

REVISION DE LOS CONOCIMIENTOS ACTUALES ACERCA DE LA EVALUACION DEL ESTADO NUTRICIONAL DE LOS ELEMENTOS MINERALES

I. ELEMENTOS MAYORES

María Luz Pita Martín de Portela

Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires,
Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Durante largo tiempo, se supuso que la dieta humana aportaba los elementos minerales en cantidades adecuadas. No obstante, en los últimos años el conocimiento de deficiencias marginales o severas ha contribuido a esclarecer las funciones biológicas de algunos de ellos. Por este motivo, cada vez se presta mayor atención a la evaluación del estado nutricional, campo en el cual se ha progresado a una velocidad vertiginosa.

Este resumen, que cubre los elementos mayores, aplica también al artículo que sigue, en el cual se comentan los elementos menores o traza. La finalidad de ambos estudios es resumir la información actual en lo que respecta a la metodología bioquímica disponible para conocer el estado nutricional.

Manuscrito modificado recibido: 20-1-82.

- 1 Departamento de Bromatología y Nutrición Experimental, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, Junín 956, 2o. piso, 1113 Buenos Aires, Argentina.

INTRODUCCION

El conocimiento de los efectos y funciones de los elementos minerales en los sistemas biológicos guarda íntima relación con los avances de la química analítica. Para determinar sus funciones en el organismo y su esencialidad o toxicidad, es imprescindible contar con métodos de análisis extremadamente sensibles en muchos casos. En la actualidad se cuenta con métodos analíticos de gran sensibilidad tales como radioisótopos, espectrofotometría de absorción atómica, activación neutrónica, y algunos otros no tan generalizados.

La evaluación bioquímica del estado nutricional con respecto a los elementos minerales se encuentra en una etapa de pleno desarrollo. Durante muchos años se supuso que, exceptuando las anemias por déficit de hierro, no existían deficiencias de elementos minerales en los grupos de población que consumen una alimentación equilibrada. Hoy día, sin embargo, se conoce un número cada vez mayor de deficiencias marginales que mantienen al individuo por debajo del horizonte clínico, pero que revisten gran significado nutricional. Ello se debe a que esta situación se agrava en condiciones de stress, infección, traumas, cambios hormonales, enfermedades crónicas, embarazos repetidos, desnutrición calórico-proteínica, etc.

Entre los mecanismos que conducen a alteraciones en el aporte de elementos minerales, podemos citar el uso sistemático de fertilizantes que enriquecen el suelo con nitrógeno, fosfatos y potasio, pero no lo hacen o, incluso, lo empobrecen en otros elementos; el refinamiento de algunos alimentos, por ejemplo, el azúcar y la molienda de los cereales; el secado en condiciones enérgicas, que puede producir volatilización de otros, como el selenio en las leches en polvo, etc. La disminución de la biodisponibilidad puede ser un importante factor causante de carencias generalizadas en grandes grupos de población, y está ligado a los hábitos alimentarios de ciertas zonas.

A veces, el exceso de algunos minerales provoca manifestaciones clínicas específicas (por ejemplo, fluorosis), pero en otros casos esos excesos se manifiestan como deficiencias de elementos metabólicamente relacionados; así, el exceso de cobalto produce bocio; el exceso de fósforo y las alteraciones de la relación calcio/fósforo producen una menor absorción de hierro, zinc y magnesio; el exceso de molibdeno y la distorsión de la relación zinc/cobre induce anemia por déficit de cobre; el exceso de cobre produce

síntomas de deficiencias de molibdeno, etc.

MÉTODOS GENERALES

En la actualidad, los métodos generales (Figura 1) que es posible utilizar para evaluar el estado nutricional, se pueden dividir en dos grupos:

1. *Métodos Directos*

a) *Encuestas dietéticas* — Se recomienda su ejecución para determinar la ingesta. Este método es laborioso y no siempre arroja datos fieles y reales, no reflejando la utilización por parte del organismo. Además, para determinar si existen deficiencias es preciso conocer la cifra de los requerimientos, lo cual no siempre es factible ya que en algunos casos se desconoce, y en otros, esa cifra guarda relación con diversos constituyentes de la dieta.

b) *Niveles plasmáticos* — En general, no son buenos indicadores debido a que existen mecanismos homeostáticos eficientes para mantener los niveles dentro de rangos normales, y éstos no son afectados sino hasta la depleción casi total de los depósitos.

