

Estimación del valor calórico de la leche materna mediante la técnica del crematocrito

Dres. Eduardo Mayans¹, Miguel Martell²

Resumen

Se estudia la correlación del crematocrito con la concentración de grasa y las calorías totales de la leche materna. El cálculo de las calorías se realizó en base a la concentración de proteínas, lípidos y grasas en 80 muestras de leche procedentes de setenta y siete madres. La correlación del crematocrito con la concentración de grasas fue de 0,91, el mismo valor se encontró para la correlación de éste con las calorías totales. Aplicando la ecuación de la correlación lineal se puede tener el valor calórico de la leche conociendo el crematocrito ($\text{Crematocrito} \times 3,4 + 38,9 = \text{kcal}/100 \text{ ml} \pm 14$). Se concluye que el crematocrito es un medio útil, que permite estimar rápidamente las calorías de una muestra de leche, con un error de $\pm 14\%$.

Palabras clave: Leche materna
Crematocrito

Introducción

La lactancia es el resultado de procesos complejos cuya finalidad es la elaboración de un fluido que es capaz de proveer todos los nutrientes necesarios para el niño, durante los primeros 4 a 6 meses de su vida. La composición de la leche es dinámica, obedeciendo a mecanismos de regulación neuroendócrina⁽¹⁾. Está formada por una mezcla de agua con una emulsión de grasa y una dispersión de proteínas junto con un azúcar en solución verdadera⁽²⁾.

La concentración de los diversos componentes de la leche humana varía a lo largo de la lactancia. Habitualmente se definen tres períodos: calostroal, transicional y maduro. Dado que la composición de la leche es variable durante toda la lactancia, hay autores que han utilizado

la terminología de leche temprana, donde los cambios son más evidentes y tardía para los otros períodos^(1,3).

Los componentes principales de la leche materna son los siguientes: proteínas (caseína, lactoalbúmina, Ig A secretoria, lactoferrina y lisozima), carbohidratos (lactosa) y lípidos (triacilglicerol). Los componentes menores son: células, enzimas, elementos trazas, vitaminas, factor del crecimiento⁽⁴⁾, antioxidantes⁽⁵⁾, mucinas y aminoácidos libres⁽¹⁾.

La concentración de proteínas es uno de los componentes más constante en los distintos meses de lactancia para una misma madre, salvo en la leche calostroal, donde es mayor, debido seguramente a un contenido más alto en anticuerpos, especialmente Ig A secretoria y proteínas plasmáticas^(1,6).

La lactosa es otro de los componentes constantes en los distintos tipos de leche, observado también en las distintas madres.

Los lípidos son los componentes que presentan mayores variaciones. Proporcionan 50 a 60% del valor calórico de la leche⁽²⁾. En general los valores más bajos se encuentran en la leche calostroal y luego aumentan progresivamente durante la lactación⁽⁷⁾. La concentración de grasa también varía en una misma lactada, aumentando a lo largo de la misma⁽⁶⁾.

Dado que la grasa es el componente calórico más im-

1. Asistente Departamento de Neonatología. Facultad de Medicina. Universidad de la República.

2. Profesor Agregado Departamentos de Neonatología. Facultad de Medicina. Universidad de la República.

Trabajo realizado en el Departamento de Neonatología de la Facultad de Medicina. Universidad de la República y en el Centro Latinoamericano de Perinatología y Desarrollo Humano.

Correspondencia: Dr. Eduardo Mayans. Buxareo 1278/701. CP 11300. Montevideo.

