

Características de algunos de los componentes de la leche materna humana

Dra. Carolina González-Calvo*
Dr. Ronald Armando Noguera-Valverde**

Introducción

Aun conociendo todos los beneficios que la leche materna aporta al niño, a la madre y al país, en la actualidad ésta práctica va decayendo. El hecho de no alimentar al niño en los primeros meses de vida con leche materna representa un factor de riesgo importante relacionado con aumento en la morbilidad y la mortalidad infantil.

Anualmente unos 10 millones de niños fallecen por enfermedades como la diarrea, neumonía, sarampión y paludismo. Si se amamantara exclusivamente a todos los recién nacidos hasta los seis meses de edad, todos los días se podrían salvar las vidas de alrededor de 3.500 niños y niñas, dice UNICEF (*United Nations International Children's Emergency Fund* o *Fondo de Emergencia de las Naciones Unidas para la Niñez*).

* Médico General, Universidad Hispanoamericana. Médico Asistente General, Servicio de Pediatría y Emergencias Hospital Nacional Dr. Max Peralta Jiménez, Caja Costarricense de Seguro Social.

** Médico Especialista en Pediatría, Hospital Nacional de Niños y Universidad de Costa Rica. Profesor de Pediatría. UACA y Universidad Hispanoamericana. Médico Asistente Especialista Servicio de Pediatría y Emergencias Hospital Dr. Max Peralta Jiménez, Caja Costarricense de Seguro Social. Correo electrónico: rnoquera@ice.co.cr .Apdo Postal: 2109-2050.

Cerca del 55% de las muertes de lactantes por enfermedades diarreicas o infecciosas, puede ser la consecuencia de prácticas de alimentación inadecuada. Según UNICEF, si las madres alimentaran con leche materna a los niños, habría una mayor resistencia a estas enfermedades. Menos del 35% de los niños de todo el mundo se alimenta exclusivamente con leche materna, ni siquiera durante los cuatro primeros meses de vida.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se salvarían cerca de 1,5 millones de vidas y se mejoraría la salud de otros millones si los niños fueran alimentados de forma exclusiva durante los primeros seis meses de su vida. Mientras que, a largo plazo, las deficiencias en la lactancia materna exclusiva se han asociado al mal rendimiento escolar, retraso en el desarrollo intelectual, social y en la capacidad para el trabajo.

Hace algunos años, la OMS aprobó una resolución, en la que indicaba que todos los niños menores de seis meses fueran alimentados de manera exclusiva con leche materna, por ser la mejor fuente de nutrición en los inicios de la vida. De ahí se extrae que la leche materna humana "constituye el alimento ideal para la gran mayoría de los recién nacidos" (salvo algunas pocas excepciones en que está contraindicada la leche materna).

A través de los años y por múltiples estudios se ha comprobado que la leche materna proporciona, en los primeros meses de vida, todos los nutrientes, anticuerpos, hormonas, factores inmunitarios y antioxidantes que el lactante necesita para sobrevivir. Protege a los niños frente a la diarrea y las infecciones respiratorias, además estimula sus sistemas inmunitarios. La leche materna contiene cantidades apropiadas de carbohidratos, proteínas, grasa y suministra las enzimas digestivas, minerales vitaminas y las hormonas que los niños requieren, además presenta anticuerpos de la madre que pueden ayudar al bebé a contrarrestar las infecciones. La composición de la leche materna cambia conforme las necesidades del niño. En este artículo se expondrán las características de algunos de los componentes de la leche materna humana y sus propiedades funcionales.

Adicionalmente, cabe anotar, que el interés en formular un producto lácteo que sea útil (y que sustituya a la leche materna) en la alimentación de los lactantes ha llevado a conocer cada

1. Alvarez. Belén, José, Ignacio y. otros. *Diccionario Mosby de Medicina, Enfermería y Ciencias de la Salud*. 2ª edición. Madrid. España, 1995 p.771.

vez más y mejor la composición de la leche materna humana, y ha permitido reconocer sus ventajas sobre otros productos tradicionalmente utilizados.

