

Tendencias actuales en la formulación de alimentos para niños

R. Leis Trabazo

Unidad de Investigación en Nutrición y Desarrollo Humano de Galicia.
Departamento de Pediatría. Hospital Clínico Universitario de Santiago.
Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela. España.

Si bien la leche de mujer es el patrón de oro para la alimentación del lactante durante los primeros 6 meses de edad, ya que es una mezcla única de nutrientes y componentes funcionales y es el principal determinante de su crecimiento, desarrollo y salud a corto, medio y largo plazo, la alimentación con fórmulas adaptadas en los países occidentales supone hoy una alternativa válida.

Las leches de fórmula, en un intento de asemejarse a la leche de mujer, están en constante evolución, a medida que se identifican nuevos componentes en la leche humana y/o varían las recomendaciones de las necesidades de nutrientes para lactantes.

Palabras clave:

Leche de mujer. Leche de fórmula. Requerimientos. Energía. Macromoléculas. Micronutrientes. Componentes funcionales.

INTRODUCCIÓN

La alimentación en el segundo año de vida o la incorporación del lactante a la mesa familiar está en gran medida condicionada por la alimentación que el niño recibe en el primer año de vida. Todo parece comenzar con la elección de la leche de mujer o la leche de fórmula adaptada para iniciar la dieta del lactante, ya que las diferencias entre ambas van a tener un papel

fundamental en el tipo de alimentación en etapas posteriores de la vida y las consecuencias sobre la salud a corto, medio y largo plazo.

Los objetivos de la alimentación en el niño son cubrir todas sus necesidades nutricionales, favorecer la interrelación madre-hijo, ayudar a la transición del lactante desde una dieta predominantemente líquida hasta la del adulto, basada en alimentos fundamentalmente sólidos, y favorecer el establecimiento de hábitos saludables de comer, como hacerlo con moderación. Estos objetivos se alcanzan más fácilmente con la lactancia materna. Sin embargo, en los países industrializados, la alimentación con fórmulas infantiles comerciales, aunque no sea la ideal, es un sustituto aceptable. La alimentación con leche de mujer, además de cubrir todas las necesidades nutricionales, favorece un óptimo desarrollo neurocognitivo y ofrece protección contra las infecciones y frente a las patologías degenerativas de la edad adulta, enfermedades no transmisibles (ENTs), principales causas actuales de morbimortalidad, como la obesidad y la aterosclerosis. Sin embargo, aunque no se conoce la forma de cómo las prácticas de alimentación durante la infancia alcanzan el objetivo de comer con

moderación en la edad adulta, se ha observado en varios modelos animales que los hábitos establecidos durante los primeros períodos de la vida son difíciles de extinguir posteriormente, y parece aceptable que el desarrollo de determinadas señales de saciedad en este momento puedan ejercer un importante papel.

Históricamente, en situaciones en las que la alimentación con leche materna no era posible, la supervivencia del lactante era difícil, ya que la alimentación con preparaciones basadas en diferentes leches de mamíferos se asociaba con alta morbilidad y mortalidad. Sin embargo, la mejora progresiva de las leches de fórmula desde finales del siglo XIX hasta la primera mitad del siglo XX supuso un importante avance en la alimentación infantil y, consecuentemente, en el adecuado crecimiento y desarrollo del niño. El objetivo fue conseguir alimentos seguros y efectivos en situaciones en las que la alimentación con leche de mujer no era posible, pero la ausencia de evidencias sobre la inferioridad de la fórmula adaptada frente a la lactancia con leche de mujer y aparentemente una supuesta mayor conveniencia de ésta, hizo que muchos padres y médicos adoptaran la leche de fórmula como la mejor opción para la alimentación del lactante. Así, la prevalencia de la alimentación con fórmula adaptada se incrementó en detrimento de la de la lactancia materna.

Es de destacar además que el descenso de la prevalencia de la alimentación con leche de mujer se asoció con una más temprana introducción del *beikost* (alimentos distintos de la leche) y de la leche de vaca en la dieta de los niños. A finales de la década de 1950, la alimentación con *beikost* era frecuente durante el primer mes de vida y la mayoría de los niños lo introducían antes del final del segundo mes de vida. La leche de vaca entera o reducida en grasa

habitualmente reemplazaba a la fórmula entre el cuarto y sexto mes de vida¹.

Un resurgimiento de la lactancia materna se inicia alrededor de 1971². Las razones para éste no son bien conocidas, pero el entusiasmo por la lactancia materna fue sustentado, al menos en parte, por el incremento del número de artículos que demostraban o asumían sus ventajas. Así, en 2001, alrededor del 70% de los niños eran alimentados con leche de mujer, al menos algún tiempo³. Sin embargo, la mayoría de los niños alimentados con leche de mujer en Estados Unidos recibían alguna fórmula, muchos eran sólo parcialmente alimentados con leche de mujer y muchos lo eran durante un período corto de tiempo. Datos nacionales norteamericanos muestran que la leche de mujer aporta sólo el 30% de la energía diaria en niños de 4 a 6 meses de edad. Un estudio llevado a cabo en Carolina del Norte en madres afroamericanas pone de manifiesto que sólo el 15% de los hijos recibía exclusivamente leche de mujer durante 3 meses, aunque más del 60% de las mujeres había iniciado la lactancia⁴. En España, los datos de 2003 del Ministerio de Sanidad ponen en evidencia que el 61% de las madres da lactancia durante 6 semanas, por tan sólo el 23% que ha continuado hasta los 6 meses. El relativo rápido descenso de la prevalencia de la lactancia materna con la edad se explica al menos en parte porque las madres deben reincorporarse al trabajo fuera del hogar. Sin embargo, en la actualidad, a pesar de la presión laboral, el número de mujeres que alimentan con su leche a sus hijos durante 6 meses y más ha continuado en aumento. Reflejo de la gran importancia actual de la lactancia materna es la reciente declaración de la American Academy of Pediatrics de 2005 "Lactancia materna y el uso de la leche humana", que viene a sustituir a la de 1997, y en la que se resumen los últimos

