

Nutrición infantil

Nuevos ingredientes funcionales

En este trabajo se revisan los ingredientes funcionales que se han ido incorporando en los últimos años a las fórmulas de alimentación infantil, destacando los beneficios que aportan a la nutrición y la salud de los más pequeños.

SAGRARIO MARTÍN-ARAGÓN

Departamento de Farmacología. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid.

Las pautas de los productos para la nutrición infantil vienen marcadas por las recomendaciones e informes técnicos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Comité de Nutrición de la Academia Europea de Pediatría y el Comité de Nutrición de la Sociedad Europea de Nutrición, Gastroenterología y Hepatología Pediátricas (ES-PGHAN), y se adaptan a tres etapas bien diferenciadas:

- **Periodo lácteo.** La leche es el único alimento, sea leche humana o artificial. Va desde el nacimiento hasta los 4-6 meses aproximadamente. El lactante es capaz de succionar y deglutir, pero aún no ha desarrollado la capacidad de digerir ciertas proteínas y sus riñones no son capaces de soportar líquidos muy concentrados en partículas (sales minerales, glucosa, etc.). El recién nacido desarrolla la capacidad de mamar en las primeras 48 horas de vida. El reflejo de succión tiene la máxima respuesta a los 20-30 minutos después del parto.

- **Periodo de transición, destete o *beikost*.** A partir del cuarto mes de vida. Se van introduciendo paulatinamente alimentos no lácteos, preparados adecuadamente en consistencia y cantidad, para no alterar el ritmo de maduración digestiva y renal, así como el progresivo desarrollo neuromuscular. Esta etapa debe favorecer el desarrollo de los sentidos, de modo que se puede

pasar de succión a cuchara, lo que permitirá paladear mejor, y cambiar la textura, de líquido a triturado, y cuando ya tenga dientes, a troceado.

- **Periodo de maduración digestiva.**

La alimentación se debe adaptar a la capacidad digestiva y al estado de desarrollo fisiológico y neuromotor, haciendo paulatina la introducción de alimentos. La capacidad gástrica del recién nacido es de 10 a 20 mililitros y aumenta durante el transcurso de su primer año hasta los 200, lo que va a permitir que el niño haga comidas más abundantes y menos frecuentes.

Innovación

Actualmente, las fórmulas infantiles reúnen perfectamente todas las características nutricionales, de forma que no existen diferencias significativas entre el crecimiento y desarrollo de los lactantes alimentados con estas fórmulas y el de los lactantes alimentados con leche materna. En la última década, sin embargo, los grandes avances en la composición de leches infantiles se han producido en el área de los *ingredientes funcionales*, como los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga, el betapalmitato, los nucleótidos, los compuestos con efecto prebiótico, la carnitina y la taurina, cuyos efectos beneficiosos para el lactante han sido avalados por estudios científicos. La última

novedad en este terreno es el desarrollo y la aplicación del concepto de crononutrición a las fórmulas infantiles para la regulación de la vigilia durante el día y la conciliación y el mantenimiento del sueño por la noche.

Dada la trascendencia de la alimentación para el óptimo desarrollo tanto físico como intelectual en las primeras etapas de la vida, la incorporación de nuevos ingredientes funcionales a las leches infantiles está rindiendo productos cada vez más similares a la leche materna, tanto desde el punto de vista nutricional como funcional.

La lactancia materna debe ser la fuente exclusiva de alimento en los primeros meses, ya que la leche de mujer favorece una mejor regulación metabólica y una mayor protección inmunológica, disminuye el riesgo de sensibilidad alérgica, morbilidad infecciosa y muerte súbita, y condiciona una menor incidencia de enfermedades crónicas. Sin embargo, cuando la lactancia materna no es posible o debe ser complementada, hay que emplear las fórmulas adaptadas para lactantes.

Clasificación de las fórmulas infantiles

En la actualidad, la denominación de *fórmula de inicio* hace referencia a la alimentación que sustituye a la lactancia materna hasta los 4-6 meses. La *fórmula de continuación* es la que se emplea a partir de esa edad. La Unión Europea prefiere el término *preparado* al de *fórmula*, pero también diferencia entre los preparados para lactantes y los preparados de continuación. Cuando los preparados se elaboran exclusivamente a partir de las proteínas de la leche de vaca pueden denominarse leche para lactantes y leche de continuación, respectivamente.