Composición de la leche materna

La leche materna es un fluido biológico complejo. Como tal, está compuesta de cientos de elementos distribuidos en diferentes compartimentos: una fase acuosa, que corresponde a una verdadera solución y comprende el 87%; una fase coloidal, principalmente constituida por las moléculas de caseína (0.3%), una fase de emulsión de los glóbulos de grasa (4%) y células vivas.² Su composición varía de una mujer a otra; y en la misma mujer varía según la hora del día, el momento de la tetada, duración del embarazo (término o pretérmino), prolongación de la lactancia, edad, tipo de alimentación, lactancias previas, medicamentos, factores emotivos, entre otros. La glándula mamaria produce diferentes tipos de leche, tales como: el calostro, la leche de transición, la leche madura y la leche de pretérmino.³ Seguidamente se mencionan algunas de las diferencias de estos tipos de leche humana.

Calostro. El calostro es un líquido viscoso amarillento que se produce desde el último trimestre de embarazo y en los primeros 5 días después del parto. Varía su producción desde 10 a 100 mL/ día. Contiene menos lactosa, grasa y vitaminas hidrosolubles, pero tiene más proteínas que la leche madura y en una proporción diferente; la proporción de proteínas del suero/caseína en el calostro es de 80/20, mientras que en la leche madura es de 60/40. Entre las proteínas contenidas están las inmunoglobulinas (Ig) o anticuerpos que defienden contra las infecciones, siendo rico especialmente en IgA secretora, las cuales recubren el epitelio intestinal y previenen la adherencia de bacterias, virus, parásitos y otros patógenos; además contiene vitaminas liposolubles y sodio. El calostro facilita y ayuda a limpiar el aparato digestivo de restos de lanugo y células por el tragado de líquido amniótico en la época intrauterina. Con esto facilita también la expulsión de meconio. La IgA secretora se empieza a producir por el sistema del neonato hasta la cuarta o sexta semana de vida extrauterina, por lo que antes de ello el recién nacido necesita de obtenerla de la leche

2. Picciano MF. "Nutrient composition of human milk." *Pediatr Clin North Am* 2001; 18:53-67.
3. Molina-Font JA y Valenzuela A. "Lactancia natural." En: Cruz-Hernández M, director. *Tratado de Pediatría M. Cruz*. 9ª edición. Barcelona: Editorial Océano/Ergon. 2007. p. 647-59.

materna. Estas propiedades del calostro han sido reconocidas en otras especies de mamíferos, pero que son específicas de cada especie.

Leche de transición. Es el tipo de leche que sigue al calostro; se produce entre el 4° y 15° día postparto, en un volumen mucho mayor. Su composición tiene un rango intermedio entre el calostro y la leche madura. Su contenido en grasa y vitaminas le confiere un mayor aporte nutricional que el calostro y por tanto es más rica en calorías.

Leche madura. Después del 15° día postparto se produce la leche madura, que alcanza en volumen unos 700 a 900 mL diarios, a lo largo de los primeros 6 meses postparto.

Leche de pretérmino. Cuando ocurre un parto de pretérmino, la madre produce una leche con mayor contenido de proteínas, grasas, calorías, vitaminas liposolubles, lactoferrina e IgA, para adaptarse a las necesidades del recién nacido pretérmino.

Características de algunos de los componentes de la leche materna

Proteínas

Las proteínas en la leche materna son un componente importante, pues aportan el nitrógeno y los aminoácidos necesarios para la síntesis de nuevos tejidos y estructuras, especialmente durante las primeras etapas de crecimiento. El contenido total de nitrógeno incluye el nitrógeno proveniente de las proteínas y el nitrógeno no proteico, que proviene de otras moléculas.

