

PERDIDAS DE NUTRIENTES POSTERIORES A ESTERILIZACION TERMINAL. Estudio preliminar

Licenciadas S. Blasi, A. Alvarez, A. Cresta, S. Guisande

RESUMEN

La industria conoce las pérdidas de nutrientes en el proceso de fabricación de fórmulas artificiales pero se desconocen las consecuencias nutricionales de los tratamientos por calor a la que son sometidas las mezclas en los lactarios con el fin de evitar contaminaciones indeseables. Con el objetivo de conocer las pérdidas de proteínas y vitamina C posteriores a esterilización terminal en nuestro hospital, se tomó una muestra (n: 8), del total de fórmulas lácteas preparadas para una toma (N:120). Se analizaron cuatro fórmulas lácteas (Nan1[®], Nan 2[®], Nan sin lactosa[®], Pregestimil[®]) de uso frecuente. Se determinó el deterioro de proteínas a través de la determinación de lisina bloqueada (método calorimétrico con fluorodinitrobenzoceno) en muestras pre-ET y post-ET para cada tipo de fórmula láctea. Con igual procedimiento se analizó la pérdida de vitamina C (método potenciométrico). Los resultados muestran pérdidas de hasta el 10% y 78% para lisina y vitamina C respectivamente, cifras que no impedirían cubrir con la ingesta recomendada por FAO/ 1973 infantes: 1,03g/kg/día de lisina y 30mg/día de vitamina "C" (RDA1989). Sin embargo las fórmulas lácteas que contienen lactosa como único carbohidrato desencadenan reacción Maillard temprana y bloqueo de lisina mayor que en las fórmulas lácteas con maltodextrinas y no hubo diferencias en las fórmulas con predominio de caseína o de suero. La alimentación enteral en pediatría reviste vital importancia en la recuperación nutricional del paciente internado. Este trabajo preliminar establece una tendencia para conocer la brecha existente en el cumplimiento efectivo de lo indicado por el pediatra y el resultado posterior al manipuleo de fórmulas lácteas administradas a los pacientes internados.

Palabras clave: pérdida de nutrientes, pacientes internados, lisina bloqueada, pérdida de vitamina C, fórmulas lácteas.

Medicina Infantil 1999; VI: 274 - 278.

ABSTRACT

Nutrient loss during the industrial preparation of artificial formula is well known, but no information exists concerning this issue when formula is heat treated at the hospital in order to prevent undesirable contamination. We undertook this study in order to evaluate the protein and vitamin C loss after terminal sterilization (TS) in our hospital. We have selected a sample of 8 of a total of 120 formulas prepared for use at our hospital. We have assessed four brands of frequently used formulas (NAN1, NAN2, NAN sin lactosa and Pregestimil). Protein deterioration was assessed through determination of blocked lysine with a colorimetric method with flourodinitrobenzene before and after TS for each brand. We found a protein and vitamin C loss of 10% and 78% respectively. These results, however would suffice for the FAO/1973 infant intake recommendation: 1.03 g/kg/day for lysine and 30 mg/day for vitamin C. However those formulas with lactose as a single carbohydrate may cause an early Maillard reaction leading to a greater lysine blockage. There were no differences between formulas according to the predominance of caseine or serum. Enteral nutrition is of paramount importance in the re-feeding of in-patients. This preliminary observation helps to narrow the gap between the effective prescription and the actual delivery of nutrients after handling of formula in in-patients.

Key words: nutrient's losses, blocked lysine, loss of vitamin C, infants formula.

Medicina Infantil 1999; VI: 274 - 278.

Area de Alimentación
Hospital de Pediatría Juan P. Garrahan
Recibido: 30-08-99 — Aceptado: 15-11-99
Correspondencia a: Lic. Sandra Blasi
Santa Fé 3886 5° C (1425) Buenos Aires

INTRODUCCION

Si bien la industria conoce las pérdidas de nutrientes en el proceso de fabricación de fórmulas artificiales y asegura márgenes cualicuantitativos

finales en el producto terminado, no se han explorado cuáles son las consecuencias nutricionales de los tratamientos por calor a las que son sometidas las mezclas en las instituciones pediátricas con la finalidad de evitar contaminaciones indeseables y obtener productos bacteriológicamente seguros y nutricionalmente adecuados.