Recomendaciones y reglamentación específica de las fórmulas infantiles

La directiva de la Unión Europea ha establecido las recomendaciones de los diferentes nutrientes que deben formar parte de las fórmulas para lactantes dentro de unos márgenes que permitan cubrir las necesidades de la mayoría de los niños, sin que existan carencias o excesos nutricionales. Estas recomendaciones se recogen en la tabla I. Por otro lado, el Consejo de Ministros ha aprobado el Real Decreto 500/2004, de 1 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 72/1998, de 23 de enero, por el que se aprueba la Reglamentación técnico-sanitaria específica de los preparados para lactantes y preparados de continuación. Dicho decreto tiene por objeto incorporar al ordenamiento jurídico la Directiva 2003/14/CE por la que se modifica una anterior Directiva (91/321/CE) relativa a los preparados para lactantes y preparados de continuación. La nueva directiva *prohíbe la utilización de ciertos plaguicidas* en los productos agrícolas destinados a la elaboración de alimentos a base de cereales y alimentos infantiles, y establece límites máximos específicos para determinados residuos de plaguicidas.



En la actual normativa española técnico-sanitaria específica de los alimentos elaborados para lactantes y preparados de continuación se establece que estos productos no deberán contener ninguna sustancia en cantidad tal que ponga en peligro su salud, fijando en *0,01 mg/kg el límite máximo general admisible de residuos de plaguicidas* en estos alimentos.

Sin embargo, para algunos plaguicidas o metabolitos de plaguicidas, incluso dicho límite puede dar lugar a que los lactantes y niños de corta edad excedan la ingestión diaria admisible. Las previsiones de la nueva Directiva se recogen en el proyecto del Real Decreto que añade dos nuevos anexos, en los que se incorporan, respectivamente, la lista de plaguicidas que no podrán utilizarse en los productos agrícolas destinados a la elaboración de preparados para lactantes y preparados de continuación, y los límites máximos de residuos de plaguicidas que pueden encontrarse en los productos finales.

Tabla I.
Recomendaciones sobre nutrientes en las fórmulas para lactantes

Nutriente	Fórmula de inicio por 100 ml (por 100 kcal)	Fórmula de continuación por 100 ml (por 100 kcal)
Energía (kcal)	60-75	60-68
Hidratos de carbono (g)	4,8-9,5 (7-14)	5-10 (7-14)
Lactosa (g)	> 2,38 (> 3,5)	> 1,26 (> 1,8)
Proteínas (g)	1,2-2,04 (1,8-3 g/100 kcal)	1,6-3,24 (2,25-4,5 g/100 kcal)
Seroproteínas/caseína	60/40	20/80
Grasas (g)	2,72-4,42 (4-6,5)	2,37-4,68 (3,3-6,5)
Ácido linoleico (g)	0,2-0,82 (0,3-1,2)	> 0,21 (> 0,3)
Sodio (mg)	13,6-41 (20-60)	16,1-57,5 (23-85)*
Potasio (mg)	41-98,6 (60-145)	54,6-132 (80-208)*
Calcio (mg)	> 34 (> 50)	> 63 (90)*
Fósforo (mg)	17-61,2 (25-90)	> 40 (> 60)*
Hierro (mg)	Suplementadas 0,34-1 (0,5-1,5)	0,72-1,44 (1-2)

*Recomendaciones de la ESPGHAN cuando no existan las de la UE.

Modificaciones en las leches infantiles

La inmadurez del tracto gastrointestinal es la causa más importante de la incomodidad gastrointestinal del lactante, que se manifiesta en forma de problemas digestivos menores como son las regurgitaciones, los cólicos y la dificultad en la defecación.

La inclusión de diversos componentes en las leches infantiles ha sido el resultado de un mejor conocimiento de la composición química y nutricional de la leche humana. En la década pasada se ha ido identificando una serie de componentes en la leche materna que protegen al intestino inmaduro del lactante de la colonización bacteriana y promueven una función intestinal normal, lo que da como resultado su bienestar. Además, algunos constituyentes de la leche materna, no incluidos hasta hace poco tiempo en las leches infantiles, se han relacionado con un desarrollo psicomotor más favorable en los niños lactados al pecho. Todo ello ha favorecido el desarrollo de una generación de leches con diversas modificaciones que a continuación se van a comentar.