Desde el punto de vista funcional, las proteínas cumplen además diversas acciones que le brindan a la leche materna algunas de sus características particulares. Aportan factores de protección inmunológica (lisozima, lactoferrina, inmunoglobulinas), factores transportadores de vitaminas (proteínas ligadoras de vitamina D, de vitamina B12 y de folatos), transportadores de hormonas (proteínas ligadoras de tiroxina y de corticosteroides), actividad enzimática (lipasa estimulada por las sales biliares; amilasa), y otras actividades biológicas (prolactina, insulina, factores de crecimiento epidérmico).⁴

Las proteínas de la leche materna se pueden separar en dos grandes grupos: las caseínas y las proteínas del suero.

4. Picciano MF. *Op cit.*

Las caseínas son proteínas que precipitan en medio ácido y forman el característico coágulo (o cuajo) de leche, por ejemplo, al entrar al medio ácido del estómago, o como en el caso de la leche de vaca,⁵ cuando se deja agriar accidentalmente o por acción de lactobacterias. En la fase acuosa remanente, o suero de leche, después de retirar el coágulo de caseína, quedan disueltas gran cantidad de moléculas proteicas que en conjunto se denomina precisamente, proteínas del suero.

Contenido proteico. En el calostro, como se mencionó anteriormente, hay un alto contenido de proteínas; alrededor de 16 g/L. Este contenido disminuye lentamente en la leche de transición, hasta estabilizarse entre 8.0 y 9.0 a leche madura. Este contenido proteico es el más bajo entre las especies de mamíferos, ya que el recién nacido (humano) crece más lentamente que el de otras especies; sin embargo, el depósito de ni las reservas corporales totales, proveniente de la leche materna, es notablemente alto.⁶ El recién nacido requiere inicialmente de 2.4g/kg/día de proteína, pero luego estos requerimientos descienden hasta llegar a 1.5g/kg/día a los seis meses de edad.

El nitrógeno no proteico constituye entre el 20 y 25% del contenido total de nitrógeno en la leche materna y se mantiene relativamente constante durante toda la lactancia. Entre las sustancias que aportan nitrógeno no proteico se encuentran la urea, aminoácidos libres, creatina, creatinina, taurina, ácidos nucleicos y nucleótidos, ácido neuramínico y amino-alcoholes.⁷

Composición proteica. Proporcionalmente las proteínas del suero contribuyen con un 60 a 80% del contenido proteico. Las más importantes en este grupo son la alfa-lactoalbúmina, la lactoferrina, la IgA secretora y la lisozima. La alfa-lactoalbúmina es específica de la especie humana. Por el contrario, y en contraste con la leche de vaca, la principal proteína del suero es la beta-globulina bovina, también específica de las vacas.

La otra parte de la proporción proteica corresponde a las caseínas, que contribuyen con un 20 a 40% de las proteínas total es, se encuentran diferentes cadenas, como la beta-caseína, la alfa,

5. La leche de vaca ha sido el principal referente para comparar la leche materna, pues es el producto lácteo más utilizado como sustituto de la alimentación de los lactantes; por ello es que se menciona en varias ocasiones en este texto.
6. Motil KJ et al. "Human milk protein does not limit growth of breast-fed infants." J Pediatr Gastroenterol Nutr 1997; 24: 10-7.
7. Garza G et al. "Special properties of human milk." Clin Perinatol 1987; 14:11-32.

gamma y kappa. La más abundante en la leche materna es la beta-caseína; pero la kappa-caseína también importancia funcional, como se describe más adelante.

La proporción entre proteínas del suero y caseína en la leche humana es de 80:20, en comparación con la leche de vaca cuya proporción respectiva es de 20:80.

Las proteínas de la leche de vaca, ya sean del suero o las caseínas, son estructural y cuantitativamente diferentes de las proteínas de la leche humana y pueden generar respuestas antigénicas y sensibilización; es decir, favorecen el desarrollo de alergias.

