forma de lactoferrina”.

La absorción de hierro ocurre en el duodeno y depende de muchos factores. Los seres humanos absorben tan sólo un 10 por ciento del hierro de los alimentos. Un adulto pierde apenas de 0,5 a 1 mg de hierro por día; su necesidad diaria de hierro, por lo tanto, es alrededor de 10 mg. Como promedio mensual, la mujer en edad fértil pierde casi el doble de hierro que el hombre. Asimismo, el hierro se pierde durante el parto y la lactancia. La mujer embarazada y los niños en crecimiento requieren hierro dietético adicional.

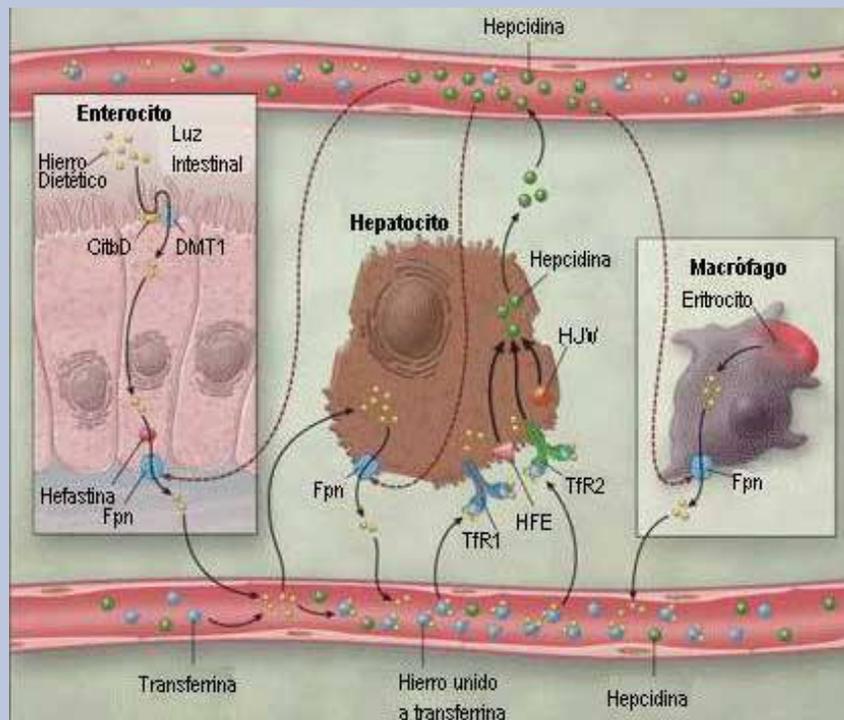
La disponibilidad de hierro en los alimentos varía ampliamente. En general, el hierro hemínico de los alimentos de origen animal (carne, pollo y pescado) se absorbe bien, pero el hierro no-hemínico en los productos vegetales, como trigo, maíz y arroz, se absorbe deficientemente. Estas diferencias se pueden modificar cuando se consume una mezcla de alimentos. Es bien sabido que los fitatos y los fosfatos, presentes en los granos de cereal, inhiben la absorción de hierro. Por otra parte, la proteína y el ácido ascórbico (vitamina C) aumentan la absorción de hierro. El ácido ascórbico que se mezcla con sal de mesa y se adiciona a los cereales, aumenta la absorción del hierro intrínseco de los cereales de dos a cuatro veces. El consumo de alimentos ricos en vitamina C como frutas frescas y hortalizas en una comida puede, por lo tanto, facilitar la absorción de hierro. La yema de huevo disminuye la absorción de hierro, aunque los huevos sean una de las principales fuentes de hierro en la alimentación. El té que se consume en una comida puede reducir el hierro que se absorbe en esa misma comida.(10)

La proporción de hierro absorbido depende del tipo de hierro presente en los alimentos, del estado de los depósitos corporales en el individuo, las necesidades dictadas por la actividad eritropoyética y una serie de factores luminales e intraluminales que facilitan o dificultan la absorción.