Aunque los nutricionistas bregamos por obtener en estos sectores fórmulas libres de patógenos y con un recuento bacteriológico no superior a 10^3 UFC/ml (unidades formadoras de colonias por mililitro)¹, no se conoce fehacientemente el deterioro nutricional de los procesos por calor (esterilización terminal) a las que son sometidas.

En numerosos centros de salud pediátricos argentinos las unidades de biberones y frascos para alimentación enteral destinados a pacientes continúan sometiéndose al proceso de esterilización terminal, proceso controvertido por numerosos autores^{2,3,4}.

El mercado de fórmulas infantiles ha cambiado rotundamente en los últimos años con el advenimiento de fórmulas listas para usar (estériles); sin embargo la racionalidad económica se inclina a continuar utilizando los métodos tradicionales de reconstitución a base de mezclas de polvo y agua libres de microorganismos viables (incluidas las esporas) de importancia sanitaria.

Los procesos por calor eliminan la contaminación bacteriana y son esenciales para la preservación de las fórmulas infantiles. El calor sin embargo, también induce a un número de cambios químicos que pueden influenciar el valor nutricional del producto. La reacción química más importante es *el efecto Maillard ó de Bronceado No Enzimático*⁵. Durante esta reacción, el grupo Σ - amino del aminoácido (aa) lisina presente en la proteína de la leche reacciona con el grupo aldehído del carbohidrato lactosa formando un compuesto el lactulosyl-lisina^{6,7}.

Cuando se somete al calentamiento, el compuesto lactulosyl-lisina se degrada y forma varios compuestos de bajo peso molecular: los premelanoides que posteriormente polimerizan y forman melanoides⁸. Entre los factores que gobiernan el desarrollo de la reacción, es preciso destacar: la temperatura, el tiempo de reacción, el PH y la hidratación del medio⁹.

Las fórmulas infantiles en polvo que se comercializan pueden contener del 3 al 15% de su lisina inicial como lactulosyl-lisina^{7,10} y pequeñas cantidades de productos de la reacción Maillard. La formación de estos compuestos dan como resultado la *no biodisponibilidad del aa que está involucrado en la reacción* con importantes consecuencias en el aspecto nutritivo.

Puede constatarse un paralelismo entre la intensidad de la reacción y el valor nutritivo del alimento en que se produce. Se sabe actualmente que *la*

*lisina es el principal aa que se encuentra dislocado o bloqueado definitivamente como consecuencia de la reacción. El empobrecimiento en lisina es uno de los factores que limita la utilización digestiva de las proteínas de la leche*⁹.

Respecto al deterioro vitamínico, las vitaminas liposolubles A y D son relativamente estables al tratamiento por calor que se usa en el procesamiento de la leche. Del grupo de hidrosolubles la riboflavina, niacina, ácido pantoténico y biotina son relativamente estables. *La vit C, tiamina, B6, B12 y ácido fólico son todos afectados en los procesamientos de la leche*, y con excepción de la vit C las pérdidas de éstas vitaminas son menores al 10% después de la pasteurización y entre 10 y 20% después del tratamiento de ultra alta temperatura (UHT). El promedio de pérdidas en esterilización son 20% para tiamina, B6 y B12 y 30% para ácido fólico. La estabilidad de la vit C se afecta por el contenido de oxígeno de la leche. El promedio de pérdida es del 25% después de la pasteurización, 30% después de UHT y 60% después de la esterilización¹¹.

En los años cincuenta y sesenta se recomendaba tratar con calor adicional las leches artificiales diluidas previo a su administración¹² y en 1966 el Comité Americano de Nutrición especificó que los biberones podían ser preparados y utilizados sin tratamiento térmico terminal, sin embargo sí se recomendaba este tratamiento térmico para aquellos biberones preparados en lotes previo a la conservación a temperatura de refrigerador¹³.