Consideraciones funcionales. A continuación, se anotan algunas de las propiedades funcionales de estas proteínas.⁸

- o *Beta-caseína.* Forma agregados estables (micelias) que incluyen calcio y fósforo, en proporciones adecuadas que facilitan su absorción.
- o *Kappa-caseína.* Es una cadena proteica altamente glicosilada. Actúa como sustrato para la proliferación del *Lactobacillus bifidus* y como falso receptor para *Helicobacter pylori*; inhibe la adherencia de esta bacteria a la mucosa gástrica e inhibe la adherencia de *S. pneumoniae* y *Haemophilus influenzae* al epitelio respiratorio.
- o *IgA secretora.* Posee actividad contra varios patógenos. Es sintetizada por un grupo de células plasmáticas que se alojan en el intersticio subyacente a las células secretoras de la glándula mamaria, y provienen de las placas de Peyer del intestino y del tejido linfoide del árbol bronquial. Por tanto, está relacionada con la exposición materna a diferentes antígenos ambientales y protege al neonato de estos patógenos.
- o *Lactoferrina.* Está formada por una cadena proteica sencilla, que posee un sitio para unión con el hierro (Fea); de este modo actúa como bacteriostática para bacterias siderofílicas y algunos hongos. Se le han encontrado varias funciones en la protección contra infecciones e inmunológica. Tiene acción antiviral contra el virus de inmunodeficiencia humana (VIH), el citomegalovirus (CMV) y el herpes simple; esto relacionado

8. Hamosh M. "Bioactive factors in the human milk." *Pediatr Clin North Am* 2001; 48:69-86

probablemente con la interferencia con las fases de adsorción o penetración de cada uno de los virus. Modula la respuesta inflamatoria al disminuir la liberación de interleukina (IL)-1, IL-2, IL-6 y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF) de los monocitos y disminuye la liberación de prostaglandina E2 (PGE2) de los macrófagos; activa las células asesinas naturales (*natural killers-NK*). Posee acción antiadherente para *Escherichia coli* y disminuye la capacidad invasora de *Shigella flexneri*. Estimula el crecimiento de la mucosa intestinal del neonato y ayuda en la recuperación después de alguna lesión, además reduce el riesgo de infección intestinal.

- *Lactoferricina*. Es un dominio dentro de la molécula de la lactoferrina, formada por un asa de 18 aminoácidos, que le brinda actividad antimicrobiana de amplio espectro.
- *Lisozima*. Hidroliza pared bacteriana; produce lisis de los enlaces betal-4 entre la N-acetilglucosamina y el ácido N-acetilmurámico. También tiene actividad inmunomoduladora mediante una mejoría en la producción de IgA y la activación de los macrófagos; también se une a los lipopolisacáridos bacteriano y reduce su efecto endotóxico.

Influencia del estado nutricional de la madre. La nutrición materna puede alterar el contenido proteico y de los componentes de nitrógeno no proteico. Se ha observado una reducción total de los componentes proteicos, de la fracción C4 del complemento, de la IgA e IgG en la leche temprana de madres malnutridas.⁹ En otro estudio se observó que aún en mujeres con un buen estado nutricional, la ingesta diaria adecuada de proteínas (20% del aporte calórico versus 8%) influye positivamente en el contenido proteico total y del nitrógeno no proteico de la leche materna; sin embargo las diferencias entre los grupos no fueron significativas en relación a concentraciones de lactoalbúmina, lactoferrina y lisozima.¹⁰

Grasas (lípidos)

Los lípidos comprenden la mayor fracción energética de la leche materna. El 98% de los lípidos son triglicéridos, que provienen del torrente sanguíneo de la madre. La concentración

⁹. Miranda R *et al.* "Effect of maternal nutritional status on immunological substances in human colostrum and milk." Am J Nutr 1983;37:632-40.

¹⁰. Forsum E and Lonnerdal B. "Effect of protein intake on protein and nitrogen composition of breast milk." Am J Clin Nutr 1980;33:1809-13.

o composición de los diferentes ácidos grasos que forman los triglicéridos, depende de la dieta de la madre. La fracción lipídica restante corresponde a fosfolípidos, ácidos grasos libres, monoglicéridos, diglicéridos, colesterol y vitaminas liposolubles.

