

## Comentario

**Biodisponibilidad de hierro en la dieta infantil***Iron bioavailability in the infant diet*

Dres. María J. Binaghi\*, Carola B. Greco\*, Laura B. López\*, Patricia A. Ronayne de Ferrer\* y Mirta E. Valencia\*

**Palabras clave:** hierro, biodisponibilidad, alimentación complementaria.

**Keywords:** iron, bioavailability, complementary feeding.

La alimentación del niño en el primer año de vida reviste gran importancia por las consecuencias negativas que las deficiencias nutricionales pueden tener sobre el crecimiento y desarrollo infantil, a corto y a largo plazo. Por ello es fundamental promover la lactancia exclusiva en los primeros 6 meses de vida, así como incorporar oportunamente alimentos complementarios de calidad adecuada.<sup>1</sup> En este contexto, se debe recordar que la deficiencia de hierro constituye la carencia nutricional más común en América latina y también en nuestro país.<sup>2,3</sup>

Mantener el balance de minerales de acuerdo a los requerimientos fisiológicos requiere considerar, no sólo la ingesta total de estos nutrientes, sino también su biodisponibilidad. Esta última supone la presencia en el alimento/dieta de compuestos que la favorezcan y la ausencia de otros que la inhiban. La forma química del mineral y su interacción con componentes del alimento/dieta determinará variaciones en la biodisponibilidad que es preciso evaluar para conocer, no sólo la cantidad aportada por el alimento, sino también la cantidad disponible para su bioutilización.

Los métodos para evaluar la biodisponibilidad incluyen ensayos *in vivo* e *in vitro*.

En algunos casos se utilizan ensayos en ratas. Sin embargo, el uso de modelos animales para evaluar la biodisponibilidad en seres humanos está limitado por las diferencias entre especies, tanto en la velocidad de crecimiento como en la

actividad de enzimas intestinales y microbianas, y en la fisiología y anatomía intestinal. Los ensayos en seres humanos requieren, generalmente, el uso de isótopos radioactivos. Su aceptación no es universal por la objeción que causa el uso de radioisótopos y no parecen justificables en estudios de control de calidad nutricional de alimentos, tanto por motivos éticos como económicos. El empleo de isótopos estables implica mayores costos aún, lo que restringe su utilización.

Los estudios sobre biodisponibilidad de minerales necesarios para su utilización en diversas áreas requieren del uso de técnicas de rastreo (*screening*) más sencillas, económicas y rápidas.

Ciertos métodos *in vitro* para estimar la biodisponibilidad de hierro reúnen estas características y han sido estudiados, modificados y utilizados por nuestro grupo para evaluar la influencia de la formulación y procesado en alimentos experimentales y comerciales.<sup>4</sup> La medida de la dializabilidad de minerales es uno de los métodos *in vitro* más frecuentemente utilizados. Involucra una digestión con pepsina a pH ácido (digestión gástrica), seguida por una digestión a mayor pH con pancreatina y sales biliares (digestión intestinal). La proporción del elemento que difunde a través de una membrana semipermeable durante la etapa de digestión intestinal, después de un período que permitiría llegar al equilibrio, representa su dializabilidad y es usado como un estimador de la proporción del elemento disponible para la absorción. Dado que la biodisponibilidad del hierro no hemínico depende de las características del alimento, de la presencia de otros constituyentes alimentarios y de las condiciones en el tracto gastrointestinal, esta técnica *in vitro* puede reproducir condiciones intraluminales capaces de afectar la absorción.

Mediante esta metodología, se evaluó la biodisponibilidad potencial de hierro en alimentos complementarios utilizados en programas institucionales y en dietas caseras de preparación habitual, así como la posible influencia de otros alimentos habitualmente presentes en una dieta

\* Cátedra de Bromatología. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires.

Correspondencia:

Dra. Patricia A. Ronayne de Ferrer  
pferrer@ffyb.uba.ar

combinada.<sup>5</sup> Por otra parte, teniendo en cuenta que el enriquecimiento de las harinas de trigo con hierro es obligatorio desde el año 2003, también se evaluó la influencia de distintos componentes de la dieta infantil sobre la biodisponibilidad del hierro de fortificación.<sup>6</sup>

En los alimentos infantiles a base de cereales, los derivados hexafosfatos y pentafosfatos del ácido fólico forman complejos insolubles con el hierro a un pH cercano a la neutralidad, lo que impide su absorción. Se observó *in vitro*, que la mezcla con naranja incrementó significativamente su dializabilidad debido a la presencia de dos promotores, los ácidos cítrico y ascórbico. El ácido ascórbico reduce el ion férrico a su forma ferrosa, mejor absorbida, forma quelatos solubles y estables con el hierro en el estómago y, por ende, mantiene su solubilidad cuando el alimento ingresa en el ambiente más alcalino del duodeno. Esto se debe a que el ácido ascórbico forma complejos solubles con el hierro de los alimentos a pH más bajos que otros ligandos.<sup>7</sup> Todo esto contrarrestaría los efectos inhibitorios de los fitatos.

También se estudió el efecto de diferentes bebidas que podrían acompañar el consumo de estos alimentos; entre ellas, agua, leche chocolatada, té, "jugo" artificial de naranja, bebida cola y mate cocido. La leche chocolatada, el té y el mate cocido tuvieron el mayor efecto depresor en la dializabilidad del hierro.

