

Contenido y absorción del calcio proveniente de la dieta del noroeste de México. Una retrospectiva bibliográfica

Rosa Olivia Méndez E., C. Jane Wyatt

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. Hermosillo, Sonora, México

RESUMEN. El calcio es un mineral indispensable para el crecimiento y desarrollo del esqueleto y de los dientes en el hombre. Durante la edad adulta la actividad ósea se limita al mantenimiento de la masa esquelética para lo cual se requiere cubrir adecuadamente la ingestión de calcio. El objetivo de este escrito es realizar una retrospectiva de la información bibliográfica sobre contenido y biodisponibilidad de calcio proveniente de la dieta del Noroeste de México. Los trabajos dietarios mostraron que las cantidades de calcio (1164 mg) en las dietas del Noroeste de México cubren la recomendación de la RDA para adultos mayores de 25 años y que sus principales aportadores son las tortillas de maíz, las tortillas de harina de trigo y los frijoles. Los valores de disponibilidad de calcio de las dietas conteniendo esos alimentos aumentaron con tan solo agregar pequeñas cantidades de productos aportadores de calcio de origen animal. Esa diferencia en la disponibilidad del calcio se observó aún cuando uno de los estudios *in vivo* se realizó con un número mínimo de mujeres, por lo que podemos concluir que existe la necesidad de evaluar el efecto del calcio aportado por las dietas del Noroeste de México directamente en la población, considerando, además, otros factores que intervienen en el mantenimiento del esqueleto (ejercicio, edad, sexo, etc).

Palabras clave: Calcio, biodisponibilidad.

SUMMARY. Content and absorption of calcium in diets of Northwestern Mexico: a look at the literature. Calcium is an essential mineral in humans for growth and development of bones and teeth. In adults, bone activity is limited to maintaining bone mass and in order to do this, an adequate intake of calcium is necessary. The objective of this study was to conduct a review of the information available in the literature on the content and availability of calcium in the diet in Northwestern Mexico. The diet studies show that the amount of calcium (1164 mg/d) in the diets in Northwestern Mexico meets the RDA for adults 25 or older and that the principal sources of calcium are corn tortillas, wheat flour tortillas and beans. Bioavailability of calcium in diets containing these foods increases when small amounts of dairy products are added to the diet. This same difference in the availability of calcium was observed in an *in vivo* study conducted in young women. We can conclude, based on the studies mentioned, that it is necessary to evaluate the effect of calcium in the diets of Northwestern Mexico directly in the general population taking into consideration factors that may play a role in maintaining bone structure such as exercise, age, sex.

Key words: Calcium, bioavailability.

INTRODUCCION

El calcio es un mineral indispensable para el crecimiento y desarrollo del esqueleto en el hombre ya que es uno de los constituyentes mayoritarios del tejido óseo (1). La recomendación de consumo para adultos mayores de 25 años es de 800 mg diarios y de 1200 mg para adolescentes, adultos jóvenes y para mujeres embarazadas y lactando (2). Además de considerar el consumo de calcio, varios estudios muestran una serie de factores que influyen en la biodisponibilidad del mineral. Entre ellos se citan la composición de la dieta, la edad, la absorción intestinal, etc.

Durante los últimos diez años, hemos cuantificado y evaluado la disponibilidad del calcio proveniente de dietas y alimentos regionales por lo que el objetivo de este escrito es realizar una retrospectiva de la información bibliográfica sobre contenido y biodisponibilidad de calcio proveniente de la dieta del Noroeste de México.

Relación calcio-hueso

El calcio es un mineral indispensable para el crecimiento y desarrollo del esqueleto y de los dientes en el hombre (1). Durante la adolescencia los huesos empiezan a ganar masa ósea hasta que alrededor de los 30 años llega a su valor máximo (3). El valor máximo de masa ósea es determinado genéticamente aunque también contribuyen la ingestión de calcio, el ejercicio, etc. Una vez alcanzada la madurez del esqueleto, la actividad ósea se limita al mantenimiento de los huesos para lo cual también es indispensable cubrir adecuadamente la ingestión de calcio. La recomendación de consumo para adultos mayores de 25 años es de 800 mg diarios y de 1200 mg para adolescentes, adultos jóvenes y para mujeres embarazadas y lactando (2).