El contenido de grasa en la leche materna es variable y oscila entre 30 y 50g/L, con un promedio de 354 (3.5%) en la leche madura. También, al final de la tetada aumenta la concentración de lípidos, lo que da un aspecto más cremoso, al compararla con la leche del inicio de la tetada.^{11, 12}

Absorción de los lípidos. La capacidad de digestión de los lípidos por la lipasa pancreática no está totalmente desarrollada en el periodo neonatal temprano, por una relativa insuficiencia pancreática. Sin embargo, la digestibilidad de la leche materna es bastante buena; se logran absorber más de un 95% de los lípidos ingeridos. Esta digestión es llevada a cabo por un grupo de enzimas diferentes a la lipasa pancreática. Primero se encuentran la lipasa lingual y la gástrica, que inician la hidrólisis de los triglicéridos en el estómago. La leche materna contiene dos enzimas con actividad de lipasa; una conocida como lipasa estimulada por las sales biliares, que contribuye grandemente en el procesamiento de los triglicéridos, pues actúa indistintamente en todas las posiciones de los carbonos del glicerol; y la lipoproteín-lipasa, que es inactivada por las sales biliares y actúa preferentemente en el estómago hidrolizando la posición 1 de los triglicéridos. La lipasa pancreática actúa en la posición 1 y 3.

Por lo tanto, la estructura estereo-isomérica de los triglicéridos influye en su hidrólisis y absorción. El ácido graso más abundante en la leche materna es el ácido palmítico (C16:0) y está en la posición 2 de la molécula de glicerol. La hidrólisis parcial de los triglicéridos se inicia en los carbonos terminales y libera los enlaces 1 y 3 del glicerol, dejando un 2-monoglicérido, que se absorbe directamente sin proceso adicional.

Consideraciones funcionales. La absorción de los ácidos grasos es importante no sólo por el aporte calórico para un adecuado crecimiento, sino para la síntesis de los esfingolípidos y esfingomiélin, para el desarrollo y maduración del sistema nervioso y de la retina. Contribuyen además con la absorción de las vitaminas liposolubles y en el aporte de ácidos grasos esenciales, que deben constituir al menos un 1% de las calorías de la dieta.

11. Picciano MF. *Op cit.*

12. Molina-Font JA y Valenzuela A. *Op cit.*

Los ácidos grasos esenciales son ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (con más de 18 carbonos y con 2 o más enlaces dobles). Los principales son el ácido linoleico (C18:2 ω -6), de la serie omega-6, el ácido linolénico (C18:3 ω -3) de la serie omega-3, y sus derivados, el ácido araquidónico (C20:4 ω -6) y el ácido docosahexaenoico (C22:6 ω -3); estos últimos son conocidos también como LC-PUFA por sus siglas en inglés (*long-chain polyunsaturated fatty acids*). Estos ácidos grasos esenciales son utilizados como precursores de la síntesis de prostaglandinas (mediadores de la inflamación), como elementos estructurales de las membranas celulares (fosfolípidos); contribuyen al transporte y oxidación del colesterol. El ácido docosahexaenoico está involucrado en la maduración de la retina, en un mejor desempeño visual y un mejor desarrollo psicomotor.¹³

Se ha podido determinar por que los niveles sanguíneos de ácidos grasos en la madre son bajos durante el embarazo y la lactancia, lo cual indica una transferencia preferencial hacia el feto y el lactante a través de la placenta y de la glándula mamaria, respectivamente.

