

Efecto del nivel de calcio de la dieta consumida durante gestación y lactancia sobre el zinc en sangre y hueso, en ratas

Adriana Weisstaub, Susana Zeni, Patricia de Ferrer y María Luz de Portela

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

RESUMEN. Se estudió la influencia del nivel de calcio (Ca) de la dieta, durante preñez y lactancia, sobre el contenido materno de zinc (Zn) en hueso y en sangre. Ratas Wistar, hembras, entre 250 a 350 g de peso, se alimentaron desde el comienzo de la preñez hasta el destete con una dieta conteniendo/100 g: 0.2, 0.6 ó 0.9 g Ca (grupos BAJO, NORMAL y ALTO respectivamente). Al parto y al destete se determinó Zn en sangre (ZnS). Al destete se determinó en fémur Zn (ZnF) y Ca (CaF). Los resultados promedio \pm ESM fueron: para ZnS ($\mu\text{g/ml}$), al parto y al destete respectivamente: BAJO: 8.73 ± 1.05 ; 12.8 ± 2.02 ; NORMAL: 3.49 ± 0.19 ; 3.73 ± 0.37 ; ALTO: 3.21 ± 0.19 ; 3.85 ± 0.27 . Al destete para ZnF ($\mu\text{g}/100$ mg): BAJO: 30.2 ± 0.9 ; NORMAL: 24.1 ± 0.3 ; ALTO: 24.1 ± 0.9 ; CaF (mg/100 mg): BAJO: 19.2 ± 0.8 ; NORMAL: 21.4 ± 0.6 ; ALTO: 20.4 ± 1.1 . ZnS en BAJO fue estadísticamente mayor ($p < 0.0001$) a NORMAL y ALTO al parto y al destete. En BAJO, ZnF fue mayor y CaF menor a NORMAL y ALTO ($p < 0.0001$). ZnS, ZnF y CaF no mostraron diferencias entre NORMAL y ALTO. Estos resultados evidencian que durante gestación y lactancia no existió efecto negativo al incrementar en 50% el nivel de calcio de la dieta; el bajo aporte de calcio con zinc constante, aumentó tanto el contenido en fémur como los niveles sanguíneos de zinc.
Palabras clave: Calcio, zinc, gestación, lactancia, estado nutricional.

SUMMARY. Influence of dietary calcium during prenatal and lactation on zinc levels in maternal blood and bone, in rats. The effect of dietary calcium (Ca) level on maternal zinc (Zn) nutritional status was studied. Female Wistar rats, weighing 250-350 g, were fed during pregnancy and lactation with an experimental diet containing/100g different levels of calcium: 0.2 g (low calcium: LCa), 0.6 g (normal calcium: NCa) or 0.9 g (high calcium: HCa). Maternal blood samples were drawn from the tail at delivery and at the end of lactation. Laboratory determinations were: Zn in whole blood (WB) at delivery and weaning; Zn (ZnF) and Ca (CaF) in the ashed femur at weaning. The results (mean \pm SEM) were: ZnWB ($\mu\text{g/ml}$) at delivery and weaning: LCa: 8.73 ± 1.05 ; 12.8 ± 2.02 ; NCa: 3.49 ± 0.19 ; 3.73 ± 0.37 ; HCa: 3.21 ± 0.19 ; 3.85 ± 0.27 . CaF (mg/100 mg): LCa: 19.2 ± 0.8 ; NCa: 21.4 ± 0.6 ; HCa: 20.4 ± 1.1 . ZnF ($\mu\text{g}/100$ mg): LCa: 30.2 ± 0.9 ; NCa: 24.1 ± 0.3 ; HCa: 24.1 ± 0.9 . ZnWB was significantly higher in LCa ($p < 0.0001$) regarding NCa and HCa. ZnF showed an increase and CaF a decrease in LCa regarding NCa and HCa ($p < 0.0001$). There were no significant differences in ZnWB, ZnF and CaF between NCa and HCa. These results show that: there was no detrimental effect when dietary Ca content was increased by 50 % above the normal requirements of the rat.; low dietary Ca during pregnancy and lactation produced an increase of Zn utilization, reflected in maternal blood Zn and in ZnF content.
Key words: Calcium, zinc, pregnancy and lactation, nutritional status.

INTRODUCCION

La buena nutrición es uno de los pilares sobre los que se cimienta el desarrollo de los pueblos, siendo la salud materna durante el embarazo y la lactancia uno de los indicadores que diferencia el grado de desarrollo de los países (1).

Argentina no cuenta con datos nacionales que proporcionen un panorama completo del estado nutricional. Algunas encuestas han revelado un elevado porcentaje de población, de diferentes edades y estados fisiológicos, que presenta bajas ingestas de calcio (Ca), lo cual podría ser una de las causas de deterioro del tejido óseo materno y consiguiente riesgo de posterior osteoporosis en la edad adulta (2-5). Respecto de mujeres gestantes y lactantes del Gran

Buenos Aires, otras encuestas recientes han evidenciado también elevada prevalencia de baja ingesta de Ca, conjuntamente con ingestas marginales de zinc (Zn) (6).