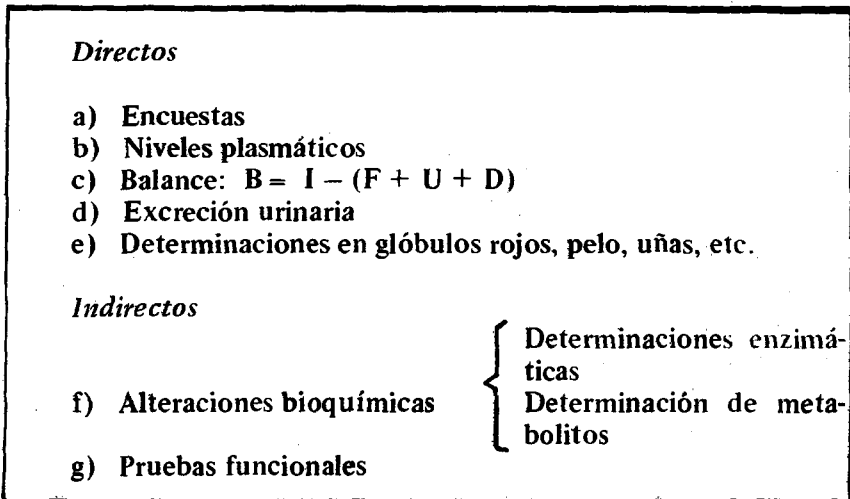


FIGURA 1

Evaluación del estado de nutrición mineral. Métodos generales

c) *Estudios de balance* — Estos son largos, requieren el seguimiento cercano de los individuos y un elevado número de determinaciones. No obstante, suministran información que a veces es imposible obtener aplicando otros métodos; por esta razón, continúan siendo de gran importancia.

El balance se calcula mediante la fórmula:

$$B = I - E = I - (F + U + S),$$

o sea la diferencia entre la ingesta y las excretas. Las vías de eliminación que habitualmente se toman en cuenta por ser numéricamente las más importantes son la fecal (F) y la urinaria (U). Sin embargo, para establecer correctamente el balance es preciso considerar la existencia de otras vías de excreción que incluyen: sudor visible e insensible (S), muestras de sangre, vómitos, descamación de la piel, cabello cortado o desprendimiento del mismo, y de uñas, gases intestinales y pérdidas anormales como esputo o fistulas abiertas. Si todas estas pérdidas no se tienen en cuenta, el error que se comete en el cálculo puede ser considerable.

Para mantenerse en adecuación nutricional, el adulto debe estar en balance cero, mientras que los niños, las mujeres embarazadas y los enfermos deben tener cifras de balance positivo con el objeto de asegurar la formación de nuevos constituyentes tisulares. El balance será negativo si la ingesta es inadecuada o si existen deficiencias de absorción o de utilización, catabolismo exagerado debido a procesos patológicos o trastornos emocionales, etc. Los valores obtenidos al calcular los balances metabólicos pueden verse influidos en forma apreciable por errores aislados o sistemáticos en la recolección, cuantificación y toma de muestras, así como por las dificultades analíticas asociadas con la preparación de la muestra y los métodos de ensayo utilizados. La exactitud del método de balance depende de una serie de factores bien definidos: es preciso obtener exactamente el peso y volumen del alimento ingerido y de las excretas y homogeneizarlas de modo que las alícuotas sean representativas; la recolección de orina y heces de 24 hr puede ser otra causa de error, si no se efectúa en los individuos practicándola en una unidad metabólica. En particular, los micronutrientes tienen un problema agregado, como son las dificultades analíticas y la absoluta necesidad de evitar cualquier contaminación durante la recolección, fraccionamiento, almacenamiento o digestión de la muestra (1).