avances en el conocimiento de los beneficios que la alimentación con leche de mujer tiene para el niño, la madre y la comunidad, así como las recomendaciones para guiar al pediatra y a otros profesionales de la salud que deben asistir a la mujer en la iniciación y mantenimiento de la lactancia de recién nacidos a término sanos y de alto riesgo. La declaración propone varias actuaciones para que el pediatra pueda promover, proteger y apoyar la lactancia materna no sólo en su práctica individual, sino también en el hospital, facultad de medicina, comunidad y nación. Estas recomendaciones son concordantes con los objetivos de Healthy People 2010⁵. Asimismo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2000 declara a la leche de mujer como el patrón de oro de la alimentación del lactante de 0 a 6 meses de edad, ya que es una mezcla única de nutrientes y componentes funcionales, forman parte de la nutrición óptima del lactante y del niño pequeño y es el determinante más importante de su salud, crecimiento y desarrollo. La OMS recomienda la alimentación exclusiva del lactante de 0 a 6 meses con leche de mujer, su continuación parcial al menos hasta los 12 meses de edad y seguir después del año, si hay "mutuo acuerdo" madre-hijo.

En asociación con el incremento de la lactancia materna en los últimos años, el consumo de leche de fórmula después del cese de ésta también está aumentando, a pesar de que en niños mayores la alimentación con fórmula es ampliamente desplazada por la alimentación con leche de vaca. Asimismo, el *beikost* es menos empleado durante los primeros meses de vida. Sin embargo, en el momento actual uno de los estudios más completos, el Feeding Infants and Toddlers Study (FITS), que valora la alimentación de 0 a 24 meses, pone de manifiesto que en el 29% de los niños se han

introducido los alimentos sólidos antes de los 4 meses y sólo en el 6% se hace después de los 6 meses^{6,7}.

Especial mención merece el hecho de que a lo largo de los años las fórmulas han presentado importantes cambios: el contenido de proteínas ha disminuido, las proteínas del suero se incluyen para obtener una relación suero-caseína más próxima a la de la leche humana; los aceites vegetales reemplazaron a la grasa de mantequilla; el azúcar añadido es ahora fundamentalmente lactosa y se añaden vitaminas y minerales.

REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES

El método para estimar los requerimientos de nutrientes de los niños difiere considerablemente del de los adultos. El adulto normal requiere una ingesta regular de energía y nutrientes específicos para mantener el tamaño y la composición corporal (requerimientos para el mantenimiento), mientras que los lactantes y los niños necesitan, además, energía y nutrientes para el crecimiento. La relación de necesidades para el crecimiento y mantenimiento es más elevada en el feto, el recién nacido pretérmino y el recién nacido a término durante los primeros meses de vida. Para obtener una estimación razonable de los requerimientos de energía y nutrientes en el lactante, es deseable tener datos cuantitativos de los incrementos del almacenaje de energía y de las necesidades de nutrientes específicos para la síntesis de tejidos nuevos.

Desde un punto de vista nutricional, el rápido crecimiento es el que diferencia la infancia de otras etapas de la vida. Los requerimientos de nutrientes son muy elevados, porque éstos necesitan soportar un rápido crecimiento, que además presenta importantes cambios en velocidad y en composición. El rápido descenso de la ve-

locidad de crecimiento durante el primer año de vida es fácilmente apreciable. Es también evidente que durante los primeros 4 meses de vida los lactantes depositan grandes cantidades de grasa corporal. Durante este período, la grasa supone alrededor del 40% del peso ganado, y la energía necesaria para su depósito supone un 20% de sus requerimientos. Hacia el final del primer año, la deposición de grasa disminuye marcadamente, y en consecuencia la energía necesaria para ello. Sin embargo, la acreción de proteínas como un porcentaje del peso ganado aumenta con la edad.

Los requerimientos de nutrientes en el lactante se obtienen por dos métodos: el método observacional y el factorial. Cada uno de ellos tiene sus dificultades y limitaciones. El método observacional se basa en el modelo de los lactantes alimentados con leche de mujer. La principal dificultad es la determinación de concentraciones de nutrientes en la leche de mujer, ya que la concentración de muchos nutrientes cambia marcadamente con la duración de la lactancia y es en muchos casos influida por la ingesta de la madre. Además, los lactantes alimentados con leche de mujer no son un modelo útil para determinados nutrientes, como es el caso del hierro, que no se encuentra en la leche de mujer en cantidad adecuada para cubrir las necesidades del lactante. Por otra parte, el método factorial estima bien ciertos nutrientes, como las proteínas, en las que la estimación de los rangos de acreción en el lactante es útil. Un hecho a destacar es que los requerimientos de nutrientes, dado los cambios dinámicos de las necesidades para el crecimiento, son fuertemente dependientes de la edad.

