Nueva fórmula láctea para el Programa Nacional de Alimentación Complementaria: balance nitrogenado y calórico

Carlos Castillo D.¹; Gladys Herrera A.¹; Vivien Gattas Z.¹
José Riumallo S.¹; Sergio Jarpa Y.²; Francisco Aliende G.²

A new modified cow's milk formula: nitrogen and energy balance studies

Nitrogen, fat and energy retention were measured in 10 male infants ($\bar{x}$ age = 6.8 mo) recovering from marasmic malnutrition while they were fed with either cow's milk based formula (LPM) or a modified cow's milk formula (LPM). Their mean weight for age ratio was 72% and their weight for length ratio was 95% (NCHS standards). They went through two consecutive balance periods of 6 days each (3 d. for adaptation and 3 d. for urine and feces collection) beginning with either formula randomly. Both formulas had 85 kcal/dl with 11% protein calories in LPM and 13% in LP. Energy intake, absorption and relative retention were slightly greater with LPM than LP. Fat intake was greater under LPM than LP (5.4 vs. 4.5 g·kg⁻¹·d, $p < 0.025$), which resulted in significant differences in fat absorption (LPM 4.3 vs. LP 3 g·kg⁻¹·d, $p < 0.025$). Nitrogen intake was significantly lower under LPM than LP (487 vs. 571 mg·kg⁻¹·d, $p < 0.025$) with lower urinary nitrogen excretion for LPM than for LP (304 vs. 417 mg·kg⁻¹·d, $p < 0.001$). Apparent nitrogen retention averaged 115 mg·kg⁻¹·d for LPM and only 69 mg·kg⁻¹·d for LP (NS). A significant correlation was observed between nitrogen intake and nitrogen retention: $r = 0.70$ ($y = 0.57x - 167$; $p < 0.05$) with LPM, and $r = 0.77$ ($y = 0.63x - 291$, $p < 0.01$) with LP. A correlation was also found between energy intake and weight gain: $r = 0.56$ (NS) with LPM, and $r = 0.88$ ($y = 0.26x - 26$; $p < 0.001$) with LP. The modified cow's milk formula shows better nitrogen and fat balance than the unmodified cow's milk based formula in malnourished infants recovering from marasmus.

(Key words: nitrogen, energy, balance, cow's milk, formulas, malnutrition).

La leche de vaca en polvo reconstituida y adicionada de hidratos de carbono ha sido utilizada como un eficaz sustituto en países como el nuestro, cuando la lactancia no ha sido posible, en especial en lactantes menores de un año de edad. Esto ha ocurrido, aun cuando la leche de vaca tiene una composición que puede afectar su calidad nutricional, como relativo exceso de proteínas, insuficiencia de algunos minerales y exceso de otros, con respecto a los requerimientos de un lactante, lo que obliga a la adición de hidratos de carbono y, o, lípidos para equilibrarla parcialmente^{1,2}.

El alto costo de las leches de vaca adaptadas para consumo de lactantes humanos, ha impedido su incorporación a programas de alimentación complementaria. Sin embargo, el avance tecnológico de las industrias lecheras permite en la actualidad proponer modificaciones parciales de la leche de vaca que, sin aumentar signifi-

cativamente sus costos, mejoren su calidad nutricional, constituyendo de esta manera mejores productos para programas de distribución de alimentos.

El presente trabajo forma parte de un conjunto de subproyectos destinados a evaluar la calidad nutricional, aceptabilidad y tolerancia de una leche de vaca en polvo modificada.

Sus objetivos fueron estudiar la calidad nutricional, mediante técnicas de balance metabólico, de una leche de vaca en polvo modificada (LPM), en comparación con la leche de vaca en polvo corriente (LP), en lo relativo a balance nitrogenado, grasas y calorías, en lactantes desnutridos en recuperación.