Leches antirregurgitación

Con el objetivo de beneficiar a lactantes con frecuentes regurgitaciones, se han desarrollado las leches antirregurgitación con una serie de modificaciones en su composición:

- **Espesantes.** Los dos tipos de espesantes utilizados son la harina de la semilla de algarrobo y los almidones (amilopectina como almidón de arroz pregelatinizado y almidón precocido de maíz). La harina de algarrobo es un glucogalactomanano no digerible que llega al colon, donde es fermentado por las bacterias colónicas produciendo ácidos grasos de cadena corta que sirven de sustrato energético a los colonocitos. Estos procesos fermentativos hacen que las heces sean más blandas y se favorezca el tránsito intestinal, aunque pueden producir como efecto secundario dolor abdominal y diarrea de características leves. Además, esta harina previene la aparición de esofagitis, resulta beneficiosa en el tratamiento del reflujo asociado

a un retraso del crecimiento, no interfiere en la absorción de minerales y no supone un aporte calórico extra, ya que el valor nutritivo de la leche no varía.

- **Caseína como fuente principal de proteínas.** Su precipitación en el estómago disminuye las regurgitaciones, además de tener un mayor efecto tampón sobre la acidez.

- **Menor contenido en grasa.** Una menor concentración de ácidos grasos de cadena larga favorece un mejor vaciamiento gástrico.

Leches antiestreñimiento: el betapalmitato

En la leche materna, más del 70% de los ácidos grasos están esterificados principalmente en la posición 2 (o posición beta) de la molécula del triglicérido. Esta especial configuración de los triglicéridos de la leche materna tiene una serie de implicaciones fisiológicas a nivel digestivo, entre las que destaca su influencia sobre la absorción y digestibilidad tanto de la fracción lipídica como del calcio y del magnesio. Al contrario de lo que ocurre en la leche materna, en la que una elevada proporción de ácido palmítico se encuentra en posición beta de los triglicéridos, en la mayor parte de las leches infantiles el ácido palmítico se encuentra en cantidades importantes en las posiciones 1 y 3 de los triglicéridos. Durante la digestión de las grasas, los ácidos grasos en posiciones 1 y 3 de los triglicéridos quedan libres en el lumen intestinal, lo cual resulta desfavorable para su aprovechamiento debido a la tendencia de los ácidos grasos libres a coprecipitar con el calcio presente en el tracto digestivo, formando jabones cálcicos insolubles. Estos jabones cálcicos no pueden ser absorbidos por el lactante, por lo que provocan un menor aprovechamiento tanto de la grasa como del calcio presentes en las leches infantiles. Sin embargo, cuando el ácido palmítico se encuentra en posición beta, es absorbido rápidamente en forma de 2-monoglicérido (2-monopalmitina), sin formar los mencionados jabones cálcicos insolubles, consiguiendo una mayor absorción de la grasa y el calcio presentes en las leches infantiles.

En las leches infantiles, el aumento de la presencia de ácido palmítico en posición beta resulta la opción más adecuada para incrementar la biodisponibilidad del calcio y mejorar su absorción. Al incrementar el porcentaje de ácido palmítico en posición beta de las leches infantiles, se consigue una menor concentración de calcio y de ácido palmítico a nivel fecal, indicando una mayor absorción de estos compuestos a lo largo del tracto digestivo, e incluso se ha comprobado que el calcio absorbido es depositado en el esqueleto, ya que los lactantes alimentados con leches enriquecidas en betapalmitato presentan una mayor densidad ósea. En general, los lactantes alimentados con la fórmula enriquecida en betapalmitato presentan una mejora de la sintomatología asociada al estreñimiento.