Los lípidos contribuyen con la protección inmunológica de varias otras formas.¹⁴ Los ácidos grasos liberados por la acción de la actividad de lipasa de la leche materna afectan la estructura de la cápside de algunos virus (VIII, herpes simple tipo 1)¹⁵ Los ácidos palmítico (C16:1), oleico (C18:1 ω -9) y láurico (C12) tienen acción contra bacterias grampositivas (factor de resistencia antiestafilocócica), bacterias gramnegativas (*Escherichia coli*), hongos y protozoarios (*Giardia*).¹⁶

Colesterol. Ha sido punto de interés si el alto contenido de grasa en la leche materna puede influir en los niveles de lípidos séricos en la edad adulta. Varios estudios han encontrado que, aunque los niveles de lípidos están elevados durante la infancia temprana y la adolescencia, en individuos que fueron alimentados con leche materna, esto se relaciona con niveles más bajos de colesterol total

13. Heird WC. "The role of polyunsaturated fatty acids in term and preterm infants and breastfeeding mothers." *Pediatr Clin North Am* 2001; 48:173-88.

14. Molina-Font JA y Valenzuela A. *Op cit.*

15. Hamosh M. "Protective function of proteins and lipids in human milk." *Biol Neonate* 1998;74: 163-176.

16. Hamosh M. (2001) *op cit.*

y de LDL en la edad adulta.^{17,18} Algunos autores explican que una adecuada disponibilidad de colesterol permite el desarrollo de las vías metabólicas para la autoregulación de los niveles de colesterol. Se debe tener en consideración que las concentraciones de LDL, HDL y colesterol total tienen relación con el consumo de una adecuada proporción de ácidos grasos poliinsaturados, aparte de la actividad física y hábitos del individuo adulto (como el tabaquismo), por lo que ha sido difícil discernir sobre el aparente papel protector de los lípidos de la leche materna humana y la influencia de otros factores ambientales o dietéticos.

Carbohidratos

El principal carbohidrato presente en la leche materna es la lactosa, un disacárido formado por glucosa y galactosa, sintetizado exclusivamente por la glándula mamaria. La lactosa es uno de los componentes más estables de la leche materna; se encuentra en concentraciones altas de 68 a 70 g/L. Provee entre un 40 y un 50% de las calorías. Es importante en la síntesis de la leche materna, pues provee de acción osmótica para extraer el agua del torrente sanguíneo de la madre y formar la porción acuosa de la leche; también contribuye a dar las características semilíquidas de las deposiciones del lactante alimentado al pecho. Favorece la absorción de calcio, hierro, manganeso, magnesio y otros minerales.

Las concentraciones de lactosa se correlacionan con las de la alfa-lactoalbúmina, pues la síntesis de lactosa se lleva a cabo por una reacción acoplada con la galactosiltransferasa y la alfa-lactoalbúmina.

Adicionalmente se pueden encontrar otros carbohidratos, como glucosa libre y oligosacáridos, y moléculas que están ligadas a carbohidratos como los nucleótidos de ribosa, glicolípidos y glicoproteínas. Algunos de los oligosacáridos tienen actividad biológica en los lactantes, como, por ejemplo, inhiben la adhesión de enteropatógenos a los receptores de mucosa y promueven el crecimiento de las bifidobacterias en el intestino. También inhiben la adhesión de *Streptococcus pneumoniae* y *Haemophilus influenza*, al epitelio respiratorio.¹⁹

17. Owen CG et al. Infant feeding and blood cholesterol: a study in adolescence and a systematic review." *Pediatrics* 2002;310:597-608.

18. Owen CG et al. "Does initial breastfeeding lead to lower blood cholesterol in adult life? A quantitative review of the evidence." *Am J Clin Nutr* 2008;138:305-14.

19. Hamosh M. (2001) *Op cit*.

Una porción parcialmente hidrolisada de lactosa llega al colon, la cual es digerida en forma anaeróbica, acidificando el medio intestinal lo que favorece también el establecimiento de las bifidobacterias, que protegen la mucosa intestinal de la proliferación de bacterias patógenas.²⁰

Nucleótidos

Son compuestos que incorporan bases de purinas y pirimidinas. Pueden abarcar cerca del 25% del nitrógeno no proteico. Entre los nucleótidos presentes en la leche humana están: citidina, adenosina, uridina, guanosina, inosina.