Presentado 10/10/94

Aceptado 11/11/94

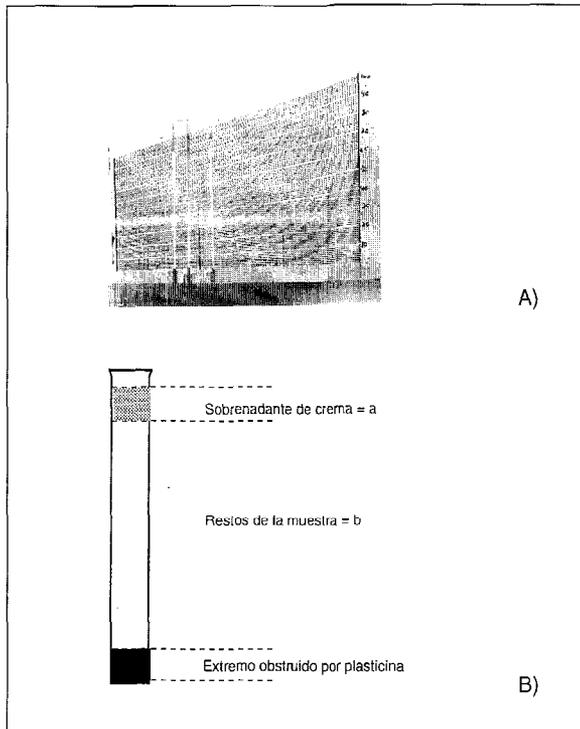


Figura 1. A) Fotografía que muestra los microtubos utilizados para la centrifugación y la fracción de crema obtenida luego de la misma. B) Esquema que muestra las partes resultantes luego de la centrifugación (sobrenadante= fracción de crema).

portante de la leche humana, y siendo su determinación sumamente compleja, se han realizados investigaciones para su determinación indirecta^(8,9).

Fleet y Linzell en 1963⁽⁹⁾, encontraron un micrométodo para valorar en forma aproximada, la concentración de lípidos en la leche. Inicialmente fue descrito para leche de ratas. Este método consistía en la centrifugación de la leche en tubos capilares, leyendo el sobrenadante (fracción de crema=crematocrito), expresándola en porcentaje. En 1978, Lucas y colaboradores⁽¹⁰⁾ aplicaron el mismo método para la leche humana. Varios autores han encontrado una buena correlación entre el valor calórico de la leche y el crematocrito⁽¹⁰⁻¹²⁾.

El objetivo planteado fue demostrar que con el crematocrito, se puede estimar la concentración de grasa de la leche materna y el valor calórico total de la misma.

Material y método

Se estudió la composición de la leche de 80 muestras provenientes de 77 madres, de distintos medios socioeconómicos. Las edades maternas estaban comprendidas entre 15 y 39 años ($\bar{x} = 25,7$), siendo el número de embarazos previos entre 0 y 13 ($\bar{x} = 2,6$).

Las muestras de leche se recogieron mediante extracción manual de la madre a los 3 minutos de comenzar la

Cuadro 1.

Composición de leche materna en proteínas, lactosa y grasas, valor calórico y crematocrito en 80 muestras de 77 madres, valores promedio.

Componente	\bar{x}	DE	Rango	CV
Proteínas (g%)	1,63	0,41	1,1-3,6	25,3
Lactosa (g%)	6,25	0,61	4,4-7,8	9,9
Grasas (g%)	4,08	1,92	1,4-9,9	47,1
Crematocrito (%)	8,24	4,60	1,5-2,1	55,7
Calorías (kcal/100 ml)	67,04	17,20	37,02-117,86	25,6

\bar{x} = valor promedio, DE= desvío estándar, CV= coeficiente de variación (DE/ \bar{x} %)

succión del niño, obteniéndose volúmenes de 5 a 7 ml. Se recolectaron en frascos de vidrio de boca ancha, limpios, con tapón de rosca, conservándose en la heladera a 4 grados C, por espacio de tiempo que nunca fue mayor de 10 horas.

El valor calórico de la leche por 100 ml, se estimó a partir de las concentraciones de grasa, proteínas y lactosa⁽¹⁰⁾, usando la siguiente fórmula:

Lactosa (g%) x 3,95 + proteínas (g%) x 4 + lípidos (g%) x 9 = kcal%

Para la dosificación de las mismas se usó el método automatizado del equipo Milko Scan 133 (Foss Electric). Este se basa en las distintas ondas de absorción de estas sustancias en el espectro infrarrojo. En las grasas la longitud de onda característica es de 3,5 μ m (micrometros) (enlaces saturados de C-H de los ácidos grasos), para las proteínas 6,5 μ m (unión peptídica enlaces N-H) y para la lactosa una longitud de onda de 9,5 μ m (para la unión OH-C)^(13,14).