Las unidades preparadas corren riesgos de contaminación durante el manipuleo posterior a los procesos de preparación y distribución intrainstitucional, por ende son sometidas nuevamente a procesos de calentamiento antes del consumo. Hasta la actualidad no ha sido explorado el efecto del tratamiento por calor sobre la composición de los nutrientes y la disponibilidad de los micronutrientes.

OBJETIVOS

Es intención del presente trabajo conocer la pérdida de proteínas y vitamina C (vit C) posteriores al proceso de Esterilización Terminal (ET) en fórmulas lácteas (FL) y en un momento dado según las normas, procedimientos y equipos del Laboratorio de Elaboración de Fórmulas Lácteas del Hospital de Pediatría Juan P. Garrahan.

MATERIALES Y METODOS

Se determinó la pérdida de proteínas (a través de la pérdida y/o disponibilidad del aa lisina) y de la vitamina hidrosoluble C.

Toma de muestra

Del total de fórmulas preparadas N:120 para su uso en la toma de las 8 hs según los procedimientos habituales¹³ se obtuvo una muestra de n: 8 para

la determinación de la pérdida de lisina (día 1). Con idéntico procedimiento y tamaño muestral el día siguiente (día 2) se obtuvo un segundo lote para la determinación de pérdida de vit C.

Se utilizaron 4 FL de consumo habitual, de las cuáles se obtuvieron 2 muestras (M) pre-ET y postET de cada grupo: en total 2 M por cada grupo.

Las fórmulas seleccionadas fueron:

- Grupo 1: 2 M de Fórmula de inicio (NAN 1[®])
- Grupo 2: 2 M de Fórmula de seguimiento (NAN 2[®])
- Grupo 3: 2 M de Fórmula sin lactosa (NAN SIN LACTOSA[®])
- Grupo 4: 2 M de Fórmula con caseína hidrolizada (PREGESTIMIL[®])

Los polvos para la reconstitución de las muestras fueron pesados en una balanza electrónica marca OHAUS (precisión 0,1 gramo (g)) y se respetó la dilución estándar sugerida por el fabricante: NAN1[®]: 13,2 g en 90 cc; NAN 2[®]: 13,8 g en 90 cc; NAN SIN LACTOSA[®]: 13,2 g en 90 cc; PREGESTIMIL[®]: 17,7 g en 90 cc.

Muestras pre-Esterilización Terminal

Se procedió al hervido del agua de reconstitución durante 10 minutos en una marmita de acero inoxidable de 30 litros de capacidad. El polvo fue pesado por alícuotas en forma individual para cada grupo de fórmula.

Los biberones vacíos fueron previamente esterilizados en autoclave marca Quetzal a 121 °C durante 20 minutos.

El proceso de reconstitución fue realizado por un único operador (Ayudante de Servicio) responsable de la preparación diaria de fórmulas.

Para la reconstitución propiamente dicha se colocó para cada uno de los cuatro grupos (1,2,3, y 4) 90 cc de agua previamente hervida y la totalidad del polvo en una jarra graduada, se mezcló para lograr la pasta inicial. Se completó con el resto del agua previamente hervida hasta 200cc para cada grupo.

Se distribuyó el volumen total reconstituido para cada grupo en 2 biberones, cada uno de 100cc, se tapó con rosca, tetina y cubretetina correspondiente a cada unidad.

Muestras Post-Esterilización Terminal

Se procedió con igual metodología que para las M pre-ET. Posteriormente fueron sometidas al proceso de calor en un equipo procesador de biberones marca QUETZAL Baby 72, a 100 °C durante 10 minutos. El control de temperatura del proceso se midió con termómetro de máxima (-50° + 150 °C) y el tiempo con un timer marca Sumbean.

Las 8 M pre-ET, post-ET se colocaron en una

heladera conservadora con refrigerante envueltas en papel de aluminio, con la finalidad de mantener una temperatura no superior a 6°C durante el traslado al Laboratorio.

Determinación de lisina

La determinación de lisina para ambos grupos de M pre-ET y post-ET recolectadas el día 1 se realizó en el Laboratorio del Departamento de Alimentos del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) perteneciente a la Secretaría de Industria de la República Argentina.