Requerimientos de energía

Debido a que el lactante posee capacidad para autorregular la ingesta de energía, debe asumirse que la observada en lactan-

tes que reciben alimentación con densidad energética normal, refleja sus requerimientos. Así, se produce una ingesta energética marcadamente más elevada durante los primeros meses de vida comparada con edades posteriores, reflejo de la deposición de grandes cantidades de grasa en los almacenes energéticos. Los datos también demuestran que los lactantes alimentados con leche de fórmula consumen más energía que los alimentados con leche de mujer, especialmente durante los primeros 3 meses de vida. Esto puede ser en parte causa de que el crecimiento sea más rápido en los lactantes alimentados con fórmula. Diferencias en la ingesta energética, relacionadas con el sexo, aunque pequeñas, están también presentes.

Debemos destacar que en el estudio FITS la ingesta media de energía excede a los requerimientos en el 10% en niños de 4 a 6 meses y en el 31% entre 1 y 2 años⁶⁻⁸.

Requerimientos de proteínas

La estimación de los requerimientos de proteínas por el método factorial y la observación de la ingesta proteica de los lactantes alimentados con leche de mujer son bastante similares. Durante el primer mes de vida, el crecimiento supone alrededor del 50% de los requerimientos de proteínas, pero al final del primer año, la proporción necesaria para el crecimiento es menos del 20%.

BENEFICIOS DE LA ALIMENTACIÓN CON LECHE DE MUJER

El lactante alimentado con leche de mujer recibe agua, energía y nutrientes específicos en cantidades que cubren sus necesidades en cada momento, dado que éstas varían con la edad del niño. Una combinación de cambios en la concentración de nutrientes y en el volumen de leche ingerida hace que la alimentación con leche de

mujer sea la adecuada. Sin embargo, las fórmulas deben diseñarse para cubrir las necesidades máximas, es decir, las de los lactantes más jóvenes. Por tanto, cuando éstos crecen, algunos nutrientes que aporta la fórmula exceden las necesidades del lactante en este nuevo período de su crecimiento y desarrollo.

Aunque está bien establecido que los lactantes por lo general no consumen toda la leche ofertada por la glándula mamaria, la causa no se conoce bien, no obstante una posible razón es la fatiga del lactante debido a que el proceso de obtención de la leche de la mama requiere un esfuerzo mayor que a través de la tetina del biberón. Con independencia del mecanismo, ésta puede ser una de las razones por la que los niños alimentados con leche de mujer consumen menos energía que los alimentados con fórmula. Se ha destacado además la posible influencia del hecho de que dado que la cantidad de leche que permanece en el pecho no es visible para la madre frente a la que permanece en el biberón, la mujer que alimenta a su hijo con su leche tiende a parar su alimentación ante signos más tempranos de saciedad que las que lo alimentan con fórmula.

Otro hecho a destacar es que los niños alimentados con fórmula adaptada crecen más rápidamente que los alimentados con leche de mujer, lo que podría explicarse por las diferencias en el consumo de energía. Sin embargo, el crecimiento es similar en las primeras 6 semanas de vida y sólo empieza a diferir significativamente más tarde, a pesar de que las diferencias en el consumo de energía parecen ser mayores durante los dos primeros meses de vida, por lo que otros factores deben estar implicados, incluidos el déficit de ingesta de algunos nutrientes como las proteínas o el cinc. Lo que tampoco se conoce son las consecuencias beneficiosas o perjudiciales,

a largo plazo del crecimiento más lento o la ingesta de nutrientes más baja de los niños alimentados con leche de mujer.

Cabe destacar que cada vez se hace más hincapié en la influencia de la dieta de la madre durante el embarazo y la lactancia como transmisora de sabores intraútero y a través de la leche de mujer. Así, por tanto, otro hecho diferenciador entre la leche de mujer y la fórmula adaptada es que la primera contiene una amplia variedad de sustancias derivadas de la dieta de la madre que aportan sabor, y estudios recientes ponen de manifiesto que el lactante reconoce estos sabores y responde a ellos. Por tanto, el niño alimentado con la leche de mujer está expuesto desde edades muy tempranas a gran cantidad de sabores, que quizá posteriormente favorezca la aceptación y aparente disfrute de los alimentos introducidos con la alimentación complementaria, que podría tener consecuencias en la instauración de una dieta saludable y la prevención de patologías relacionadas en edades posteriores de la vida^{4,9,10}.