El crematocrito se efectuó en tubos capilares de 75 mm de longitud por 1,5 mm de diámetro (los utilizados para la técnica de microhematocrito), que contienen aproximadamente 60 μ l (microlitros), obstruyéndose uno de los extremos con plasticina, centrifugándose a 3000 g (International Equipment Co. Model MB) durante 3 minutos. Se leyó el sobrenadante con una escala de microhematocrito (esta medida se puede realizar también con cualquier regla graduada), obteniéndose así el porcentaje de crema, crematocrito (figura 1):

$$\text{Crematocrito} = \frac{a}{(a + b)} \times 100$$

Las determinaciones se hicieron por duplicado. La diferencia entre ambas nunca fue mayor de 1 %.

Resultados

Concentración de proteínas, lactosa y grasas de la leche

La concentración promedio de grasas fue de $4,08 \pm 1,92$ g/100 ml y la de lactosa de $6,25 \pm 0,61$ g/100 ml; la de proteínas $1,63 \pm 0,41$ g/100 ml (cuadro 1).

Valor calórico de la leche

El valor calórico promedio de la leche fue de $67,04 \pm 17,2$ kcal/100 ml.

No se encontró correlación entre la composición de proteínas y lactosa con el contenido calórico de la leche.

Existió una relación lineal estadísticamente significativa entre el contenido de grasa y calorías de la leche ($r=0,98$) (figura 2).

Relación entre crematocrito y calorías

Se encontró una buena correlación entre el crematocrito y el contenido graso de la leche ($r=0,91$) (figura 3).

Si se toma al crematocrito como variable independiente, se obtiene una ecuación lineal (figura 4), que permite estimar las calorías de la leche en base al valor del crematocrito ($r=0,91$). Esta es:

$$\text{(fórmula 1)} \quad y = b \cdot x + a$$

$$S_{y,x} = 7,0$$

Donde a y b son constantes, x es el valor obtenido del crematocrito, $S_{y,x}$ es el error de y para una x dada y tiene el mismo significado que el desvío estándar. Por ejemplo, para un crematocrito de 10% resulta:

$a=38,9$; $b=3,4$; $x=10\%$; así se tiene sustituyendo valores en la fórmula 1: $y = 3,4 \times 10 + 38,9 = 72,9$ kcal%. $S_{y,x} = 7,0$ —para obtener el valor calórico primero se multiplica el valor del crematocrito calculado por 3,4 (b) y luego se suma 38,9 (a)—.

Para un crematocrito de 10% el valor calórico de la leche de 72,9 kcal%, con un error de ± 14 , para un intervalo de confianza de 95 %

Discusión

La leche humana, único alimento para el niño en los primeros meses de su vida, necesita ser monitorizado en su composición, tanto en poblaciones como individualmente. Esta omisión es quizás el fruto de las dificultades que presentan la dosificación de los diversos componentes. Estas se deben, posiblemente, a dos motivos: uno de orden técnico, ya que es muy dificultosa su dosificación cuando no se dispone de una infraestructura adecuada y la otra es debida a la variabilidad de la composición de la leche durante la lactada.

En nuestro medio Nelly Armand-Ugón estudió los distintos componentes de la leche humana; es en 1946 que

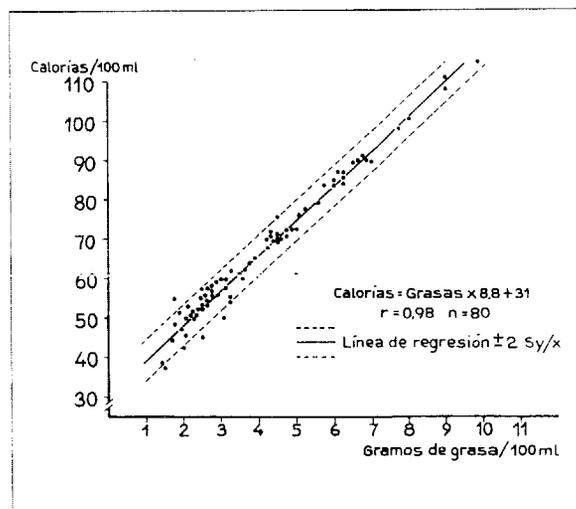


Figura 2. Relación entre grasas y calorías de las distintas muestras obtenidas de leche humana.

en su artículo: Estudio bioquímico y vitamínico de la leche humana concluye encontrando una gran variabilidad de las proteínas y lactosa, no coincidiendo con nuestros hallazgos⁽¹⁵⁾; desde entonces pocos han sido los aportes del tema en Uruguay.