Ácidos grasos poliinsaturados en las fórmulas infantiles

Las fórmulas infantiles contienen de forma obligada los ácidos grasos esenciales linoleico y alfa-linolénico. Desde hace pocos años, algunas fórmulas han introducido sus derivados, los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga araquidónico y docosahexaenoico (DHA) en cantidades similares a las encontradas en la leche materna. La base que lo justifica está en que los niños alimentados con fórmulas infantiles, tanto a término como prematuros, tienen una cantidad significativamente menor de araquidónico y DHA en plasma y en los fosfolípidos de la membrana de los eritrocitos, y menos DHA en la corteza cerebral que los alimentados con leche materna. Por tanto, aunque hay evidencias que indican que el lactante es capaz de sintetizar el araquidónico y DHA a partir de sus precursores los ácidos grasos esenciales, este proceso no es lo suficientemente eficaz como para dar lugar a una cantidad que satisfaga las demandas durante este período de rápido crecimiento cerebral. Durante los últimos años se han realizado diversos estudios con el objetivo de valorar el efecto de los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga sobre el crecimiento, la función visual y el desarrollo psicomotor. La mayoría de los es-

tudios indica que los niños alimentados con estas leches tienen un crecimiento normal. Sólo han podido observarse efectos menores sobre la agudeza visual y un efecto beneficioso sobre la capacidad de procesamiento de la información. Sin embargo, un grupo de los investigadores que han efectuado la mayoría de los estudios en el campo de los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga, reunidos bajo el patrocinio de la Child Health Foundation, realizó una revisión de los estudios llevados a cabo hasta el momento y recomendó que las fórmulas infantiles para niños a término deben contener al menos un 0,2% del total de ácidos grasos como DHA y un 0,35% de ácidos grasos como araquidónico. Estos valores se consideran prudentes, ya que se encuentran en el valor más bajo del contenido de la leche materna. Dado que los niños pretérmino poseen una menor cantidad total de araquidónico y DHA, éstos deben incluirse en cantidades de, al menos, el 0,35% como DHA y el 0,4% como araquidónico.

Leches infantiles complementadas con nucleótidos

Los nucleótidos son componentes intracelulares que participan en numerosos procesos bioquímicos esenciales del metabolismo celular, incluyendo la codificación de la información genética, y también como mediadores en el metabolismo energético. Los nucleótidos exógenos parecen particularmente beneficiosos para el lactante y pueden considerarse nutrientes «condicionalmente esenciales» en períodos tempranos de la vida. Hace aproximadamente 10 años se comenzó a añadir nucleótidos a las fórmulas infantiles en las cantidades que entonces se creía que eran las contenidas en la leche materna. En la actualidad, se sabe que la proporción de nucleótidos presentes en la leche materna se ha subestimado y, con la tecnología actual, se ha constatado que la cantidad de estos componentes se sitúa en torno a los 72 mg/l de leche humana. El efecto de la complementación de nucleótidos en las fórmulas infantiles se ha estudiado, sobre todo, en los campos del desarrollo inmunológico y en la pro-

tección sobre las infecciones. Los niños alimentados con fórmulas fortificadas en nucleótidos tienen una mayor respuesta de anticuerpos frente a la vacuna de *Haemophilus influenzae* tipo b y la de difteria, y una menor frecuencia de episodios de diarrea infecciosa. El mecanismo de acción es poco claro, y se ha especulado con la posibilidad de que los nucleótidos aumenten la respuesta de los linfocitos T cooperadores.

Efecto bifidógeno de las leches infantiles

Los oligosacáridos de la leche materna están formados por la adición secuencial de una serie de monosacáridos a la molécula de lactosa, con lo que se forman estructuras lineales o ramificadas. Su cantidad está determinada genéticamente y se relaciona con el grupo sanguíneo materno. Desempeñan un papel en la resistencia a la infección intestinal, actuando como prebiótico. Estas sustancias no se digieren enzimáticamente en el tracto digestivo superior y llegan al colon, donde sufren una fermentación selectiva por ciertas bacterias que favorecen el desarrollo de una flora bifidógena protectora. Por otra parte, actúan de forma directa uniéndose a enteropatógenos y enterotoxinas, dado que tienen una estructura homóloga a la de los receptores de las células intestinales; de esta manera impiden que los gérmenes enteropatógenos infecten el enterocito. Estos productos ya se han utilizado en alimentación infantil, dado que están presentes en todos los productos bajos o carentes en lactosa, como consecuencia de su digestión enzimática. Las heces de los niños alimentados con leche complementada muestran cifras de bifidobacterias y lactobacilos superiores, y un pH inferior al de las heces de los niños con leche sin complementar, y las cifras son dependientes de la dosis, lo que indica que los oligosacáridos alcanzan el colon e interactúan con la flora intestinal. Asimismo, la leche complementada con oligosacáridos da lugar a deposiciones más blandas de forma dependiente de la dosis. La fórmula es segura y bien tolerada, como se demuestra en un desarrollo ponderoes-