Recientes estudios ponen en evidencia la relación directa entre la lactancia materna y un menor riesgo de enfermedades a corto, medio y largo plazo. Parece demostrarse un menor riesgo de enfermedades en el primer año de vida y un menor número de episodios, gravedad, duración u hospitalización por infecciones gastrointestinales, respiratorias, urinarias, otitis media, meningitis bacteriana, sepsis, bacteriemia y enterocolitis necrosante; un menor riesgo de muerte súbita y mortalidad posneonatal y un menor riesgo de enfermedades en edades posteriores como enfermedad de Crohn, colitis ulcerosa, alergia, leucemia linfoblástica aguda, linfoma, hiperlipemia, hipertensión, diabetes tipos 1 y 2, obesidad y aterosclerosis cardiovascular⁵. Así, en 926 recién nacidos pretérmino alimentados con leche de mujer se ponen de manifies-

to menores concentraciones de proteína C reactiva ($p < 0,006$), de relación LDL/HDL ($p = 0,04$) y ApoB/ApoA ($p = 0,04$) a los 13-16 años que en los alimentados con fórmula¹¹. También se demuestra un coeficiente de desarrollo mental significativamente mayor ($p < 0,01$) en lactantes alimentados con leche de mujer, hijos de madres suplementadas con ácidos grasos ω -3, 10 ml/día de aceite de hígado de bacalao (1.183 mg de ácido docosahexanoico [DHA] y 803 mg de ácido eicosapentaenoico [EPA]), durante el embarazo y la lactancia, frente a los hijos de las suplementadas con aceite de maíz, carente de DHA y EPA¹².

Con respecto a la epidemia de la obesidad, si bien varias investigaciones relacionan directamente la alimentación con leche de mujer y la menor prevalencia de obesidad en edades posteriores, los datos son contradictorios, ya que hay muchas variables de confusión; en primer lugar, en la mayoría de los estudios el grupo integrado por niños alimentados con leche de mujer no es uniforme, ya que algunos son alimentados parcialmente o durante poco tiempo, por lo que el efecto demostrado podría ser menor al esperado; así, se ha demostrado en adolescentes una relación inversa entre la prevalencia de obesidad y la duración de la lactancia materna. Otros estudios ponen en evidencia la menor prevalencia del empleo de lactancia materna por mujeres con sobrepeso u obesidad, lo que también podría ser una variable de confusión. Por tanto, estudios longitudinales más extensos serán necesarios para conclusiones definitivas^{4,13}.

Los beneficios de la lactancia con leche de mujer no son sólo para el niño, sino también para la madre, ya que supone un menor riesgo de hemorragia posparto, una más rápida involución del tamaño del útero, una más rápida recuperación del peso

previo al embarazo, un retraso en la aparición de ciclos ováricos normales y retorno de la fertilidad, un menor riesgo de cáncer de mama, tanto premenopausia como posmenopausia, un menor riesgo de cáncer de ovario, un menor riesgo de osteoporosis y fracturas y mayores posibilidades de bienestar y autoestima. Por tanto, supone también importantes beneficios para la familia y la comunidad, ya que al disminuir el riesgo de enfermedades agudas y crónicas se produce un menor coste sociosanitario, menos absentismo laboral y menos gastos alimentarios, etc.⁵.

DIFERENCIAS ENTRE LA LECHE DE MUJER Y LA LECHE DE FÓRMULA

El contenido proteico de la leche humana fue considerado más elevado, 1,1-1,3 g/100 ml, al ser calculado por el análisis multiplicativo de Kjeldahl's, a través del factor de conversión 6,25 del nitrógeno total. Cerca del 25% de este nitrógeno es "nitrógeno no proteico" (urea, creatinina, aminos azucaradas y aminoácidos libres) frente al 5% en la leche de vaca. Posteriormente, mediante el analizador de aminoácidos se determinó que el contenido proteico de la leche humana es del 0,9%, mucho más bajo que en otras leches de mamíferos.

La leche de mujer contiene un 30% de caseína, principalmente β -caseína, frente al 80% en la leche de vaca, que es principalmente α -caseína; y un 70% de proteínas séricas (lactoalbúmina, lactoferrina, lisozima, albúmina e inmunoglobulinas). La ingesta media proteica con leche de mujer es de alrededor de 1,5 g/kg/día frente a 2,7 g/kg/día con la leche de fórmula. Si bien hay pequeñas diferencias en la composición de aminoácidos, si se expresan como porcentaje del total proteico, las concentraciones en plasma y orina de todos los aminoácidos, excepto la taurina y la cistina, son más elevados cuando el lactante

se alimenta con leche de fórmula. Esto sugiere una ingesta proteica que excede los requerimientos, lo que significa un estrés metabólico mayor, que se refleja en un aumento del nitrógeno ureico y amonio en sangre y de la osmolaridad urinaria, que puede conducir a acidosis metabólica, especialmente en niños de bajo peso al nacimiento. Además de la urea, los aminoácidos libres y las fracciones de amonio, hay varios constituyentes del nitrógeno no proteico de la leche humana, incluyendo nucleótidos, nucleósidos y nucleobases, que desempeñan un importante papel en el desarrollo neonatal y cuyas concentraciones disminuyen de manera gradual a medida que avanza la lactancia.