Existen medidas directas e indirectas para la cuantificación del volumen. La primera puede realizarse por extracción mecánica de toda la secreción glandular. La indirecta, que es la más usada, se trata de la técnica de doble pesada^(16,17).

Durante la lactada, la concentración de grasas aumenta progresivamente, presentando el valor promedio a los tres minutos de empezada la misma; en este tiempo se extraen 50% a 56 % del volumen total^(3,18).

El crematocrito fue una técnica descrita por Fleet y Linzell para conocer la concentración de grasas en ratas⁽⁹⁾. Su uso no llegó a la clínica hasta 1978, impuesto por Lucas y colaboradores⁽¹⁰⁾. Desde esa fecha hasta el momento, escasas publicaciones se ocuparon del tema^(10-12,19,20). En el estudio actual se han tratado de introducir algunas modificaciones como por ejemplo, la utilización de una centrifuga de uso habitual, existente en cualquier laboratorio de análisis clínicos, así como proponerlo como método sencillo para evaluar el valor calórico de la leche, sea en una madre o en grupos poblacionales.

La variabilidad del valor calórico de la leche depende de las grasas^(10,12,19). La correlación de ésta con el valor calórico fue de 0,98. El valor de las proteínas y la lactosa presentan poca variabilidad^(10,12,19).

El valor calórico de la leche se determinó de acuerdo a la fórmula descrita por Lucas⁽¹⁰⁾, que suma las cantidades de calorías aportadas por las proteínas, lactosa y grasas.

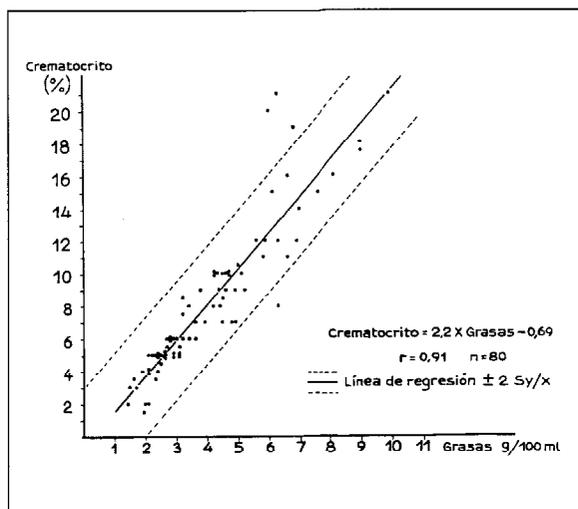


Figura 3. Relación entre grasas y crematocrito de las 80 muestras de leche materna obtenidas

Smith y col. encontraron una débil correlación entre el valor calórico de la leche humana, determinado por la bomba calorimétrica y el crematocrito ($r=0,59$)⁽²⁰⁾. Mientras que Michaelsen y col.⁽²¹⁾ calculan el valor calórico de la leche mediante la dosificación de grasas, proteínas y lactosa por el método del Milko Scan, obteniendo un coeficiente de correlación de 0.98 comparado con la bomba calorimétrica.

Cuando se usó el crematocrito para estimar la concentración de grasas, se obtuvo una buena correlación ($r=0,91$) (figura 3). Esto permite usar este procedimiento para estimar el valor calórico de la leche. La correlación entre ambos también fue buena ($r=0,91$) (figura 4).

El crematocrito (lactocrito o galactocrito), es una técnica sencilla y de rápido acceso, si se desea estimar el valor calórico de la leche. Esta técnica además no necesita de otro material que los tubos capilares utilizados para el microhematocrito, con una centrífuga que puede encontrarse en cualquier laboratorio de análisis clínico. Con este equipamiento, mediante la técnica antes descrita, se obtiene el valor calórico de la leche con un margen de confianza muy bueno ($\pm 14\%$). La escasa cantidad de la muestra (60 μL), resulta un elemento más que importante para su empleo. El fácil almacenamiento ya sea en heladera a 4 grados C, que puede permanecer por 15 días sin alterarse, o a temperatura ambiente por 45 minutos, es otro elemento a favor para la utilización de esta técnica⁽¹¹⁾.