Material y Métodos

Se seleccionaron 10 lactantes de sexo masculino, con desnutrición primaria, hospitalizados para su tratamiento en un centro cerrado de recuperación nutricional, perteneciente a la Corporación para la Nutrición Infantil de Chile (CONIN). Se exigió que tuvieran entre 3 y 10 meses de edad, peso de nacimiento superior a 2.000 g, relación peso/talla (P/T) sobre 85%

1. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile.
2. Corporación para la Nutrición Infantil (CONIN).

del estándar OMS³ al momento de iniciar el estudio, estar libres de enfermedades agudas o crónicas agregadas. Antes de ingresarlos al protocolo se solicitó autorización de los padres mediante la firma de un consentimiento escrito e informado.

Cada niño fue sometido a dos períodos sucesivos de alimentación, empleando en uno exclusivamente leche de vaca en polvo (LP) y, en el otro, leche de vaca en polvo modificada (LPM), comenzando por cualquiera de ellas en un orden asignado al azar. La primera se reconstituyó al 10% con agregados de sacarosa 5%, maltosa-dextrina 1% y aceite 1%, mientras que la LPM se reconstituyó al 15%, con agregados de maltosa-dextrina al 2,5% (tabla 1).

Cada período de alimentación tuvo una duración de 6 días, correspondiendo los tres primeros a adaptación a la fórmula y los tres siguientes a balance. Durante los tres últimos se efectuó recolección completa de orina, mediante recolectores para 24 horas fijados a la piel con aerosol adhesivo para evitar filtraciones y también de deposiciones, usando pañales con papel filtro agregado, que habían sido pesados previamente. Al mismo tiempo se midieron cuidadosamente los volúmenes ingeridos, por diferencia en el peso de las mamaderas antes y después de cada alimentación. Las pérdidas, tanto en la ingesta de fórmula, como en la recolección de orina y heces, se registraron adecuadamente.

El inicio y final de cada período de balance se marcó dando a ingerir al niño 100 mg de rojo carmín y de azul brillante, respectivamente, y registrando su aparición en las heces.

Se tomaron alícuotas de alimentación, orina y heces, para medir el contenido de nitrógeno mediante el método de micro Kjeldhal⁴, grasas con el método Van de Kamer⁵ y calorías a través de bomba calorimétrica. Además, en orina se determinó creatinina urinaria con el objeto de controlar la exactitud de las recolecciones y nitrógeno ureico.

Al final de cada período de balance se tomaron muestras de sangre para determinar: glicemia, proteinemia, albuminemia, relación albúmina/globulina, uremia, nitrógeno ureico y fosfatasa alcalina.

El peso corporal se controló diariamente antes de la primera alimentación; la talla se midió al inicio del

estudio y al término de cada período de balance bajo condiciones estándar.

Para el análisis estadístico e interpretación de los resultados se utilizó promedio, desviación estándar y *t* pareado de Student para establecer diferencias de promedio. Además se efectuaron análisis de correlación simple entre variables seleccionadas.

Resultados

Los lactantes ingirieron en promedio $147,5 \pm 22,4$ ml·kg·día durante el período de balance con LP y $139,4 \pm 19,4$ ml·kg·día con LPM. No se observaron diferencias significativas en la ganancia ponderal entre ambos períodos ($4,5 \pm 5,1$ vs. $5,1 \pm 5,7$ g·kg·día con LP y LPM, respectivamente).

Conforme al mayor contenido proteico de la fórmula LP, la ingestión de nitrógeno fue significativamente mayor con ella que con la LPM (tabla 2). Sin embargo, la excreción fecal mostró tendencia a ser menor con la LPM y más significativamente en la excreción urinaria (417 ± 67 vs. 304 ± 58 mgN·kg·día, $p < 0,001$). La retención nitrogenada, con todo ello, tendió a ser mayor con la LPM, sin alcanzar significación estadística.

En lo que respecta a grasas, la ingestión fue significativamente mayor con LPM, conforme a los contenidos específicos de cada fórmula; la excreción fecal fue semejante y el balance fue mejor con LPM. En cuanto a calorías, la ingestión de éstas fue levemente mayor con LPM y no hubo diferencias significativas en la excreción fecal y retención.