d) *Evaluación del estado nutricional* — Se ha tratado de evaluar el estado nutricional determinando las concentraciones del elemento en estudio en material biológico de fácil recolección: glóbulos rojos, pelo, uñas, orina, etc. Estos métodos sólo han tenido éxito en determinados casos; en particular, la *excreción urinaria de 24 hr* del elemento bajo estudio puede guardar correlación con la ingesta y utilización. No obstante, es difícil y engorroso recolectar orina de 24 hr cuando se realizan estudios de campo. Para este tipo de estudios resulta más fácil recolectar una orina basal y expresar los resultados en relación a un metabolismo de excreción constante como es la creatinina.

e) *Determinaciones en material biológico no convencional* — Este incluye glóbulos rojos, pelos o uñas. Tales determinaciones pueden constituir indicadores promisorios de gran utilidad.

2. *Métodos Indirectos*

f) *Alteraciones bioquímicas* — La existencia de tales alteraciones previas a la aparición de los signos clínicos hace posible que la medición de actividades enzimáticas o de ciertos metabolitos pueda ser un indicador útil y fácil de realizar.

g) *Pruebas funcionales* — Si bien esta categoría de pruebas no son específicas, en ciertos casos pueden ser de utilidad como método orientador; por ejemplo, agudeza del sentido del gusto, adaptación a la oscuridad, y otras.

Por los motivos expuestos, no basta una sola determinación, siendo preciso utilizar una batería de determinaciones. En muchos casos todavía no existe una metodología que —mediante determinaciones fáciles— detecte deficiencias marginales y se pueda aplicar a la evaluación del estado nutricional de poblaciones.

A continuación se presenta una revisión de los métodos utilizables en la actualidad para evaluar el estado nutricional de algunos elementos minerales esenciales, siguiendo el orden de su abundancia en el organismo.

MINERALES MAYORES

Las evaluaciones del estado nutricional con respecto a los elementos mayores se suman en la Figura 2.

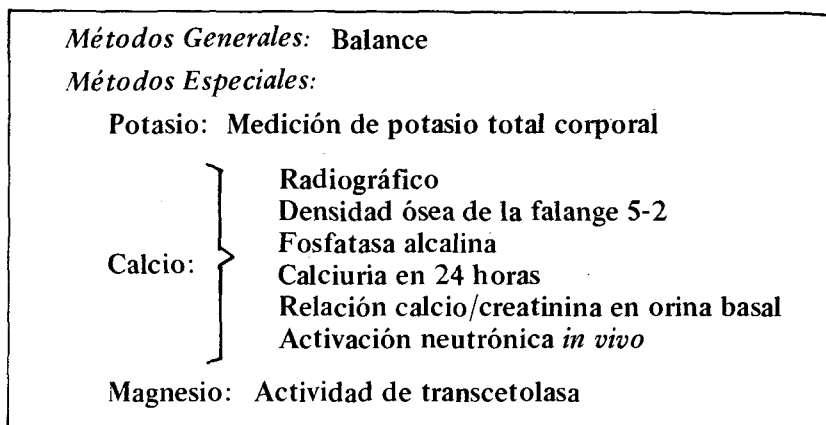


FIGURA 2

Evaluación del estado nutricional con respecto a los elementos minerales mayores

Sodio y Potasio

El sodio y el potasio son dos elementos íntimamente relacionados desde el punto de vista metabólico. Por este motivo, más que los valores individuales puede interesar y tener importancia diagnóstica la relación Na^+/K^+ .

Los niveles plasmáticos de ambos se mantienen dentro de rangos normales si la función renal es normal, a pesar de considerables variaciones en la ingesta; por lo tanto, esta determinación carece de valor desde el punto de vista nutricional.

Las dietas habituales son ricas en sodio y, mientras que el requerimiento diario para el adulto es de no más de 500 mg, el consumo diario promedio oscila entre 10 y 35 veces esa cifra (2), siendo unas de las manifestaciones de la toxicidad crónica el aumento del líquido extracelular y la hipertensión. Existen también factores genéticos responsables de la sensibilidad individual al sodio.