tatural normal y ausencia de efectos secundarios. En septiembre de 2001, el Comité de Nutrición de la Unión Europea decidió que no había inconveniente en la inclusión de oligosacáridos (oligofruktosa e inulina) en las leches de inicio y de continuación hasta una dosis de 0,8 g/dl.

Contenido proteico de las leches infantiles

El contenido proteico total de la leche madura y de las leches de inicio difiere de forma considerable. La leche materna contiene 8-9 g/l (1,3 g/100 kcal), mientras que las leches infantiles contienen 15 g/l (2,2 g/100 kcal). La cantidad de proteínas de las leches infantiles debe ser superior, para asegurar el contenido necesario de triptófano. Los especialistas están de acuerdo en recomendar una reducción de la cantidad de proteínas de las leches de inicio para disminuir las sobrecargas metabólica y renal en los primeros meses de vida. Un nuevo procedimiento en el fraccionamiento del suero láctico ha permitido elaborar una leche de inicio con una concentración proteínica similar a la de la leche materna, con un predominio de la alfa-lactoalbúmina, rica en triptófano, y un perfil de aminoácidos mejorado. Esta nueva fórmula ha sido estudiada y se objetivó un perfil plasmático de aminoácidos próximo al de la alimentación al pecho y menor sobrecarga renal. La leche en estudio fue bien tolerada y dio lugar a un crecimiento similar al de la alimentación con leche materna.

Carnitina en las leches infantiles

La carnitina es un compuesto nitrogenado de gran importancia en alimentación infantil. Su principal función es facilitar el transporte de los ácidos carboxílicos que han sido activados en el coenzima A, a través de la membrana mitocondrial, liberando sustratos para oxidación y eliminando compuestos tóxicos. La cantidad de carnitina sintetizada por el lactante puede no ser suficiente para cubrir las necesidades de los prematuros recién nacidos de bajo peso e incluso de los re-

cién nacidos a término, y se hace necesario un aporte exógeno mediante la alimentación para cubrir los requerimientos de este compuesto durante los primeros meses de vida. La carnitina se ve involucrada en una larga lista de procesos metabólicos: control del aumento de hidratos de carbono sintetizados por el organismo a partir de las proteínas; metabolismo proteico (inhibición de aminoácidos específicos); inhibición de la proteólisis muscular, en estrecha relación con el metabolismo de los aminoácidos de cadena ramificada; disminución del colesterol y de los triglicéridos del plasma, y contractibilidad miocárdica. La carnitina también parece influir en el desarrollo y la maduración de las estructuras cerebrales. La ESPGHAN recomienda desde 1991 que las fórmulas para lactantes y las fórmulas para recién nacidos de bajo peso contengan L-carnitina en concentraciones al menos similares a las de la leche materna.

Taurina en las leches infantiles

Diversos estudios han puesto de manifiesto la función de la taurina como molécula osmorreguladora tanto en tejidos cerebrales como extracerebrales, por lo que se considera que elevadas concentraciones de taurina en el cerebro, como las observadas en lactantes alimentados al pecho, podrían proteger al sistema nervioso de los efectos adversos, debidos tanto a la hiposmolaridad como a la hiperosmolaridad.