Otros autores^(10,19) utilizaron centrifugas de 12000 g por 15 minutos, obteniendo una correlación con las grasas que varió entre 0,99 y 0,79^(10,12,19). Mientras que nuestra técnica empleó 3000 g por 3 minutos, que habitualmente se utiliza en los laboratorios para la técnica del microhematocrito, obteniéndose resultados confiables

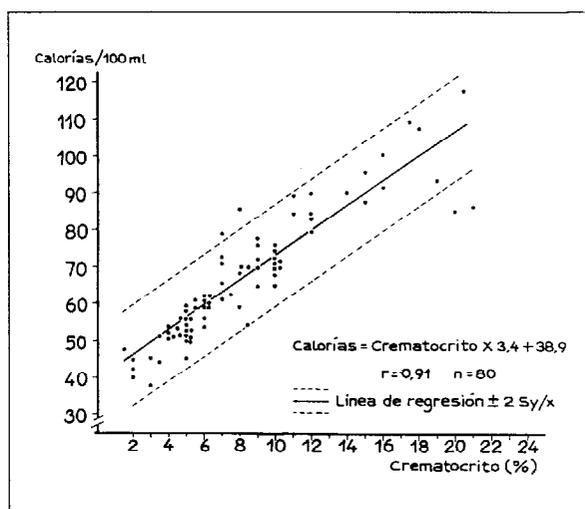


Figura 4. Relación entre el crematocrito y las calorías obtenidas de las 80 muestras de leche humana.

($r=0,91$). Los autores antes señalados, obtuvieron concentraciones mayores de grasa para el mismo valor de crematocrito^(10,12,19). Esto podría explicarse por la diferencia del procedimiento de centrifugación⁽¹⁷⁾.

El crematocrito puede llegar a considerarse una maniobra semiológica más. Junto con la doble pesada nos pueden ayudar a determinar el valor calórico de la alimentación que está recibiendo un lactante, complementando de esta manera al pediatra en la evaluación del valor real de calorías que recibe el niño.

Es importante resaltar también, que puede ser empleada como técnica en las leches de banco.

Conclusiones

El valor calórico de la leche humana puede calcularse mediante métodos químicos directos o indirectos como el crematocrito, la fórmula usada para el cálculo de calorías fue la siguiente:

$$y = 38,9 \times \text{valor del crematocrito} + 3,4 = \text{kcal/100 ml de leche}$$

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de la Cooperativa Nacional de Productores de Leche (CONAPROLE), por el apoyo técnico a través de su Laboratorio Central, especialmente a los Ing. Quím. Basilio Laffite, Milton Dopeso y Anabel Martín, por la lectura de los componentes de la leche mediante los distintos métodos ya mencionados en el trabajo.

A la Analista Raquel López por su trabajo de procesamiento de datos.

Résumé

On fait la corrélation du crématocrite avec la concentration de graisse et des calories totales du lait maternel. Afin de calculer les calories, on a dosé les protéines, les lipides et les graisses de 80 échantillons du lait de 77 mères.

La corrélation du crématocrite avec la concentration de graisses a été de 0,91; la même valeur a été établie pour la corrélation de celui-là avec les calories totales. Connaissant le crématocrite, on peut obtenir la valeur calorique du lait, tout en faisant l'équation de corrélation linéaire (Crématocrite $\times 3,4 + 38,9 = \text{kcal}/100 \text{ ml} \pm 14$).

On conclut que le crématocrite est un outil important, qui permet d'estimer les calories d'un échantillon de lait, avec une marge d'erreur de $\pm 14\%$.

Summary

A study is carried out of the correlation of the crematocrit with the concentration of fat and the total calories of maternal milk.

For the calculation of calories, proteins, lipids and fats in 80 milk samples from 77 mothers, were dosed.

The correlation of the crematocrit with the concentration of fats was 0,91, the same value found for the correlation of the latter with the total calories. By applying the equation of the lineal correlation it is possible to provide the caloric value of the milk through acquaintance with the crematocrit (Crematocrit $\times 3,4 + 38,9 = \text{kcal}/100 \text{ ml} \pm 14$).

It is concluded that the crematocrit is a useful tool enabling the assessment of the calories of a milk sample, with an error of $\pm 14\%$.