A nivel plasmático, sólo se observó mejor relación albúmina/globulina con LPM, sin detectar-

Tabla 1

Contenido de nutrientes de la leche de vaca en polvo (LP), leche de vaca en polvo modificada (LPM) y las respectivas fórmulas preparadas

Nutriente	LP (x 100 g polvo)	LP reconstituida* (x 100 ml)	LP (x 100 g polvo)	LPM reconstituida** (x 100 ml)
Proteína (g)	27	2,7	15	2,2
Grasas (g)	26	3,6	26	3,9
Hidratos de carbono (g)	38	10,8	51	10,1
Acido linoleico (% cal. total)	1,2	9	4	2,3
Energía (kcal)	496	85,0	500	85,0
Sales (mg)	5,5	0,6	4,5	0,8

* Al 10%, con agregado de sacarosa 5%, malto-dextrina 2% y aceite corriente 1%.

** Al 15%, con agregado de malto-dextrina 2,5%.

Tabla 2

Balance nitrogenado, de grasas y calorías según ingestión de fórmulas en estudio (n : 10)

	Nitrógeno (mg · kg · día)		Grasas (g · kg · día)		Calorías (kcal · kg · día)	
	LP	LPM	LP	LPM	LP	LPM
Ingesta	571±94,1*	487±67,9	4,2±0,9*	5,4± 0,8	115,0±17,3	126,2±17,0
Excreción fecal	85,7±30,0	68,6±23,8	1,2±0,5	1,1± 0,5	15,2± 5,6	13,8± 6,2
%absorción aparente	84,6± 5,5	85,8± 4,9	71,1±9,7	78,9±10,3	86,7± 4,9	88,7± 5,8
Excreción urinaria	417±62,0**	304±57,7	—	—	—	—
Retención aparente	68,2±77,8	114,6±51,8	3,0±0,7*	4,3± 1,1	100,3±17,2	112,4±20,1

*p < 0,025; **p < 0,001.

se diferencias significativas en proteinemia, albuminemia, uremia, glicemia, N ureico y transaminasas (tabla 3).

Se observó una correlación positiva entre nitrógeno ingerido y nitrógeno retenido con ambas fórmulas: $r = 0,77$ ($y = 0,63x - 291$; $p < 0,01$) con LP y $r = 0,70$ ($y = 0,57x - 167$; $p < 0,05$) con LPM (figura 1). Las mismas correlaciones fueron menos significativas al asociar N ingerido con N en orina ($r = 0,58$ y $r = 0,42$). La correlación observada entre N ingerido y ganancia ponderal fue de $r = 0,78$ y $r = 0,57$ con LP y LPM, respectivamente; el mismo análisis entre ingestión calórica y ganancia ponderal dio $r = 0,88$ ($y = 0,26x - 26$; $p < 0,001$) y $r = 0,55$ ($y = 0,57x - 17$; N.S.) con LP y LPM, respectivamente (figura 2).

Discusión

Una de las justificaciones para el uso de leches adaptadas en vez de leche de vaca entera

es la mayor cantidad y menor calidad de proteínas de esta última⁶. En contraste con los requerimientos normales, del orden de 1 a 2 g de proteína de alta calidad por kilogramo de peso por día y recomendaciones que pueden ser levemente mayores para lactantes menores de un año, los lactantes del presente estudio aparecen ingiriendo 3,6 g proteína · kg · día con LP y 3,0 con LPM. Pero, además del exceso relativo en el total de proteínas, la leche de vaca tiene una proporción de proteínas de suero/caseína de 20/80. Este último es francamente diferente a la composición del patrón de la leche materna, de 60/40⁷, seguido para la LPM. Está ampliamente comprobado en muchos animales la mejor metabolización del nitrógeno proveniente de proteína del suero que de caseína, pero esto no ha sido evidente en estudios efectuados en el ser humano⁸. Además, la retención nitrogenada en lactantes de bajo peso al nacer, alimentados con proteína de leche de vaca o con leche materna, es semejante. Las diferencias pueden estar en el menor contenido