Son utilizados por tejidos con gran recambio celular como la piel, las mucosas del tracto gastrointestinal, por los leucocitos y las células del sistema inmunológico. Se ha determinado que los nucleótidos ayudan en la recuperación y reparación de la mucosa intestinal en casos de infección. Algunos investigadores han postulado que estos tejidos de gran recambio celular (mucosa intestinal, tejido linfoideo) carecen de la capacidad de síntesis de novo de los nucleótidos, por lo que se requieren fuentes externas para suplir la demanda." Así, se ha podido determinar que mejoran la respuesta inmunológica mediante estudios clínicos con niños alimentados con leche materna y niños alimentados con fórmulas adicionadas con nucleótidos; estos dos grupos de lactantes elevan más los niveles de anticuerpos protectores después de la vacunación, en comparación con niños alimentados con fórmulas sin nucleótidos.

Los nucleótidos contribuyen en mejorar la absorción del hierro y también favorecen la proliferación de las bifidobacterias en el intestino, las cuales inhiben el crecimiento de bacterias patógenas.

Otros nutrientes

Otros nutrientes de la leche materna incluyen las vitaminas liposolubles (A, D, E, K), vitaminas hidrosolubles, minerales y oligoelementos. La concentración de vitaminas liposolubles en la leche depende de la dieta materna, no así las hidrosolubles. Sus concentraciones son adecuadas para las necesidades del niño.

20. Molina-Font JA y Valenzuela A. *Op cit.*

21. Uauy R, Quan R, Gil A. "Role of nucleotides in intestinal development and repair: Implications for infant nutrition." *J Nutr* 1994;124(suppl):1436.

Vitaminas liposolubles

Vitamina A. Representada por un grupo de ésteres de retinol; su concentración está relacionada con la ingesta materna diaria. También se encuentran varios carotenoides como alfa caroteno, beta caroteno, luteína, criptoxantina y licopenes. Se les reconoce un papel antioxidante, neutralizando los radicales libres. Recientemente se ha estudiado el contenido de luteína en la leche materna y se le ha identificado como protector de las estructuras del ojo y en especial la retina, contra la radiación ultravioleta proveniente del sol.

Vitamina D. Está presente en forma de esteroides. El contenido de vitamina D en la leche está también relacionado con la ingesta materna; los hijos de madres con dietas restringidas en vitamina D pueden desarrollar raquitismo (dietas vegetarianas estrictas) así como las que se cubren completamente de la luz solar, o quienes viven en latitudes extremas, donde no hay exposición solar todos los meses del año. En esos casos se ha recomendado la suplementación de los lactantes con vitamina D. En nuestros países tropicales, con una adecuada exposición solar todo el año, podría no ser necesario este suplemento.

Vitamina E. El principal componente es el alfa tocoferol; también hay pequeñas cantidades de beta, gama y delta tocoferoles. Su acción principal es funcionar como antioxidantes, neutralizando los radicales libres.

Vitamina K. El contenido de vitamina K en la leche materna está poco relacionado con la ingesta materna, probablemente por la variación en la biodisponibilidad de las fuentes alimentarias; aunque se ha observado que la suplementación materna incrementa los niveles en la leche y en el plasma de los lactantes.

Vitaminas hidrosolubles. En la leche materna se encuentran concentraciones mayores que en el plasma materno de: vitamina C, tiamina, cianocobalamina, vitamina B6 y folatos, lo cual indica que la glándula mamaria transporta activamente estos productos hacia la leche materna con tal de proveer un adecuado suministro al lactante.

Minerales. La leche materna contiene calcio, fósforo y magnesio en cantidades que no se correlacionan con los niveles séricos de la madre. Las proporciones en las concentraciones en la leche van

cambiando conforme avanza el proceso de la lactancia; el fósforo tiende a disminuir mientras que las concentraciones de calcio y de magnesio aumentan; se postula que estos cambios son importantes para la remodelación ósea durante la infancia.

Electrolitos. La leche materna madura contiene sodio, potasio y cloruro en concentraciones promedio de 7, 15 y 12 mEq/L respectivamente.