Bibliografía

- 1) **Neville MC.** Secretion and Composition of Human Milk. In: Hay WW Jr. Neonatal Nutrition and Metabolism. St. Louis: Mosby, 1991:260-79.
- 2) **Mardones F.** Lactancia materna. In: Meneghello J, Fanta E, Paris E, Rosselot J. Meneghello, Pediatría. 4 ta. ed. Santiago de Chile: Mediterráneo, 1991: 178-84 (Tomo 1).
- 3) **Organización Mundial de la Salud.** Cantidad y composición de la leche materna. In: Cantidad y calidad de la leche materna. Ginebra: OMS, 1985: 3-21.
- 4) **Carpenter G.** Epidermal growth factor is a major growth-promoting agent in human milk. Science 1980; 210: 198-9.
- 5) **Buescher ES, Mc Ilheran SM.** Colostral antioxidants: separation and characterization of two activities in human colostrum. J Pediatr Gastroenterol 1992; 14: 47-56.
- 6) **Martell M, Martínez G, Delgado L, Torosian L, Tourino C, Lens D, et al.** Proteínas, Ig A secretoria y grasa durante la lactancia. Acta Pediatr Esp 1991;49: 31-6.
- 7) **Guerrini P, Bosi G, Chierici R, Fabbri A.** Human Milk: relationship of content with gestational age. Early Hum Dev 1981;5:187-94.
- 8) **Organización Mundial de la Salud.** Estudio de la composición y calidad de la leche. In: Cantidad y calidad de la leche materna. Ginebra: OMS, 1985: 53-68.
- 9) **Fleet LR, Linzell JL.** A rapid method of estimating fat in very small quantities of milk. J Physiol 1964; 175: 15-7.
- 10) **Lucas A, Gibbs JAH, Lyster RLJ, Baum JD.** Crematocrit: simple clinical technique for estimating fat concentration and energy value of human milk. Br Med J 1978; 1:1018-20.
- 11) **Silprasert A, Dejsarai W, Reawvichit R, Amatayakui K.** Effect of storage on the crematocrit and total energy content of human milk. Hum Nutr Clin Nutr 1986; 40:31-6.
- 12) **Lemons JA, Schreiner RL, Gresham EL.** Simple Method for Determining the Caloric and Fat Content of Human Milk. Pediatrics 1980; 66: 626-8.
- 13) **Barbano DM, Dellavalle ME.** Rapid Method for Determination of Milk Casein Content by Infrared Analysis. J Dairy Sci 1987; 70: 1524-8.
- 14) **Grappin R, Jeunet R.** Essais de L'appareil Milko Scan 300 utilisé pour le dosage en série de la matière grasse et des protéines du lait. Lait 1986; 56: 498-520.
- 15) **Armand-Ugón N.** Estudio químico y vitamínico de la leche humana suministrada por el lactario del Hospital Pereira Rossell. Arch Pediatr Uruguay 1946; 17: 16-35.
- 16) **Behrman RE, Vaughan VC.** Alimentación del lactante. Lactancia materna. In: Nelson Tratado de pediatría. 13 era. ed. Madrid: Interamericana- Mc Graw Hill, 1989:129-44.
- 17) **Pereira Romano JM, Martell M, Díaz JL, Martínez G, Martínez M, Delgado L.** Variación del flujo de leche materna durante la lactada. Arch Domin Pediatr 1984; 20 (2): 33.
- 18) **Baum JD.** The Volumen and Composition of Suckled Breast Milk. In: Intensive Care in the Newborn. III. Philadelphia: WB Saunders,1991: 193-200.
- 19) **Verheul FEAM, vd Bosch MJA, Cornelissen PJHC.** Simplified and Rapid Methods for the Determination of Protein, Fat and Lactose in Human Milk and the Energy Intake by the Breast-Fed Infant. J Clin Chem Clin Biochem 1986; 24: 341-6.
- 20) **Smith L, Bickerton J, Pilcher G, D'Souza SW.** Crematocrit, carbon content and energy value of pooled banked human milk: implications for feeding preterm infants. Early Hum Dev 1985; 11: 75-80.
- 21) **Michaelsen KF, Pedersen SB, Skafte L, Jaeger P, Peitersen B.** Infrared analysis for determining macronutrients in human milk. J Pediatr Gastroenterol Nutr 1988; 7: 229-35.