Lipasas, amilasa, catalasa, proteasas, transaminasa catalasa, colinesterasa, lactato deshidrogenasa, etc., se encuentran en más altas cantidades en la leche de mujer. Muchas hormonas, estrógenos, hormona estimulante del tiroides, hormona de crecimiento y leptina, son también secretadas en la leche humana. Péptidos reguladores gastrointestinales como el péptido inhibidor gástrico, bombesina, colecistocinina y neurotensina; factores de crecimiento como el factor de crecimiento intraepidérmico (IGF-1), el factor estimulador de las colonias de granulocitos-macrófagos, el factor β de crecimiento tumoral, factores que estimulan la síntesis de ADN como el IGF y el factor de crecimiento del hepatocito, el factor de necrosis tumoral (caquectina) y otras citocinas, como las interleucinas (IL-1, IL-6, IL-8, IL-10) e interferón pueden ser producidas por la leche de mujer.

También merece especial mención que la leche humana es un alimento simbiótico (prebiótico + probiótico), con beneficios para la composición de la flora intestinal del lactante y para la lucha contra la infección; así pues, constituye una importante fuente de bacterias ácido lácticas en el in-

testino del lactante, con dos especies claramente predominantes, *L. gasseri* y *Enterococcus faecium*, ambas consideradas probióticas y presentes en productos comerciales¹⁴.

Una de las importantes diferencias entre la leche de mujer y la leche de fórmula es la concentración de oligosacáridos en la leche humana (5-8 g/l), un grupo complejo de sustancias que derivan de la lactosa, y que sólo se encuentran en cantidades traza en la leche de vaca. Su similitud con hidratos de carbono de superficie de las células epiteliales y moléculas de adhesión permite que participen en el bloqueo de la unión de bacterias a las superficies de las células intestinales o que favorezca el predominio de la flora *bifidus* en los lactantes alimentados con leche de mujer. Recientes estudios ponen de manifiesto que los oligosacáridos de la leche de mujer son clínicamente relevantes en la protección frente a la diarrea del lactante; de este modo, los niños alimentados con leche de mujer, que contiene valores elevados de oligosacáridos (*2-linked* fucosiloligosacárido), presentan menor frecuencia de diarrea por *Campylobacter* ($p = 0,004$) que los alimentados con leche con niveles altos de 2-FL, un *2-linked* fucosiloligosacárido; y menor frecuencia de diarrea por *Calicivirus* ($p = 0,012$) que en los alimentados con leches con concentraciones elevadas de lacto-N-difucohexaosa (DLFH-I), otro *2-linked* fucosiloligosacárido¹⁵.

La leche de mujer aporta una pequeña cantidad de hierro, con alta biodisponibilidad, que permite que el lactante absorba alrededor de 0,15 mg/día. La mayoría de los niños nacen con importantes depósitos de hierro que les permiten autonomía durante los primeros 5 o 6 meses de vida. A partir de este momento, el lactante necesita absorber aproximadamente 0,75 mg/día para evitar la deficiencia de hierro, que debe obtener de otras fuentes. Excepto la

carne, que proporciona hierro hem, el contenido de hierro de la mayoría de los alimentos del *beikost* es bajo, por lo que el lactante alimentado con leche de mujer puede obtener una ingesta adecuada de hierro sólo de la carne o de alimentos fortificados en hierro, como los cereales para lactantes. Otras opciones para asegurar la ingesta son las fórmulas fortificadas en hierro y los suplementos farmacológicos. Se debe tener presente que algunos niños nacen con depósitos disminuidos de hierro y pueden necesitar un suplemento antes que los que nacen con depósitos elevados, ya que pueden ser especialmente proclives a desarrollar deficiencia de hierro. Es aconsejable asegurar una ingesta adecuada de hierro en todos los niños a partir de los 4 meses de edad.

FÓRMULAS ADAPTADAS

Las fórmulas aportan macronutrientes y micronutrientes en cantidades y proporciones que permiten a los niños un crecimiento y desarrollo normal. Al igual que la leche de mujer, las fórmulas aportan energía en cantidades similares desde los hidratos de carbono y desde las grasas. Contrariamente a la leche de mujer, el nivel de proteínas es fijo y es el que cubre las necesidades para un crecimiento rápido de este grupo de edad. Las fórmulas aportan agua en cantidad que permite que el niño disponga de productos palatables con un adecuado margen de seguridad. Dado el más alto potencial de la carga renal de solutos de las fórmulas, este margen es más estrecho que en los niños alimentados con leche de mujer, diferencia cuya consecuencia clínica no es conocida.

Algunas sustancias, como macrominerales, minerales traza y vitaminas, son aportadas por las fórmulas en más alta concentración que por la leche de mujer. Otras sustancias que se consideran biológica-

mente importantes para el niño se añaden a las fórmulas en cantidades similares a las de la leche de mujer. Algunas fórmulas, especialmente las basadas en las proteínas de soja, aportan sustancias que no se encuentran en la leche materna. De gran importancia nutricional es la presencia de fitato, debido a su potencial capacidad para inhibir la absorción de macrominerales y, especialmente, de elementos traza. Un grupo de sustancias como los fitoestrógenos son aportadas por las fórmulas de soja. Estas sustancias no son nutricionalmente importantes, pero sí son biológicamente activas, con actividad estrogénica y antiestrogénica. Los fitoestrógenos son absorbidos por el niño, pero no producen efectos clínicos reconocibles, si bien algunos estudios observan que mujeres que han sido expuestas a las fórmulas de soja cuando eran lactantes, en la edad adulta tienen flujos menstruales más abundantes y más molestias con la menstruación. Aunque estos efectos no son clínicamente importantes, son significativos desde el punto de vista biológico, ya que demuestran que una exposición relativamente breve durante un período susceptible puede tener efectos en las próximas décadas.