Debido a que en el recién nacido se ha demostrado que existe una escasa actividad hepática de las enzimas cistationasa y descarboxilasa, que son imprescindibles en el metabolismo de los aminoácidos sulfurados, cuyo producto final es la taurina, parece imprescindible un aporte exógeno de este aminoácido mediante la alimentación con leche materna, que tiene la cantidad adecuada de taurina para cubrir las necesidades del recién nacido. Dado que en la leche de vaca las concentraciones de taurina son prácticamente nulas, en los lactantes alimentados con leches infantiles es necesaria la suplementación con este aminoácido para evitar situaciones carenciales. □

Crononutrición

Diversos estudios sobre la leche materna han demostrado que ésta presenta variaciones en la cantidad de *triptófano* en el transcurso del día. Estas variaciones están relacionadas con el sueño y ayudan a consolidar el ritmo vigilia-sueño de los lactantes. Siguiendo el modelo de la leche materna, se han desarrollado fórmulas día/noche para que el lactante concilie y mantenga el sueño durante la noche.

La utilización conjunta y combinada de ambas fórmulas, que reproduce las variaciones de la leche materna relacionadas con la consolidación del ritmo vigilia-sueño, favorecerá la correcta instauración de los ciclos de sueño y vigilia en los lactantes. El esquema de tomas se indica como sigue:

1. Fórmula de día, se debe administrar desde las 06.00 h hasta las 18.00 h.
2. Fórmula de noche, desde las 18.00 h hasta las 06.00 h

Las *fórmulas de día* cuentan con todos aquellos ingredientes que favorecen el estado de vigilia, como son los nucleótidos citidina, guanósina e inosina, y un aporte elevado de vitaminas antioxidantes A, C y E y de vitamina B₁₂. Por otro lado, se han reducido parcialmente aquellos compuestos que estimulan la fase de sueño, como son el triptófano y los hidratos de carbono.

Las *fórmulas de noche* incluyen, por el contrario, todos aquellos ingredientes que favorecen el sueño:

- **Triptófano**, precursor de la serotonina y la melatonina, compuestos que favorecen el inicio de la fase de sueño, así como su duración y efectividad.
- **Afalactoalbúmina**, proteína sérica que además de actuar como fuente de triptófano, presenta un alto valor biológico debido a su elevado contenido en aminoácidos esenciales y, gracias a su contenido en ácido siálico, favorece la maduración del sistema nervioso central y del sistema inmunitario.
- **Uridina y adenosina**, nucleótidos con la capacidad de actuar como sustancias promotoras del sueño.
- **Triglicéridos de cadena media**, compuestos que presentan una excelente digestibilidad y absorción y que tienen la capacidad de incrementar el tiempo total de sueño cuando se adicionan a las fórmulas infantiles.
- **Mayor contenido en hidratos de carbono**, incrementando la recaptación del triptófano y la formación de serotonina y melatonina, y por tanto, estimulando los efectos de estos compuestos sobre la inducción del sueño.
- **Menor contenido en vitaminas antioxidantes A, C y E y de vitamina B₁₂** que la fórmulas de día, con lo que minimizan los efectos positivos de estos compuestos sobre el estado de vigilia.

Bibliografía general

- AESA. La alimentación de tus niños. Nutrición saludable de la infancia a la adolescencia. Madrid: Agencia Española de Seguridad Alimentaria, 2005.
- Cilleruelo ML, Calvo C. Fórmulas adaptadas para lactantes y modificaciones actuales de éstas. *An Pediatr Contin*. 2004;2(6):325-38.
- Moro G, Minoli I, Mosca M, Fanaro S, Jelinek J, Stahl B, Boehm G. Dosage-related bifidogenic effects of galacto- and fructooligosaccharides in formula-fed term infants. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2002;34(3):291-5.
- Quinlan PT, Lockton S, Irwin J, Lucas AL. The

relationship between stool hardness and stool composition in breast- and formula-fed infants. *J. Pediatr Gastroenterol Nutr*. 1995;20(1):81-90.

Rivero M, Santamaría A, Rodríguez-Palmero M. La importancia de los ingredientes funcionales en las leches y cereales infantiles. *Nutr Hosp*. 2005;20(2):135-46.

Simmer K, Patole S. Longchain polyunsaturated fatty acid supplementation in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev*. 2004;1:CD000375.

Steinberg LA, O'Connell NC, Hatch TF, Picciano MF, Birch LL. Tryptophan intake influences infants' sleep latency. *J Nutr*. 1992;122(9):1781-91.