En el caso de la leche chocolatada, ello se debería a que la absorción de hierro en las dietas que contienen leche es afectada adversamente por la presencia de proteínas lácteas y calcio.<sup>8,9</sup> La unión del hierro a péptidos de caseína insolubles llevaría a la disminución de su biodisponibilidad.

Las sales de calcio alteran la absorción de hierro cuando están presentes en las mismas comidas. El efecto inhibitorio del calcio se produce como consecuencia de interacciones fisicoquímicas en el tracto gastrointestinal que también influyen en la dializabilidad del hierro.<sup>10</sup> Además, los taninos del cacao también actúan como depresores: forman complejos insolubles que impiden la absorción.

En el caso del mate cocido y del té, el efecto depresor sería causado por los polifenoles presentes que son ligandos inhibidores de la absorción del hierro no hemínico presente en los alimentos fortificados. Estudios en ratas demostraron que los polifenoles forman complejos insolubles con el hierro que precipitan y, por lo tanto, no pueden dializar.<sup>11</sup>

No se observó ninguna modificación con la bebida cola. El "jugo" artificial provocó un incre-

mento considerable en la dializabilidad del hierro debido a la alta concentración de ácido cítrico y ascórbico presentes en esta bebida.

En los estudios realizados con pan elaborado con harina enriquecida con hierro, se lo mezcló con papillas dulces o saladas y distintas bebidas de consumo habitual. Las papillas fueron de sémola, zapallo, papa, manzana, banana y las bebidas estudiadas fueron: leche fortificada, infusión-cocción con yerba mate y mezclas leche/mate cocido.

Se observó que la dializabilidad del hierro no se modificaba en las mezclas con zapallo y con papa pero disminuía significativamente con manzana, con sémola, con una infusión-cocción de yerba mate con leche y con mate cocido y, muy significativamente, con banana y leche.

En el caso de la sémola, los derivados hexafosfatos y pentafosfatos del ácido fólico son los responsables de la disminución de la dializabilidad del hierro, como ya se mencionó. El efecto depresor de la banana y de la manzana, así como de las bebidas preparadas con yerba mate, se debe, como fuera explicado, a que la absorción de hierro es afectada adversamente por la presencia de polifenoles que formarían complejos con el hierro de fortificación del pan, disminuyendo su biodisponibilidad. Con relación al efecto de las diferentes bebidas, la leche es la que más afecta la dializabilidad del hierro debido a la interferencia tanto de las proteínas como del calcio presentes.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la biodisponibilidad potencial del hierro en los alimentos complementarios estudiados, así como en el pan elaborado con harina enriquecida, puede verse significativamente modificada por otros componentes habituales de la dieta. ■

### Agradecimientos

El presente trabajo se ha realizado en el marco de los Proyectos PICTR 2002-00110 y UBACYT B063 y B071.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Complementary feeding of young children in developing countries; a review of current scientific knowledge. *World Health Organization*, Ginebra; 1998.
2. Rúgolo E, Brandoni E, Morasso MC, et al. Encuesta nutricional a niños/as menores de 6 años de la provincia de Buenos Aires. Proyecto NUTRIABA. Resultados de la evaluación de ingesta. XII Congreso Latinoamericano de Nutrición, 12-16 de noviembre, Buenos Aires. 2000; 122. Libro de resúmenes de trabajos libres (resumen EN30).
3. Morasso MC, Molero J, Vinocur P, et al. Deficiencia de hierro y vitamina A en niños y niñas de 6 a 24 meses en Chaco. XII Congreso Latinoamericano de Nutrición, 12-16 de noviembre, Buenos Aires. 2000; 115. Libro de resúmenes de trabajos libres (resumen EN16).

4. Wolfgor R, Drago S, Rodríguez V, et al. In vitro measurement of availability of fortification iron. *Food Res Int* 2002; 35:85-90.
5. Binaghi MJ, López LB, Ronayne PA, Valencia ME. Evaluación de la influencia de distintos componentes de la dieta sobre la biodisponibilidad potencial de minerales en alimentos complementarios. *Rev Chil Nutr* 2007; 34:56-60.
6. Binaghi MJ, Greco CB, López LB, et al. Influence of different dietary components on potential iron bioavailability (abstract). *Trace Elem Med* 2006; 7(1):32.
7. Hurrell R. Bioavailability of different iron compounds used to fortify formulas and cereals: technological problems. En: Stekel A, *Iron Nutrition in Infancy and Childhood*. Nueva York: Raven Press 1984; 147-178.
8. Jackson LS. The effect of dairy products on iron availability. *CRC Crit Rev Food Sci Nutr* 1992; 31:259-70.
9. Hurrell RF. Bioavailability of iron. *Eur J Clin Nutr* 1997; 51(Suppl 1):S4-8.
10. Medina Gallardo AL. Estudio del comportamiento del hierro fijado sobre la caseína bovina y fosforilada luego de la hidrólisis producida por las proteasas digestivas. *Arch Latinoam Nutr* 1994; 44:112-116.
11. Brown RC, Klein A, Simmons W, Hurrell R. The Influence of Jamaican herb teas and other polyphenol-containing beverages on iron absorption in the rat. *Nutr Res* 1990; 10:343-53.