Tabla 3

Determinaciones bioquímicas en lactantes desnutridos en recuperación según fórmulas en estudio (n : 10)

	Leche de vaca en polvo	Leche de vaca en polvo modificada
Proteinemia (g · dl)	6,8 ± 0,4*	6,5 ± 0,5
Albuminemia (g · dl)	4,1 ± 0,2	4,3 ± 0,4
Relación Alb · Glob.	1,6 ± 0,3 ^a	2,0 ± 0,2 ^a
Uremia (mg · dl)	26,3 ± 6,2	25,2 ± 1,1
N Ureico (mg · dl)	12,3 ± 2,9	11,8 ± 0,5
Glicemia (mg · dl)	73,5 ± 17,0	86,0 ± 21,3
Transaminasa GOT (U · dl)	57,1 ± 32,4	40,4 ± 32,1

* $\bar{x} \pm DE$ ^a: $p < 0,01$.

Figura 1: Correlación entre nitrógeno ingerido y nitrógeno retenido en lactantes desnutridos en recuperación nutricional (n = 10), según balance con fórmula en base a leche de vaca (LP ●●) o leche de vaca modificada (LPM xx). La correlación con LP fue de $r = 0,77$ ($y = 0,63x - 291$; $p < 0,01$) y con LPM de $r = 0,70$ ($y = 0,57x - 167$; $p < 0,05$).

Figura 2: Correlación entre ingesta de energía y ganancia de peso en lactantes desnutridos en recuperación nutricional (n = 10), según balance con fórmula en base a leche de vaca (LP ●●) o leche de vaca modificada (LPM xx). La correlación con LP fue de $r = 0,88$ ($y = 0,26x - 25$; $p < 0,001$) y con LPM de $r = 0,55$ (NS).

relativo de cisteína en la caseína que en la proteína de suero y en la capacidad de esta última de formar grumos más pequeños y más fácilmente digeribles en el tubo gastrointestinal⁸. En nuestro estudio, efectuado en lactantes desnutridos en recuperación nutricional, no hubo diferencias en el porcentaje de absorción aparente de ambas proteínas; sin embargo, la retención nitrogenada tendió a ser mayor con la proteína de la LPM, como lo sugiere una significativamente menor excreción urinaria.

Los estudios de Fomon y cols. en lactantes sanos^{9, 10}, han demostrado correlación entre las cantidades de nitrógeno ingerido y retenido, así como también entre nitrógeno ingerido y la excreción urinaria del mismo. Este trabajo, a pesar del número relativamente pequeño de niños incorporados, muestra también una correlación semejante entre N ingerido y retenido, pero no con el N urinario. Además, la cantidad de N ingerido necesaria para mantener el balance es bastante mayor que en los estudios de Fomon. La asociación observada entre N ingerido y ganancia ponderal apunta también a mayor necesidad de proteínas en relación con la recuperación nutricional, requiriéndose en el caso de la leche de vaca 2,9 g proteína·kg·día, para comenzar a tener ganancia ponderal, de acuerdo con el análisis de regresión lineal (vs. 2,5 g·kg·día para LPM). Según el mismo Fomon¹⁰ en lactantes menores sanos, cuando la ingestión de N se acerca a los requerimientos normales, la excreción urinaria de N debería ser de alrededor del 91 mg·kg·día. Un aumento del aporte de N a cantidades como las aportadas por LPM para llegar a balance nitrogenado, aumenta la excreción de N a más de 130 mg·kg·día¹¹. Las excreciones urinarias con las dos fórmulas estudiadas por nosotros fueron bastante superiores a las referidas (417 y 304 mg N·kg·día). Sin embargo, estos lactantes estaban en fase de recuperación nutricional. Golden y cols.¹² en lactantes desnutridos estimaron que con las ingestas calóricas de nuestros niños hay una síntesis proteica de alrededor de 6 g·kg·día (en base a nitrógeno retenido y nitrógeno reciclado), con retención nitrogenada aparente de cerca de 10 mg N·kg·día, muy semejante a las cifras encontradas por nosotros (68 y 114 mg N·kg·día para la LP Y LPM, respectivamente). De acuerdo con estos datos el aporte nitrogenado resulta adecuado para la condición de recuperación nutricional en que se encontra-