En la desnutrición infantil existe depleción de potasio como consecuencia de una serie de alteraciones metabólicas conducentes al incremento de la relación Na^+/K^+ ; el músculo y el cerebro son los tejidos más afectados, no siendo los niveles plasmáticos buenos indicadores (3).

Para evaluar la deficiencia de potasio, lo más conveniente es medir el *potasio total corporal* (PTC), el cual se puede determinar utilizando la medición de K^{40} en un contador de cuerpo entero. Esta determinación se basa en el hecho de que en la naturaleza, el 0.01180/o del K es K^{40} (4).

Calcio

Encuestas dietéticas — En Argentina éstas revelan que un gran porcentaje de la población ingiere dietas cuyo contenido en calcio está por debajo de la cifra recomendada por la FAO (400 mg/día) (5).

En general, dichas dietas contienen una elevada cantidad de proteínas. Estas inducen un incremento en la excreción urinaria de calcio y llevan a los individuos que las consumen a un balance negativo permanente (6), colocándolos en estado de riesgo.

Método radiológico — Este es habitualmente preconizado y utilizado por FAO/OMS como medio diagnóstico, ya que pone en evidencia la deficiencia crónica en una etapa avanzada de descalcificación ósea. Además, este método no es específico de la deficiencia de calcio, pues existe un gran número de causas intrínsecas y extrínsecas que alteran el desarrollo esquelético. Entre las causas extrínsecas de origen nutricional se pueden citar el raquitismo, el escorbuto y la desnutrición proteínico-calórica (7).

La detección radiométrica de la densidad ósea de la falange 5-2 se basa en la fácil accesibilidad de la muestra y en la escasa interferencia del tejido blando que la rodea (8).

Actividad de la fosfatasa alcalina — Está relacionada con el desarrollo óseo, y no se puede considerar como un indicador adecuado. En la rata, se ha demostrado que la isoenzima de origen intestinal en plasma guarda correlación con la ingesta y con la absorción de calcio (9), pero se requiere de trabajos confirmatorios que permitan la extrapolación de estos resultados al ser humano.

La calciuria en 24 hr ha sido utilizada con éxito (10), pero tiene el inconveniente de requerir la recolección de la muestra.

Relación calcio/creatinina — La relación Ca/C en la orina basal es un índice dependiente no sólo de la ingesta de Ca sino también de la velocidad de crecimiento. Su utilización es promisoría fundamentalmente para evaluar el efecto de suplementos aportadores de calcio (11, 12).

El método de *activación neutrónica in vivo* puede ser de suma utilidad cuando se cuenta con el equipo adecuado.

Magnesio

La deficiencia de magnesio nunca fue considerada como un problema de importancia en la nutrición humana. Por esta razón, se han realizado pocos estudios relativos a la evaluación del estado nutricional, y no se ha desarrollado una metodología adecuada para la ejecución de estudios de campo.

En general, una dieta que es adecuada en otros nutrientes esenciales —sobre todo proteínas de alto valor biológico— se ha considerado como aportadora de cantidades adecuadas de magnesio. El déficit de este elemento se ha asociado con el alcoholismo crónico, las diarreas agudas, dietas inadecuadas o insuficientes, toxemia del embarazo, síndrome de malabsorción, kwashiorkor, diabetes, enfermedad paratiroidea, cáncer, etc. Las dietas occidentales, sin embargo, tienden a ser de alto contenido en proteínas, a pesar de lo cual son bajas en su contenido de magnesio; las orientales, en cambio, son más ricas, pese a su deficiencia en proteínas y al bajo valor biológico de éstas. Como las dietas con un contenido elevado de proteínas, calcio o fósforo aumentan el requerimiento de magnesio, es probable que existan numerosos grupos de población con deficiencias marginales no detectadas hasta el presente.