Se utilizó el método colorimétrico con fluorodinitrobenzoceno (FNBD)¹⁴.

La determinación de vitamina C

Para ambos grupo de de M pre-ET y post-ET recolectadas el día 2 se realizó en el Laboratorio de Control de Calidad de la empresa Nestlé S.A.

Se utilizó el método potenciométrico para análisis del ácido ascórbico¹⁵.

RESULTADOS

La cantidad de lisina bloqueada detectada en cada muestra se observa en la Tabla 1. Del total de M (n:8) se pudieron determinar 6; las M 7 y 8 con proteína hidrolizada no reaccionaron en absoluto con el colorante empleado como reactivo según datos suministrados por el INTI. Esto podría deberse a que la lisina en los hidrolizados, está presente como lisina libre a consecuencia de la hidrólisis a la que son sometidos estos productos en su proceso de fabricación.

TABLA1: DISPONIBILIDAD Y PERDIDA DE LISINA EN LAS MUESTRAS ESTUDIADAS.

(n: 8) Muestra n°	Contenido de lisina PreET (g/l)	Lisina disponible PostET (g/l)	Lisina bloqueada (g/l)	Lisina bloqueada % del total
1	1,1	1,09	0,01	1
2	1,1	1,0	0,1	9,1
3	1,6	1,6	0,0	0
4	1,7	1,6	0,1	5,89
5	1,2	1,2	0,0	0
6	1,2	1,2	0,0	0
7 (*)	-	-	-	-
8 (*)	-	-	-	-
Valoración estadística	Me: 0,035	DS: 0,05	Valor t :1,698	P: 0,15

(*) No se pudo determinar

De la valoración estadística surgen los siguientes datos: la cantidad de lisina bloqueada promedio (antes y después del tratamiento térmico) fue de 0,035 (DS: 0,05), Valor t de la distribución: 1, 698 con un p: 0,15.

En la Tabla 2 se consigna la información cuali-cuantitativa respecto a proteínas e hidratos de carbono en orden de proveer información de los dos nutrientes involucrados en la reacción de Maillard.

Del total de muestras (n:8) se pudieron determinar 6, las M 7 y 8 no se pudieron determinar por inconvenientes en el traslado. La valoración estadística arrojó un pérdida de vitC promedio(antes y

TABLA 2: LISINA BLOQUEADA Y NUTRIENTES AFECTADOS EN LA REACCION MAILLARD DEL GRUPO DE FORMULAS ESTUDIADAS.

Muestra	Proteínas totales (g/100ml)	Relación (suero/caseína)	H. de Carbono (Tipo)	Contenido de Lisina Pre ET(g/l)	Lisina bloqueada. Post.ET (% del total)
M1 Nan1	1,52	60/40	lactosa	1,1	0,10
M2 Nan1	1,52	60/40	lactosa	1,1	0,10
M3 Nan2	2,22	22/77	lactosa	1,6	0,00
M4 Nan2	2,22	22/77	lactosa	1,7	0,10
M5 Nan s/lactosa	1,86	100% caseína ácida	Maltodextrina	1,2	0,00
M6 Nan s/lactosa	1,86	100% caseína ácida	Maltodextrina	1,2	0,00
M7 y M8 Pregestimil	1,90	caseína hidrolizada	polímeros de glucosa/almidón modificado	-	-

El grupo de fórmulas lácteas de inicio (M1 y M2) con relación caseína-suero 60/40, y con lactosa como único carbohidrato arrojó un valor de lisina bloqueada del 10% (0,11 g/litro) del contenido total de lisina (1,1 g/litro).

El grupo de FL de seguimiento (M3 y M4) con relación caseína-suero 77/22 y con lactosa como único carbohidrato, en la M3 no se observó bloqueo de lisina (0%), y la M4 arrojó un valor de lisina bloqueada del 10% (0,17 g/litro) del contenido total de lisina (1,7 g/litro).

Respecto al grupo de fórmulas sin lactosa (M5y M6) con caseína ácida como fuente de proteínas y con maltodextrinas como única fuente de carbohidratos, no se produjo bloqueo de lisina en ambas M.