Hidratos de carbono en las fórmulas adaptadas

Las fórmulas basadas en la leche de vaca contienen lactosa como único hidrato de carbono y una escasa cantidad de oligosacáridos que constituyen una proporción sustancial de los hidratos de carbono de la leche de mujer. Los oligosacáridos son responsables en gran medida de las diferencias entre la flora colónica de la leche de mujer y la leche de fórmula. Aunque son esencialmente no absorbibles en el tracto gastrointestinal alto, la microflora colónica es bastante efectiva en fermentar los oligosacáridos. Los productos de fermenta-

ción, acetato y butirato se absorben desde el colon.

Grasa en las fórmulas adaptadas

La grasa de las fórmulas está compuesta de varias combinaciones de aceites de plantas, y selecciona los principales ácidos grasos en proporciones similares a las encontradas en la leche de mujer. La absorción de la grasa de las fórmulas es similar a la de la leche de mujer. Algunas veces, las fórmulas contienen ácidos grasos poliinsaturados añadidos (ácido araquidónico [ARA] y DHA).

Proteínas en las fórmulas adaptadas

Aunque las fórmulas aportan caseína y proteínas séricas en aproximadamente las mismas proporciones que la leche de mujer, las proteínas del suero muestran escasa similitud con las aportadas por éstas. Las empresas pueden selectivamente disminuir o incrementar las proteínas séricas y, por tanto, alterar la calidad biológica y la composición de aminoácidos de la mezcla proteica. La concentración de proteínas de las fórmulas cubre las necesidades de los niños más jóvenes del grupo de edad. En consecuencia, los niños mayores en el grupo objeto para la fórmula reciben aportes proteicos que exceden sus necesidades en algunos períodos. Por el contrario, los niños alimentados con leche de mujer reciben aportes proteicos que aproximadamente se ajustan a las necesidades en todos los períodos.

Además, se debe tener presente que si bien las fórmulas con predominio de proteínas séricas son útiles, la β -lactoglobulina, que constituye la principal proteína del suero en la leche de vaca, no está presente en cantidades significativas en la leche de mujer.

Hierro en las fórmulas adaptadas

Las fórmulas fortificadas con mayores cantidades de hierro (1,8 mg/100 kcal) fueron introducidas en 1959 y se demostró que eran efectivas en la prevención de la deficiencia de hierro. Aunque las fórmulas no fortificadas con hierro continuaron utilizándose, el uso de fórmulas que aportaban 1,8 mg/100 kcal se incrementó progresivamente, alcanzando en 2001 el 95% de las ventas en Estados Unidos. En la actualidad, todas las fórmulas contienen hierro añadido. Sólo algunas de las fórmulas de rutina aportan un nivel de hierro de alrededor de 0,6 mg/100 kcal, pero éstas no son denominadas como "fortificadas en hierro". La fortificación con hierro no está asociada a efectos adversos en la función gastrointestinal.

Composición de las fórmulas adaptadas

Las fórmulas usadas de rutina son bastante uniformes en la composición. Las fórmulas que aportan proteínas del suero parcialmente hidrolizadas se denominan "hipoalérgicas".

Hay también fórmulas libres de lactosa, que durante años eran las basadas en proteínas de soja con suplementación de metionina, y más recientemente se han introducido las basadas en la leche de vaca. Aunque la base científica para el uso indiscriminado de estas fórmulas es incierta, es verdad que aportan todos los nutrientes esenciales y permiten un crecimiento normal. La concentración de proteínas de las fórmulas basadas en la soja es por lo general más alta que la de las fórmulas basadas en la leche, por lo que reflejan la menor calidad (por unidad de peso) de la proteína de soja aislada suplementada con metionina. Todas las fórmulas libres de lactosa contienen hierro en concentraciones de 1,8 mg/100 kcal. En el caso de las fórmulas

de soja, éstas incluyen una cantidad sustancial de hierro aportado por la proteína de la soja, pero poco se conoce acerca de la biodisponibilidad de este hierro.

Las fórmulas hidrolizadas o predigeridas y las fórmulas elementales se caracterizan por la ausencia de proteínas intactas, así como de lactosa. La fuente de nitrógeno es caseína hidrolizada o aminoácidos libres. Algunas de estas fórmulas aportan la grasa en forma de triglicéridos de cadena media.

Un número de fórmulas son ahora útiles para los lactantes mayores y preescolares. El razonamiento científico para un contenido proteico más elevado que en las fórmulas de rutina no está claro, ya que el requerimiento proteico de los lactantes mayores es más bajo que en los menores y más alto que en los niños preescolares. Parece posible que el contenido elevado de proteínas sea diseñado para asegurar una adecuada ingesta proteica en los niños que consumen pequeñas cantidades de *beikost*.

Sustancias añadidas a las fórmulas

Las leches de fórmula están en constante evolución, a medida que se identifican nuevos componentes de la leche humana y/o varían las recomendaciones de las necesidades de nutrientes para lactantes.