El Consensus Development Conference on Osteoporosis de 1994 (4) sugirió una ingestión de 1000 mg de calcio diarios para mujeres saludables de 25 a 50 años de edad, mientras que para mujeres postmenopáusicas sin reemplazo hormonal la sugerencia fue de 1500 mg/d.

Calcio-dieta

Varios estudios muestran una serie de factores dietarios que influyen en la absorción intestinal del calcio. Así tenemos, por ejemplo, que aunque existen controversias en cuanto al efecto que el fósforo pudiera tener sobre la absorción de calcio, se recomienda que su ingestión no exceda el consumo de calcio, o sea que se mantenga una relación 1:1, (calcio:fósforo) cuando la ingestión de calcio es inadecuada (2). En el caso de los fitatos contenidos en algunos alimentos de origen vegetal se considera la posibilidad de que pudieran actuar como aportadores de fósforo dietario; o bien, favoreciendo la formación de complejos insolubles con calcio. En ambos casos se considera que la presencia de altas cantidades de fitatos podría ser un factor inhibidor de la absorción intestinal de calcio. Sin embargo, en el área de nutrición animal se resaltan efectos benéficos de los fitatos, como son los resultados obtenidos contra carcinogénesis (5, 6) y los referentes a las propiedades antioxidantes del ácido fítico (7). Además, en esta misma área de investigación se está buscando la posibilidad de disminuir el uso de suplementos de fósforo inorgánico en alimentos para animales, por lo que se está utilizando fitasa microbiana para liberar el fósforo de los fitatos durante la elaboración de las dietas (8, 9).

Otro componente dietario que se reporta como inhibidor de la absorción intestinal de calcio es la fibra, ya que al atrapar nutrientes (como el calcio) favorece su excreción fecal (10). En las dietas de EEUU donde el 75% del calcio dietario es aportado por productos lácteos y donde el contenido de fibra y fitatos es de 11 g (11) y de 395 mg (12) respectivamente, es probable que su efecto final sobre la absorción intestinal de calcio no tenga mayor relevancia, sin embargo en países donde el aporte de calcio es a partir de alimentos de origen vegetal, la situación podría requerir de más atención.

Por otra parte, además de conocer la composición química de las dietas se recomienda evaluar la biodisponibilidad del calcio. Greger (13) consideró que para ello deben tomarse en cuenta todos los componentes dietarios (calcio total, fósforo, proteína, magnesio, fibra, fitatos, grasa, vitamina D, lactosa y otros azúcares) ya que la influencia de todos ellos en conjunto determinará la biodisponibilidad del mineral. Esto se logrará, señaló, al realizar las evaluaciones directamente sobre las dietas y no en cada alimento en particular.

Métodos para evaluar biodisponibilidad de minerales

Todas las técnicas *in vitro* e *in vivo* desarrolladas permiten conocer, en mayor o menor grado, la influencia de la composición de la dieta sobre la absorción de nutrientes. Respecto a los métodos *in vitro* enfocados a minerales, algunos consideran a la solubilidad como indicador de su disponibilidad (14), de tal manera que los alimentos con un alto contenido de sustancias formadoras de complejos

insolubles se les considera alimentos aportadores de minerales no biodisponibles. La metodología descrita por Rao y Prabhavathi (15) utiliza pepsina para simular la digestión gástrica de los alimentos y cuantifica el contenido de minerales en las porciones solubles e insolubles de los alimentos.

Shen et al (16) utilizaron otra técnica *in vitro* en la que primeramente imitaron la digestión gástrica utilizando pepsina y después cuantificaron la cantidad de calcio que logró atravesar una membrana semipermeable durante una simulación de digestión intestinal con una mezcla de pancreatina y sales biliares. Los autores señalaron que este método presenta modificaciones al descrito por Miller et al., con el cual obtuvieron buena correlación con estudios *in vivo* para cinc y hierro.