Elementos traza. De éstos, tienen importancia, por su gran biodisponibilidad, el hierro y el zinc. Las concentraciones de hierro son similares a la leche de vaca, sin embargo, el hierro en la leche materna se absorbe hasta cinco veces más. Se plantea que la lactoferrina contribuye con la gran biodisponibilidad del hierro; ésta molécula probablemente liga entre un 20 y 30% del hierro; un tercio del hierro total de la leche materna se encuentra en la fase lipídica de la leche y otro tercio en la fase acuosa y un 10% ligado a la caseína.

En relación con el zinc, los lactantes alimentados con leche materna tienen niveles séricos altos de zinc comparados con aquellos alimentados con fórmulas, aun cuando en estas la concentración es hasta tres veces mayor que en la leche materna, lo cual revela su gran biodisponibilidad. El zinc ayuda activamente en el crecimiento.

Comentario final

Las investigaciones actuales proveen de un mayor conocimiento de los diferentes y múltiples componentes de la leche materna humana. Cada vez más se reconoce la importancia de la alimentación del lactante con leche materna exclusiva durante los primeros seis meses de vida. La OMS está recomendando que éste sea el referente estándar para la evaluación del crecimiento y desarrollo de los grupos de población menor de 5 años, con la publicación de las nuevas gráficas de crecimiento, sin embargo, este punto ya sale de los objetivos de este texto. Se desea resaltar la importancia de reconocer las ventajas que ofrece la leche materna para favorecer la promoción de la práctica de la lactancia materna como una forma natural de preservación y promoción de la salud.

Referencias bibliográficas

Álvarez, Belén, José, Ignacio y, otros. Diccionario Mosby de Medicina, Enfermería y Ciencias de la Salud. 2ª edición. Madrid, España. 1995. p. 771.

Forsum E, Lonnerdal B. "Effect of protein intake on protein and nitrogen composition of breast milk." *Am J Clin Nutr* 1980;33:1809-13.

Garza G, Schanler RJ, Butte NF, Motil KJ. "Special properties of human milk." *Clin Perinatol* 1987;14:11-32.

Hamosh M. "Bioactive factors in the human milk." *Pediatr Clin North Am* 2001;48:69-86.

Hamosh M. "Protective function of protein and lipids in human milk." *Biol Neonate* 1998;74:163-176.

Heird WC. "The role of polyunsaturated fatty acids in term and preterm infants and breastfeeding mothers." *Pediatr Clin North Am* 2001;48:173-88.

Miranda R, Saravia NG, Ackerman R, Murphy N, Berman S, McMurray DN. "Effect of maternal nutritional status on immunological substances in human colostrum and milk." *Am J Clin Nutr* 1983;37:632-40.

Molina-Font JA, Valenzuela A. "Lactancia natural." En: Cruz-Hernández M, director. *Tratado de Pediatría M. Cruz*. 9ª edición. Barcelona: Editorial Océano/Ergon. 2007. p. 647- 59.

Motil KJ, Sheng HP, Montandon CM, Wong WW. "Human milk protein does not limit growth of breast-fed infants." *Pediatr Gastroenterol Nutr* 1997;24:10-7.

Owen CG, Whincup PH, Kaye SJ, Martin RM, DaveySmith G, Cook DG, et al. "Does initial breastfeeding lead to lower blood cholesterol in adult life? A quantitative review of the evidence." *Am J Clin Nutr* 2008;88:305-14.

Owen CG, Whincup PH, Odoki K, Gilg JA, Cook DG. "Infant feeding and blood cholesterol: a study in adolescents and a systematic review." *Pediatrics* 2002;110:597-608.

Picciano MF. "Nutrient composition of human milk." *Pediatr Clin North Am* 2001;48:53-67.

Uauy R, Quan R, Gil A. "Role of nucleotides in intestinal development and repair: Implications for infant nutrition." *J Nutr* 1994;124(suppl):1436.