De la mayoría de las sustancias bioactivas que están presentes en la leche humana, pero que se encuentran en muy pequeña proporción en la leche de vaca o están completamente ausentes, algunas son añadidas a las fórmulas. La evidencia de que la adición aminora una deficiencia no es siempre clara. Sin embargo, parece razonable añadir una sustancia cuando su presencia en la leche de mujer parece "intencionada" y cuando su ausencia en la dieta del lactante se asocia a déficit en el suero o en tejidos en relación con los niños alimentados con leche materna.

Un requisito para que la adición de una sustancia sea posible es, desde luego, la disponibilidad de la tecnología necesaria. La lista de sustancias adicionadas a las fórmulas incluye ahora taurina, carnitina, nucleótidos y ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (LCPUFA).

Taurina

La taurina es un aminoácido que se encuentra en alta concentración en ciertas partes del cerebro en desarrollo y de la retina. En los lactantes, la taurina también desempeña un papel en la conjugación de los ácidos biliares y tiene funciones de osmorregulación. La taurina es sintetizada a partir de la cisteína, y el lactante a término, aunque no el pretérmino, parece tener gran capacidad para esta transformación. La leche de mujer contiene cantidades apreciables de taurina, mientras que la leche de vaca, y en consecuencia la leche de fórmula, contiene sólo pequeñas cantidades. Sin embargo, aunque ingestas bajas de taurina suponen menor concentración de ésta en plasma, no se han demostrado por ello efectos adversos. Todas las fórmulas contienen taurina adicionada.

Carnitina

La carnitina desempeña un papel esencial en la entrada de ácidos grasos a la mitocondria y además es necesaria para su oxidación. La carnitina se obtiene a partir de síntesis endógena y de la dieta. La leche de mujer, la leche de vaca y las fórmulas adaptadas y la carne aportan amplias cantidades de carnitina. Cuando la carnitina está ausente de la dieta, las concentraciones en el plasma de los lactantes son bajas y se presentan alteraciones bioquímicas, con una significación clínica no bien conocida. La carnitina se añade a todas las fórmulas no lácteas.

Nucleótidos

La leche de mujer contiene ácido ribonucleico (ARN) libre, nucleósidos (adenina, citosina, guanina y uridina), así como sus respectivos nucleótidos y algún ARN polimérico. La cantidad de nucleósidos disponibles en la leche de mujer es considerablemente más elevada que en la leche de vaca. Esto significa que en momentos de máxima demanda, como el período de rápido crecimiento, los nucleósidos de la dieta pueden ser condicionalmente esenciales. Estudios en animales han mostrado que los nucleósidos mejoran la función de las células T y la maduración gastrointestinal. La fortificación de las fórmulas infantiles con los cuatro principales nucleótidos presentes en la leche de mujer conduce a una mejor respuesta de anticuerpos al *Haemophilus influenzae* tipo b y a la difteria.

Ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga

Estos ácidos grasos han recibido una gran atención en los últimos años. Aunque las consecuencias, especialmente a largo plazo, de su falta en la dieta del lactante son controvertidas, la industria de la alimentación ofrece ahora muchas fórmulas con y sin LCPUFA añadidos. Estos LCPUFA son el DHA y el ARA. El DHA es un ácido graso C22:6 ω -3 con seis dobles enlaces; se obtiene de la dieta a partir del ácido α -linolénico, a través de una serie de elongaciones y desaturaciones. El ARA es un ácido graso C20:4 ω -6 con cuatro dobles enlaces, que se obtiene a partir del ácido linolénico. La leche de mujer contiene DHA, alrededor del 0,2% de los ácidos grasos, y ARA, alrededor del 0,5%. Los aceites de vegetales empleados en la elaboración de las fórmulas adaptadas no contienen DHA ni ARA y, por tanto, éstas carecen de ellos, a menos que sean específicamente añadidos desde otras fuentes.

Los lactantes, incluyendo los prematuros, tienen capacidad para sintetizar DHA y ARA desde sus respectivos precursores, pero parece insuficiente para cubrir sus altas demandas, especialmente de DHA. El DHA es necesario para su incorporación a la masa gris cortical y a la retina, ya que se han demostrado concentraciones en ambos tejidos sustancialmente más bajas en los lactantes alimentados con fórmulas sin DHA que en los alimentados con leche de mujer. Lo mismo se observa en el plasma y en la membrana lipídica de los eritrocitos. Algunos estudios observan una peor función retiniana, menor agudeza visual, durante los primeros meses de vida en los lactantes alimentados con fórmulas libres de DHA, aunque este efecto parece ser transitorio y no se observa en lactantes mayores. Sin embargo, la presencia de DHA y ARA en las fórmulas es considerada deseable, dado que estos ácidos grasos están presentes en la leche de mujer y su ausencia en la dieta del lactante produce alteraciones en su concentración en el cerebro, retina, eritrocitos y lípidos plasmáticos.

Selenio

Los niños alimentados con fórmulas suplementadas con selenio, importante antioxidante, presentan una concentración en sangre y una actividad plasmática glutatión-peroxidasa más elevadas que los alimentados con fórmulas no suplementadas.

Probióticos

Las bacterias vivas no patógenas son consumidas en la alimentación por muchos niños, particularmente en forma de yogur. La tolerancia y seguridad del consumo a largo plazo de tipos y cepas específicas de bacterias probióticas no están todavía bien documentadas.