ban nuestros pacientes, corroborado más aún por cifras normales de N ureico plasmático (12,3 y 11,8 mg/dl). En el caso de las calorías, los resultados de la regresión muestran una necesidad de 100 cal·kg·día para comenzar a tener aumento de peso con la misma fórmula en base a leche de vaca. La menor correlación observada para la LPM entre calorías ingeridas y ganancia de peso o balance calórico, podría estar dada por la interferencia de otros de los factores que se han modificado en la LP para obtener la fórmula modificada (contenido de ácidos grasos esenciales, vitaminas, minerales), pero también llegan a una energía de mantención cercana a 100 cal·kg·día. Spady y cols.¹³, mediante calorimetría indirecta con monitores de frecuencia cardíaca en lactantes desnutridos severos (P/T 70%) encontró que la energía de mantención era 81 cal·kg·día al comienzo de la recuperación nutricional, con fórmulas más hipercalóricas que las usadas por nosotros (124 vs. 85 cal/dl); los mismos autores cuando estudiaron los mismos lactantes en una fase más avanzada de la recuperación nutricional encontraron que la energía de mantención era 86 kcal·kg·día. La diferencia con las 100 kcal·kg·día, se relaciona en parte también con la mayor actividad física de los lactantes estudiados por nosotros, pues ellos estaban en fase más avanzada de recuperación nutricional y no fueron inmovilizados para efectuar los balances.

Estudios no publicados efectuados previamente por Uauy y cols.¹⁴, mostraban cifras mayores de energía de mantención en lactantes marasmicos en recuperación, variables entre 150 y 126, como una estimación en base a la ingesta calórico-proteica y la ganancia ponderal. En esa misma serie de estudios se encontró que la eficiencia calórica era de alrededor de 3,5 kcal·g de ganancia ponderal, semejante a lo observado por nosotros, que es de 3,3 kcal·g con LP y 4,9 con LPM. Esto revela alta eficiencia, si consideramos que la observada en otros estudios es de 4,5 a 5 kcal·g¹⁵.

Con la fórmula en base a leche de vaca en polvo modificada LPM se registró mejor balance nitrogenado, dado por ingestión más adecuada para los requerimientos y menor excreción renal. El relativo exceso de aporte nitrogenado de ambas fórmulas en relación a los requerimientos normales parece apropiado para lactantes desnutridos en recuperación nutricional. También ocurrió mejor balance de grasas que con la

leche de vaca entera en polvo (LP), por mayor aporte de ellas y tendencia a mejor balance calórico. Ambas fórmulas fueron capaces de provocar alta eficiencia calórica para la etapa de recuperación nutricional en que estaban los lactantes estudiados.

Resumen

Estudiamos las retenciones nitrogenada, de energía y grasa en 10 lactantes (edad $\bar{x}$ 6,8 meses) con desnutrición proteínico-energética en recuperación, que fueron alimentados con dos fórmulas: una basada en leche de vaca entera (LP) y la segunda con una leche de vaca modificada (LPM). Estos niños tenían en promedio relación peso/edad 72% y peso/talla 95%. Fueron estudiados en dos períodos consecutivos de 6 días cada uno (3 para adaptación y 3 para balance) comenzando con cualquier fórmula aleatoriamente. Ambas fórmulas tenían 85 kcal-dl con 11% de calorías proteicas en LPM y 13% en LP. La ingestión, la absorción y la retención de energía fueron levemente mayores con LPM que con LP. Hubo mayor ingestión de grasa con LPM (5,4 vs. 4,5 g·kg·día, $P < 0,025$), lo que se reflejó en mayor absorción (4,3 vs. 3 g·kg·día, $p < 0,025$). La ingestión de nitrógeno fue menor con LPM que con LP (487 vs. 571 mg·kg·día, $p < 0,025$) con menor excreción urinaria de N (304 vs. 417 mg·kg·día, $p < 0,001$). La retención aparente promedio de N fue de 115 mg·kg·día para LPM y 69 mg·kg·día para LP (NS). Se observó una correlación significativa entre consumo y retención de nitrógeno: $r = 0,70$ con LPM ($p < 0,05$) y $r = 0,77$ con LP ($p < 0,01$). También hubo correlación entre ingesta de energía y ganancia de peso: $r = 0,55$ con LPM (NS) y $r = 0,88$ con LP ($p < 0,001$). Concluimos que la fórmula basada en leche de vaca modificada muestra un mejor balance nitrogenado y de grasas que la fórmula en base a leche entera en lactantes desnutridos en recuperación.