La realización de estudios *in vivo* permite medir el efecto de diferentes niveles de calcio dietario o su biodisponibilidad evaluando diferentes características de los huesos en animales, por ejemplo tamaño, densidad y grosor del fémur, o bien, parte de su composición química como sería el contenido de ceniza y calcio. La utilización de ratas para evaluar diferentes fuentes de calcio es en vista de que en ellas se observa un comportamiento óseo semejante al de los humanos, incluyendo pérdida de minerales y de matriz ósea llegando a desarrollar osteoporosis (17).

Contenido de calcio en dietas consumidas en el Noroeste de México

El contenido de calcio en dietas de adultos del Noroeste de México cubrió la recomendación dietaria (2) para adultos mayores de 25 años con 1164 mg, pero no alcanzó los 1500 mg sugeridos por el Consensus Development Conference on Osteoporosis (4) para mujeres postmenopáusicas. El promedio de consumo diario de leche y queso fue de 228 g y 40 g, respectivamente (18), por lo que no se alcanzó la recomendación de dos porciones diarias de productos lácteos (19). Los principales alimentos aportadores de calcio fueron de origen vegetal: frijoles, tortillas de maíz y tortillas de harina de trigo, con un contenido de calcio de 186 ± 6 , 158 ± 1 y 43 ± 2 mg/100g, respectivamente (base seca)(20). La aportación al calcio dietario a partir de tortillas de maíz alcanza a cubrir el 22% de la recomendación dietaria para Estados Unidos (RDA). Cabe señalar que los frijoles y las tortillas de maíz son los principales alimentos aportadores de fibra y fitatos, alcanzando en las dietas del Noroeste de México valores de 49 g y 2088 mg, respectivamente (21). Esta composición de la dieta podría comprometer la disponibilidad de los minerales, sin embargo se menciona que existen procesos de adaptabilidad en los humanos orientados a optimizar la absorción de calcio de acuerdo al contenido y/o composición de las dietas, por lo cual requerimos de más estudios que nos muestren el

aprovechamiento del calcio considerando las características específicas de las dietas.

Evaluación *in vitro* del calcio contenido en dietas consumidas en el Noroeste de México

Aunque el contenido de calcio en las dietas del Noroeste de México cubre la recomendación para adultos, el alto contenido de fibra y fitatos nos haría esperar un alto contenido de minerales no biodisponibles. Sin embargo, los resultados obtenidos con los alimentos de mayor consumo en el Noroeste de México utilizando técnicas *in vitro* mostraron que el contenido de calcio soluble era elevado (21). La solubilidad se evaluó de acuerdo a la metodología descrita por Rao y Prabhavathi (15). La cantidad de calcio soluble fue de 61.3, 67.1 y 83.7 % del calcio total en frijoles, tortillas de maíz y tortillas de harina de trigo, respectivamente (20). En la dieta total, con un contenido de fitatos de 2088 mg (base húmeda), el calcio soluble fue del 87.3% (21). Estos datos, contrarios a lo que se esperaba, pudieran ser resultado de la influencia de todos los constituyentes dietarios o bien a que la técnica solo considera un mínimo de condiciones presentes en el tracto digestivo.

Al utilizar la técnica de Shen et al (16) para evaluar dietas con diferentes fuentes de calcio, se observó que del calcio total contenido en una dieta con tortilla de maíz solo el 6% fue dializable y que el valor se elevó a un 8% cuando se adicionaron fuentes de calcio de origen animal (leche y huevo) (22).

La utilización de estas técnicas resulta práctica dada la rapidez y el bajo costo de su desarrollo, no obstante, los resultados aportan sólo tendencias en el aprovechamiento del calcio. En nuestros estudios nos permitieron observar diferencias de disponibilidad de calcio dependiendo del tipo del alimento aportador y la posibilidad de problemas de disponibilidad de calcio con las dietas estudiadas.