Los niveles plasmáticos de magnesio descienden cuando la deficiencia es severa y ya ha aparecido la sintomatología clínica. Es por ello que para evaluar el estado nutricional y detectar deficiencias marginales, sólo se cuenta con el método de balance.

La determinación de transcetolasa puede tener valor, previo descarte de la deficiencia de vitamina B₁ (13).

SUMMARY

REVIEW OF PRESENT KNOWLEDGE ON THE EVALUATION OF NUTRITIONAL STATUS WITH REGARD TO MINERAL ELEMENTS

For a long time, the human diet was supposed to provide mineral elements in adequate quantities. Nevertheless, in recent years knowledge of marginal or severe deficiencies has contributed to clarify the biological functions of some of them. For this reason, more and more attention is being given to the evaluation of mineral nutritional status, field which has

progressed very rapidly.

This summary, which covers the major elements, also applies to the following article, where trace elements are discussed. The purpose of both articles is to summarize actual knowledge on available biochemical methodology for a better understanding of mineral nutritional status.

BIBLIOGRAFIA

1. Beisel, W. R. Metabolic balance studies; their continuing usefulness in nutrition research. *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**: 271-274, 1979.
2. Meneely, G. R. & H. D. Battarbee. Sodio y potasio. En: **Conocimientos Actuales en Nutrición**. Capítulo 26. Traducción al español de la 4a edición original de **Present Knowledge in Nutrition** publicada por "The Nutrition Foundation, Inc.". Guatemala, Guatemala, C. A., Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) y Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN), 1978, p. 261-281.
3. Closa, S., M. L. Pórtela, M. E. Río & J. C. Sanahuja. Changes in muscle and brain electrolytes in rats fed natural imbalanced diets. *J. Nutr.*, **104**: 1381-1388, 1974.
4. Lane, H. W., G. S. Roessler, E. W. Nelson & J. J. Cerda. Effect of physical activity on human potassium metabolism in a hot and humid environment. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**: 838-843, 1978.
5. Valencia, M. E. La Tecnología de Alimentos como Causa o Solución de Deficiencias Nutricionales. III Seminario y 1er Congreso Latinoamericano de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Buenos Aires, Argentina, 5 a 8 de noviembre de 1979.
6. Linkswiler, H. M., C. L. Joyce & Ch. R. Anand. Calcium retention of young adult males as affected by level of protein and calcium intake. *Trans. N. Y. Acad. Sci.*, **36**: 333-341, 1974.
7. Salomon, J. B., R. E. Klein, M. A. Guzmán & C. Canosa. Efectos de la nutrición e infecciones sobre el desarrollo óseo en niños en un área rural de Guatemala. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **22**: 417-449, 1972.
8. Albanese, A. A., E. J. Lorenze, A. H. Edelson, E. H. Wein & L. Carroll. Effects of calcium supplements and estrogen replacement therapy on bone loss of post menopausal women. *Nutr. Reps. Internat.*, **24**: 403-417, 1981.
9. Ferretti, J. L., J. L. Bazan & R. C. Puche. An analysis of an experimental model used in Ca-P metabolism studies: The rat housed in a metabolic house. *Medicina (Buenos Aires)*, **36**: 83-92, 1976.
10. Widdowson, E. M. & R. A. McCance. Use of random specimens of urine to compare dietary intakes of African and British children. *Arch.*

- Dis. Childhood, 45:** 547-552, 1970.
11. Zeni, S., M. L. Portela & M. E. Río. Estudio de la relación calcio/creatinina en orina en relación a la ingesta de calcio: su utilidad como indicador del estado nutricional. **Medicina (Buenos Aires), 39:** 795-796, 1979.
 12. Portela, M. L., S. Zeni & M. E. Río. Correlación entre el índice calcio/creatinina y los datos de encuestas dietéticas, en adultos. Presentado en: **VII Congreso Argentino de Nutrición, Paraná (Entre Ríos), junio de 1980.**
 13. Zieve, L. Influence of magnesium deficiency on the utilization of thiamine. **Ann. N. Y. Acad. Sci., 162:** 732-743, 1969.