(Palabras clave: fórmula láctea, leche de vaca modificada, balance nitrogenado, balance energético, desnutrición.)

Referencias

1. Maccioni, A.: Alimentación artificial del lactante sano. *Rev Chil Pediatr* 1973; 44: 431-445.
2. ESPGAN Committee on Nutrition: Guidelines on Infant Nutrition. III. Recommendations for infant feeding. *Acta Paed Scand* 1982; Suppl 302.
3. OMS: Medición del cambio del estado nutricional. *Publicaciones OMS*, Ginebra, 1983.
4. Assoc. Offic. Agr. Chemists. Official Methods of Analysis 9th. ed. Washington, D.C.A.O.A.C. 1960.
5. Van de Kamer, J.H.; Bokkel Huiniks, U.; Weijers, H.A.: A rapid method for the determination of fat in feces. *J Biol Chem* 177: 347, 1949.
6. Horst, C.H.; Obermann-de Boer, G.L.; Kromhout, D.: Type of milk feeding and nutrients intake during infancy. *Acta Paed Scand* 1987; 76: 865-71.
7. Janas, I.M.; Picciano, M.F.; Hatch, T.F.: Indices of protein metabolism in term infants fed human milk, whey-predominant formula or cow's milk formula. *Pediatrics* 1985; 75: 775-84.
8. Jarvenpaa, A.L.; Ratha, N.C.K.; Rassin, D.K.; Gaul, G.E.: Milk protein quantity and quality in the term infant. I. Metabolic responses and effects on growth. *Pediatrics* 1982; 70: 214-20.
9. Fomon, S.J.; Thomas, L.N.; Filer, L.J. Jr.; Ziegler, E.E.; Leonard, M.T.: Food consumption and growth of normal infants fed milk-based formulas. *Acta Paed Scand* (Suppl 223), 1971.
10. Fomon, S.J.: Proteína. En: *Nutrición Infantil*, Fomon, S.J. editor, 2ª Edición, Nueva Editorial Interamericana, México D.F., 1976, pp. 112-143.
11. Axelsson, I.E.; Jakobsson, I.; Raiha, N.C.R.: Formula with reduced protein content: effects on growth and protein metabolism during weaning. *Pediatr Res* 1988; 24: 297-301.
12. Golden, M.; Waterlow, J.C.; Picou, D.: The relationship between dietary intake, weight change, nitrogen balance and protein turnover in man. *Am J Clin Nutr* 1977; 30: 1345-8.
13. Spady, D.N.; Payne, P.R.; Picou, J.; Waterlow, J.C.: Energy balance during recovery from malnutrition. *Am J Clin Nutr* 1976; 29: 1073-88.
14. R. Uauy: Desnutrición proteínico-energética: marasmo (Comentario). En: *Nutrición Clínica en la Infancia*. Brunser, O.; Carraza, R.; Gracey, M.; Nichols, B.L.; Senterre, J. (editores). Raven Press, New York, 1985.
15. Fomon, S.J.: Protein requirements of term infants. En: Fomon, S.J.; Heird, W.C. (eds.). *Energy and Protein needs during infancy*. New York, Academic Press, 1986; pp. 55-68.