Evaluación *in vivo* del calcio contenido en dietas consumidas en el Noroeste de México

En otro estudio (23) realizado en nuestro centro de trabajo se midió el contenido de calcio y fósforo en fémur de ratas alimentadas con dietas conteniendo diferentes fuentes de calcio. Las diferencias obtenidas en el contenido de calcio y fósforo en el fémur de las ratas se interpretaron como diferencias en la biodisponibilidad de dichos minerales. De esa manera se concluyó que la biodisponibilidad de estos minerales es mayor en una dieta con alimentos vegetales y animales que la que solo contenía fuentes vegetales (tortillas de maíz) como aportadores de calcio. El contenido de calcio y fósforo en el fémur de las ratas que consumieron la dieta basada en alimentos vegetales, no mostró diferencias estadísticas significativas con la dieta control deficiente en calcio y fósforo. Obviamente el contenido de calcio en el

fémur de los dos grupos de ratas fue menor que en el grupo alimentado con una dieta control que cubría todos los requerimientos para ratas. Al comparar estos resultados con los obtenidos con el calcio dializable, se pudo concluir que el método *in vitro* es un buen predictor de la biodisponibilidad del calcio dietario.

En la evaluación antes mencionada (23) también se midió la posible interferencia que pudiera presentar el fósforo ya que en las dietas experimentales la relación calcio:fósforo presentó una proporción contraria (1:1.8) a la indicada por la RDA (2). Los resultados obtenidos al alimentar las ratas mostraron diferencias significativas entre las dietas control y las dietas experimentales, pero las diferencias se atribuyeron a la fuente de calcio y no a la proporción calcio:fósforo.

Otro estudio *in vivo* que se realizó para evaluar fuentes de calcio de origen vegetal y animal, se desarrolló en mujeres utilizando isótopos estables. Se hizo una comparación de la absorción de calcio en dos grupos de mujeres jóvenes, uno alimentado con dietas con tortillas de maíz y el otro con productos lácteos como fuentes de calcio. A cada persona se le administró ^{46}Ca vía intravenosa y los isótopos ^{44}Ca y ^{48}Ca añadidos a las tortillas de maíz (10 mg/persona) y a la leche (1.8 mg/persona) respectivamente. Para calcular la absorción de calcio se cuantificó la cantidad de isótopos excretada en orina de 24 h y se midió la proporción relativa del isótopo oral contra el administrado por vía intravenosa. A pesar de que participaron muy pocas personas en cada grupo de estudio se pudieron establecer diferencias significativas entre los grupos ya que los resultados mostraron un porcentaje de absorción fraccional de 27.56 para ^{44}Ca y 31.04 para ^{48}Ca , lo cual indica una mayor biodisponibilidad del calcio contenido en los productos lácteos (24). Esta metodología ofrece la oportunidad de evaluar la absorción de calcio directamente en los humanos, aunque su elevado costo ha limitado su uso en nuestro medio.

CONCLUSION

El contenido de calcio en las dietas del Noroeste México cubre la recomendación diaria para adultos mayores de 25 años. Sin embargo, los estudios *in vitro* e *in vivo* mostraron que la disponibilidad del calcio contenido en las dietas podría estar dependiendo de los alimentos aportadores de calcio. Esa diferencia en la disponibilidad del calcio se observó aún cuando uno de los estudios *in vivo* se realizó con un número mínimo de mujeres, por lo que concluimos que existe la necesidad de evaluar el efecto del calcio aportado por las dietas del Noroeste de México directamente en la población considerando, además, otros factores que intervienen en el mantenimiento del esqueleto (ejercicio, edad, sexo, etc).