Las pérdidas de vit C detectadas en las muestras estudiadas se observan en la Tabla 3.

TABLA 3: PERDIDA DE VITC EN LAS MUESTRAS ESTUDIADAS.

(n: 8) Muestra nº	Contenido de VitC (mg/100ml) PreET	Contenido de VitC (mg/100ml) PostET	% de pérdida
1	6,95	2,48	64,4
2	6,77	2,09	69,13
3	8,43	5,32	36,9
4	7,99	4,63	42,1
5	5,91	1,05	82
6	5,75	1,26	78
7 (*)	-	-	-
8 (*)	-	-	-
Valoración estadística	Me: 4,16 DS: 0,736	Valor t: 13,85	p: 0,00004

(*) No se pudo determinar

depués del tratamiento térmico) de 4,16 (DS: 0,736): Valor t: 13,85 con un p: 0,00004.

Se destaca que las fórmulas de inicio (M1 y M2), de seguimiento (M3 y M4) y sin lactosa (M5 y M6) se encontraron pérdidas en promedio del 67%, 39,5% y 80% respectivamente. Se observa que en las FL con mayor contenido inicial de vitC (M3 y M4) la pérdida es menor que en las FL de inicio (M2 y M3) y en las sin lactosa (M4 y M5).

DISCUSION

El análisis muestra que las fórmulas que contienen lactosa como único carbohidrato (M 1, 2, 3,4) podrían desarrollar estadios tempranos de la reacción Maillard y un subsecuente bloqueo de lisina (10% de lisina no disponible post-ET) mayor que en las fórmulas en las que se ha sustituido este carbohidrato por maltodextrinas (M 5 y M 6) y que no arrojaron resultados de bloqueo de lisina. En las fórmulas en las que se reemplazó totalmente la lactosa por maltodextrina, la predominancia de proteínas del suero en las M 1 y 2 con respecto a las fórmulas con predominio de caseína (M 3, 4, 5 y 6) no mostraron diferencias respecto a la cantidad de lisina bloqueada.

En la mayoría de las M la cantidad de lisina bloqueada no tendría un impacto negativo sobre el valor nutricional del producto final, la ingesta diaria de lisina disponible cubriría el nivel sugerido para infantes (FAO: 102 mg/kg/día). Resultados similares a los obtenidos informó Filippo y colaboradores, reportando que una reducción del 25-30% de lisina disponible en fórmulas lácteas podría conducir a un inadecuado suministro¹⁶.

Otros estudios que exploran las pérdidas de li-

sina disponible en fórmulas infantiles, encontraron una reducción significativa en el bloqueo de lisina cuando la lactosa fue sustituida por maltodextrina y el efecto contrario (lisina no disponible mayor al 30%) con el agregado de monosacáridos como la glucosa^{17,18}.

La elección de la lactosa en la producción de fórmulas infantiles puede ser apropiada porque reproduce mejor la composición de la leche materna. Con la salvedad que el uso de disacáridos reductores inevitablemente causa modificaciones de la fracción proteica como resultado de las condiciones de manufactura y los posibles manipuleos por calor previos al suministro como en el procedimiento estudiado en este trabajo.

Las pérdidas detectadas de vit C requieren un análisis particular. Según las recomendaciones de la Sociedad Americana de Ciencias de la Nutrición y específicamente en referencia a la cantidad de nutrientes requeridos en Fórmulas Infantiles, la cantidad mínima de ácido ascórbico establecida es de 6mg/100 kcal¹⁹. Este valor es coincidente con las últimas Recomendaciones Dietéticas Admitidas (RDA)²⁰ de vit C para infantes desde el nacimiento hasta los 6 meses de edad de 30mg/ día. Dos grupos de FL estudiadas (M 1,2,3 y 4) son utilizadas para infantes sin compromiso nutricional, y cubrirían las cifras recomendadas asumiendo un modelo de ingesta de 1200 cc/día. Las FL sin lactosa (M 5 y 6) son utilizadas en situaciones especiales, los volúmenes y concentraciones difieren dependiendo de cada situación en particular. Por ejemplo con la ingesta única de 1200 cc/día se alcanza a cubrir el 50% de las RDA, en este caso se requeriría de suplementación cuando el paciente demande este tipo de FL por largos períodos.