Para mantener la homeostasia del hierro, los seres vivos deben ser sensibles a los cambios en sus niveles y responder a ellos alterando los procesos de absorción y almacenamiento del mineral. En los humanos, el control se ejerce fundamentalmente sobre la cantidad de hierro que se absorbe, más que sobre su excreción. (11)

El control del metabolismo del hierro requiere de una red molecular compleja y estrictamente regulada. En los últimos años se han producido importantes avances en el campo de este metabolismo, que han modificado la visión clásica, como consecuencia

del descubrimiento de un número importante de nuevas moléculas proteicas. Entre estas proteínas se encuentran transportadores de hierro ferroso como el transportador de metales divalentes 1(DMT1) y la ferroportina; enzimas con actividad ferroxidasa como la hefastina y la ceruloplasmina, o ferrirreductasa como el citocromo b duodenal y proteínas reguladoras como HFE (contracción del término en inglés relacionado con HLA-H, que es la región del sistema HLA cercano al gen y FE como símbolo del hierro), hepcidina y hemojuvelina (HJV), así como un segundo receptor de transferrina ( TFR2 ). El descubrimiento de estas proteínas transportadoras, han conducido a una mejor comprensión del metabolismo del hierro y han modificado los modelos previos de regulación de la homeostasia del mineral.(12) En el dibujo siguiente se resume la absorción de hierro en el enterocito duodenal.



Mecanismo de absorción de Hierro. Más información en referencias 10 a 13 (11).

## REFERENCIAS

1. World Health Organization. Food and Agriculture Organization: Vitamins and mineral requirements in human nutrition. 2a. ed. 2004.
2. Raghavendra Rao, Michael Georgreff: Fe in fetal and neonatal nutrition. Seminars in fetal and neonatal medicine, vol 12, issue 1, feb 2007, pags 54-63.
3. Gaitán D; Olivares M; Arredondo M: biodisponibilidad del Hierro en Humanos. Rev. Chil Nutr. Vol 3 No. 2 agosto 2006, pags. 142-146.
4. FAO: Nutrición humana en el mundo en Desarrollo. Alimentación y Nutrición No. 29. Capitulo 13: Carencia de Hierro y otras anemias nutricionales, Roma, Italia 2002.
5. Beathon GH: Iron needs during pregnancy: do we need to rethink our targets. Am J Clin Nutr. 2000 jul;72 (1suppl) 265S-271S).
6. Boccio J; Salguero J; et al: Metabolismo del hierro. Conceptos actuales sobre un micronutriente esencial. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, ALAN, vol 53 No. 2, 2003.
7. Fujita H, *et al*: molecular biology of iron in nutritional science. Citado en EL HIERRO, Revista latinoamericana de farmacología y terapéutica, junio 2 2004, página 3 .
8. FAO: Nutrición humana en el mundo en Desarrollo. Alimentación y Nutrición No. 29. Capítulo 13: Carencia de Hierro y otras anemias nutricionales, Roma, Italia 2002.
9. World Health Organization. Center for Disease Control: Assessing the iron status of populations. Geneva, WHO, 2007.
10. Forellat B, Mariela, Gautier du Défaix H; Fernández Delgado N: Metabolismo del Hierro. Revista Cubana de Hemat.inmunol.hemoter, 2000: 16(3) 149-60.
11. Fleming RE, Bacon BR: Orchestration of iron homeostasis. N Engl J Med 2005; 352:1741-4.
12. Celec P. Hemojuvelin: A supposed role in iron metabolism one year after its discovery. J Mol Med 2005; 83:521-5.)
13. Pérez G; Vittori D; Pregi N, *et al*: Homeostasis del Hierro. Mecanismos de Absorción, captación celular y regulación. Acta Bioq. Clin. Latinoamericana, junio-septiembre 2005.