REFERENCIAS

1. Matkovic V. Calcium metabolism and calcium requirements during skeletal modeling and consolidation of bone mass. *Am J Clin Nutr.* 1991;54:245S-605.
2. NAS. National Academy of Science. Recommended Dietary Allowances 10th edition. Washington, D. C. 1989.
3. Abrams S and Stuff J. Calcium metabolism in girls: current dietary intakes lead to low rates of calcium absorption and retention during puberty. *Am J Clin Nutr.* 1994;60: 739-43.
4. Consensus Development Conference on Osteoporosis. En: National Institute Health Consensus Development Panel on *Optimal Calcium Intake.* JAMA 1994;272:1942-1948.
5. Graf E, Eaton JW. Suppression of colonic cancer by dietary phytic acid. *Nutr Cancer* 1993;19:11-19.
6. Shamsuddin AM. Inositol phosphates have novel anticancer function. *J Nutr* 1995;125:725S-732S.
7. Graf E, Empson KL, Eaton JW. Phytic acid. A natural antioxidant. *J Biol Chem* 1987;262:11647-11650.
8. Edwards HM. Dietary 1,2,5-dihydroxycholecalciferol supplementation increases natural phytate phosphorus utilization in chickens. *J Nutr* 1993;23:566-77.
9. Ketola HG, Harland BF. Influence of phosphorus in rainbow trout diets on phosphorus discharges in effluent water. *Transactions of the American Fisheries Society.* 1993;122:1120-6.
10. Harland BF. Dietary fibre and mineral bioavailability. *Nutr Res Rev* 1989;2:133-147.
11. Lanza E, Jones BY, Block G and Kessler L. Dietary fibre intake in the U.S. population. *Am J Clin Nutr;* 1987;46:790-7.
12. Murphy SP. Nutrient intakes of women in NHANES II, emphasizing trace minerals, fiber and phytate. *J Am Diet Ass* 1986;86: (10)1366-72.
13. Greger JL. Calcium Bioavailability. *Cereal Foods World,* 1988;33: (9)796-800.
14. Levenson DI and Bockman RS. A Review of calcium preparations. *Nutr Rev.* 1994;52: (7) 221-232.
15. Rao N. and Prabhavathi T. An in vitro method for predicting the bioavailability of iron from foods. *Am J Clin Nutr.* 1978;31:169-175.
16. Shen L, Robberecht H, van Dael P, Deelstra H. Estimation of the bioavailability of zinc and calcium from human, cow, goat and sheep milk by an in vitro method. *Biol Trace Elem Res* 1995;49: 107-118.
17. Krishnarao GVG, Draper HH. Influence of dietary phosphate on bone resorption in senescent mice. *J Nutr.* 1972;102: 1143-46. 1972.
18. Méndez RO y Wyatt CJ. Comparación entre los valores analizados y calculados del contenido de energía, grasa, proteína, fibra dietética, hierro y zinc en dietas del noroeste de México de diferentes niveles socioeconómicos. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 1995;45:(2), 151-158.
19. USDA. US Department of Agriculture and US Department of Health and Human Services. *Nutrition and your health: dietary guidelines for Americans,* 2nd Ed. Home and Garden Bulletin No 232; US Government Printing Office: Washington, DC. p.1-25. 1985.
20. Wyatt C. Jane and Triana-Tejas, MA. Soluble and insoluble Fe, Zn, Ca, and phytates in foods commonly consumed in Northern Mexico. *J Agric and Food Chem* 1994;42: 2204-2209.
21. Wyatt CJ, Méndez RO, Triana MA, Meléndez JM. Protein, energy fat and mineral composition of diets for low income adults in Sonora, México. *J Agric Food Chem,* 1995;43: 2636-2640.
22. Jane Wyatt C, Hernández ME, and Méndez RO. Dialyzable calcium and phosphorus in Mexican diets high in insoluble Fiber. *J Agric Food Chem.,* Vol 1998;46:4662-4666.
23. Jane Wyatt C, Hernández ME, and Méndez RO y Valencia ME. Effect of different calcium and phosphorus content in Mexican diets on rat femur bone growth and composition. *Nutr Res.* 2000;20:427-437.
24. Jane Wyatt C. Nutrient composition of the diet in Northern Mexico: A review. *Res. Adv in Food Science I.* 2000.

Recibido:07-12-1999

Aceptado:02-11-2000