CONCLUSIONES

La esterilización terminal no presentaría inconvenientes respecto del deterioro de los nutrientes de mayor labilidad, siempre que se controle el tiempo y la temperatura de exposición de las unidades preparadas en el proceso.

La alimentación enteral en pediatría reviste vital importancia en la recuperación nutricional del paciente internado. Este estudio preliminar pretende

brindar datos que permitan establecer la brecha existente entre el cumplimiento efectivo de lo indicado por el pediatra y el producto final administrado al niño, como así también la conveniencia en la utilización de equipos procesadores de fórmulas en lactarios institucionales con importante producción de unidades a suministrar diariamente.

La tendencia encontrada por los autores deberá sustentarse en un mayor número de observaciones para arribar a conclusiones definitivas.

REFERENCIAS

1. Preparation of Formula for Infants: Guidelines for Health Care Facilities. Cap. 5: pag 73. The American Dietetic Association. Chicago, 1991.
2. Fomon S. Nutrición del Lactante. Cap. 27: pag 424 1º ed. Madrid: Mosby/Doyma, 1995.
3. Preparation of Formula for Infants: Guidelines for Health Care Facilities. Cap. 4: pag 51. The American Dietetic Association. Chicago, 1991.
4. Hodson AZ. Terminal Heating of Infant Formula: Retention of Heat-Labile Nutrients. JADA 1949; 25:119-123.
5. Maillard LC. Action des amino-acides aminés sur les sucres; formation des melanoidines par voie méthodique. C.R. Ac. Sci 1912; 154:66-8.
6. Mauron J, The Maillard reaction in food; a critical review from the nutritional standpoints. In: Progress in food and nutrition science editor; Oxford: Pergamon Press 1981; 5:5-35.
7. Finot PA, Deutch R, Bujard E. The extent of the Maillard reaction during heat processing of milk. In: Progress in food and nutrition science editor; Oxford: Pergamon Press 1981;345-56.
8. Finot PA. Non enzymatic Browning products: physiologic effects and metabolic transit in relation to chemical structure. Diabetes 1982; 31(Suppl 3): 22-8.
9. Veisseyre R. Lactología Técnica. Comportamiento de la leche ante el frío y el calor. 2º ed. Acribia. Zaragoza, 1991.
10. Hurrell RF, Finot PA, Aeschbacher HU et al. Influence of the Maillard reaction on the nutritional value of food. Advances in life science 1990; Basel: Birkhauser Verlag, 245-58.
11. The technology of Vitamins in Food. Edited by P.Berry Ottaway. Blackie Academis&Professional (An Imprint of Chapman&Hall, 1993, 1º ed. Printed in Great Britain.
12. Committee on Fetus and Newborn,1961
13. Fomon S. Nutrición del Lactante. Cap27: pag 42, 2ºed. Iowa, 1993.
14. Hospital de Pediatría Juan P.Garrahan Area de Alimentación. Manual de Asistencia Alimentaria.Buenos Aires,1993.
15. Hurrell RF et al. Journal of Food Science 1979, 44: 1221.
16. Bosset J.O, Eberhard P, Butikofer U et al. Trav.Chim. Aliment.Hyg 1991; 82: 433-456.
17. Filippo E, Calcagno C, Zunin P. Relationship Between Blocked Lysine and Carbohydrate Composition of Infant Formulas. Journal of Food Science 1994; 54: 335-337.
18. Finot P, Deutsch R, Bujard E. The extent of the Maillard reaction during the processing of milk. Food Nutr.Sci 1981; 5: 345-55.
19. Raiten D, Talbot J and Waters J. Assessment of Nutrient Requirement for Infant Formulas. J of Nutr 1998; 128:nº11S: 2059-2294.
20. Food and Nutrition Board, National Academy of Sciences. National Research Council Recommended Dietary Allowances 10th edition, 1989.