En 2004, Saavedra realizó un estudio a doble ciego, aleatorizado y controlado con

placebo en niños sanos de 3 a 24 meses que vivían en sus casas, con el fin de evaluar la tolerancia de fórmulas que contenían dos niveles de suplementación probiótica y sus efectos sobre el crecimiento, sintomatología clínica y salud intestinal. Un grupo de niños recibió una fórmula estándar que contenía 1×10^7 unidades formadoras de colonias (CFU)/g de *Bifidobacterium lactis* y *Streptococcus thermophilus*, otro recibió fórmula estándar con 1×10^6 CFU/g de *B. lactis* y *S. thermophilus*, y otro fórmula no suplementada. El consumo a largo plazo de las fórmulas suplementadas fue bien tolerado y seguro, con un adecuado crecimiento de los niños y una reducción de los cólicos abdominales e irritabilidad y una menor frecuencia del uso de antibióticos¹⁶.

Otros compuestos

Recientes estudios demuestran que algunos componentes lácteos, en particular los hallados en el suero, son biológicamente activos. Por ejemplo, la K-caseína glicomacropéptido (GMP) del calostro bovino y de la leche de mujer y calostrado presenta varias funciones biológicas como transporte de enterotoxinas *Vibrio cholerae* y *Escherichia coli*, inhibición de la adhesión de bacterias y virus, supresión de secreciones gástricas, favorecedor del crecimiento de bifidobacterias y modulador de la respuesta inmunitaria. Estos posibles beneficios podrían justificar el uso del GMP en alimentos funcionales y suplementos dietéticos¹⁷.

Después de todo lo dicho, y con el requisito previo de que la tecnología permita realizar los cambios, la cuestión es si se podrá mantener 100 años después la sentencia que afirmaba en 1913 Sir Archibald Garrod de que “por muchas manipulaciones que se realicen a la leche de vaca, no se convertirá en humana”.

BIBLIOGRAFÍA

1. Fomon SJ. Infant feeding in the 20th century: Formula and beikost. *J Nutr.* 2001;131:S409-S20.
2. Ryan AS. The resurgence of breastfeeding in the United States. *Pediatrics.* 1997;99:e12.
3. Martínez GA, Nalezienski JP. The recent trend in breast-feeding. *Pediatrics.* 1979;64:686-92.
4. American Academy of Pediatrics. Preventing Childhood Obesity: A National Conference Focusing on Pregnancy, Infancy and Early Childhood Factors. *Pediatrics.* 2004;114: 1139-73.
5. Gartner LM, Morton J, Lawrence RA, Naylor AJ, O'Hare D, Schanler RJ, et al. American Academy of Pediatrics. Section of Breastfeeding. Policy Statement. Breastfeeding and the Use of Human Milk. *Pediatrics.* 2005;115: 496-506.
6. Devaney B, Ziegler P, Pac S, Karwe V, Barr SI. Nutrient intakes of infants and toddlers. *J Am Diet Assoc.* 2004;104 Suppl 1:14-21.
7. Ponza M, Devaney B, Ziegler P, Reidy K, Squatrito C. Nutrient intakes and food choices of infants and toddlers participating in WIC. *J Am Diet Assoc.* 2004;104 Suppl 1:71-9.
8. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). Washington: National Academy Press; 2002.
9. Menella JA, Jagnow CP, Beauchamp GK. Prenatal and postnatal flavor learning by human infants. *Pediatrics.* 2001;107:e88.
10. Gerrish CJ, Menella JA. Flavor variety enhances food acceptance in formula-feed infants. *Am J Clin Nutr.* 2001;73:1080-5.
11. Singhal A, Cole TJ, Fewtrell M, Lucas A. Breast-milk feeding and lipoprotein profile in adolescents born preterm: Follow-up of a prospective randomized study. *Lancet.* 2004;363: 1571-8.
12. Helland IB, Smith L, Saarem K, Saugstad OD, Drevon CA. Maternal supplementation with very-long-chain ω -3 fatty acids during pregnancy and lactation augments children's IQ at 4 years of age. *Pediatrics.* 2003;111:39-44.
13. Gillman MW, Rifas-Shiman SL, Camargo CA Jr, Berkey CS, Frazier AL, Rockett HR, et al. Risk of overweight among adolescents who were breastfed as infants. *JAMA.* 2001;285:2461-7.
14. Martín R, Langa S, Reviriego C, Jiménez E, Marín ML, Xaus J, et al. Human milk is a

- source of lactic acid bacteria for the infant gut. *J Pediatr*. 2003;143:754-8.
15. Morrow AL, Ruiz-Palacios GM, Altaye M, Jiang X, Guerrero ML, Meinen-Derr JK, et al. Human milk oligosaccharides are associated with protection against diarrhea in breast-feed infants. *J Pediatr*. 2004;145:297-303.
 16. Saavedra JM, Abi-Hanna A, Moore N, Yolken RH. Long-term consumption of infant formulas containing live probiotic bacteria: Tolerance and safety. *Am J Clin Nutr*. 2004;79:261-7.
 17. Brody EP. Biological activities of bovine glycomacropeptide. *Br J Nutr*. 2000;84:S39-S46.