Durante el embarazo y lactancia están incrementadas las necesidades de nutrientes y las deficiencias nutricionales implican un riesgo para la salud materno-infantil. Las adaptaciones fisiológicas que ocurren durante el embarazo tienden a lograr un adecuado desarrollo fetal, aún a expensas de la salud materna (7). En el primer semestre se produce un sustancial aumento del volumen plasmático y de la masa eritrocitaria, liberándose sustancias vasodilatadoras y de inhibición de la agregación plaquetaria, que convierten el lecho vascular en un sistema de baja resistencia. La falla en estos mecanismos de adaptación a los cambios fisiológicos

puede conducir a hipertensión inducida por el embarazo (HIE) (8-10), cuyas causas no están perfectamente esclarecidas, aunque existen evidencias de su relación con la baja ingesta de Ca (11-12). A su vez, bajas ingestas de Zn y/o bajas concentraciones de dicho micronutriente en plasma o eritrocitos podrían relacionarse con ciertas complicaciones durante la gestación como aumento de la incidencia de abortos, alteraciones en el desarrollo del feto, nacimientos prematuros, disminución del peso del recién nacido y efectos tardíos en el crecimiento infantil (13).

Se ha documentado que los suplementos de Ca reducen el riesgo de HIE y de preeclampsia (12). Sin embargo, las complejas interacciones Ca-Zn (14) hacen necesario prestar atención al posible efecto adverso de los suplementos de Ca sobre la utilización del Zn, así como estudiar la influencia de las bajas ingestas de Ca, aspecto sobre el cual existe escasa información. En este sentido, Kenney y McCoy, suplementando dietas bajas en Ca con cantidades moderadas de Zn, en ratas, encontraron que se hallaba alterado el intercambio Zn/Ca en fémur, lo que se traducía en variaciones en sus dimensiones, contenido mineral y propiedades mecánicas (15). Además, Dursun and Aydojan observaron en ratas alimentadas con dietas bajas en Ca que no se modificaba significativamente la absorción porcentual de Zn, aunque existía un incremento en su concentración en duodeno, cerebro, hígado y sangre (16).

Teniendo en cuenta los antecedentes mencionados, el objetivo del presente trabajo longitudinal fue evaluar, en un modelo experimental en ratas, la influencia del nivel de Ca de la dieta consumida durante preñez y lactancia, sobre el contenido materno de Zn en sangre y fémur.

MATERIALES Y METODOS

Animales

Ratas adultas de la cepa Wistar fueron criadas y mantenidas en bioterio con condiciones estandarizadas de temperatura (21°C), de humedad (70%) y con ciclos de luz-oscuridad de 12 hs, regulados automáticamente (de 8-20 hs). Cuando alcanzaron un peso entre 250 y 350 g (aproximadamente 5 meses de edad) se aparearon en la relación de 4 hembras por macho. Una vez comprobado el estado de preñez, mediante el hallazgo de espermatozoides en los extendidos vaginales, se asignaron 7 ratas hembras a cada grupo experimental y se alojaron en jaulas individuales de acero inoxidable, administrándoles «ad-libitum» agua desionizada y las dietas experimentales. Al nacimiento de las crías se registraron el peso y el número de las mismas, las que se ajustaron a 8 por madre.

El peso de las madres se registró al inicio de la gestación, al parto y al destete. A la tercera semana de la gestación y al destete se tomaron muestras de sangre materna de la vena caudal, con heparina como anticoagulante, entre las 10 y 12 hs

para evitar variaciones circadianas. Luego del destete, las madres se sacrificaron y se les extrajo el fémur derecho. Toda la experiencia fue realizada de acuerdo a la Guía para cuidado y uso de Animales de Laboratorio del National Institute of Health, USA (17).

Dietas experimentales

El presente modelo experimental para gestación y lactancia fue aplicado en estudios previos, anteriores a 1993 (18), año en que se publicaron las últimas recomendaciones para la preparación de las dietas para animales de experimentación (19). Por lo tanto, para poder comparar los presentes resultados con aquellos, se utilizaron dietas basadas en las recomendaciones de 1976/1980 para la preñez y lactancia (17,20), modificando el porcentaje de lípidos y variables en el contenido de Ca. Se utilizó una mezcla de sales libres de Ca (4 g/100 de dieta que aportó por 100g de dieta 0.6 g de P y 3.5 mg de Zn). Se agregó carbonato de Ca anhidro para alcanzar una concentración de Ca en la dieta de 0.2; 0.6 y 0.9 g/100 g de dieta (grupos BAJO, NORMAL y ALTO respectivamente). Todas las dietas fueron isocalóricas (4 kcal/g) y su composición de detalla en la Tabla 1.

TABLA 1
Composición de las dietas experimentales

Dietas experimentales (g/100 g)	
Proteínas ¹	20
Lípidos ²	10
Vitaminas hidrosolubles ³	0.25
Vitaminas liposolubles ⁴	0.5
Sales libres de Ca ⁵	4
Ca ⁶	variable
Colina	0.15
Dextrina ⁷	csp 100

1- Caseinato de potasio (gentilmente donado por Nestlé Argentina S.A.), que contenía 85.1% de proteína y 0.095% de Ca. 2-Aceite de maíz. 3-Composición de la mezcla vitamínica (g/kg): tiamina.HCl, 2.0; riboflavina, 2.0 ; ácido nicotínico, 10.0; piridoxina.HCl, 1.0; ácido fólico, 0.8; D-biotina, 0.4; D-pantotenato de calcio, 8.0; cyanocobalamina, 0.08; menaquinona, 2; inositol, 40.0; ácido ascórbico, 20.0; y sacarosa en csp 1000g (18). 4- Composición de la mezcla vitamínica (g/kg): colecalciferol, 2000 UI; retinol, 4000 UI; α tocoferol, 100 mg y aceite en csp 1000 g (esta mezcla se incorporó en el aceite de maíz) (18). 5- Composición de la mezcla de sales (g/kg): KH_2PO_4 , 488.1; NaCl, 356.7; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 141.8; citrato férrico de amonio, 9.0; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 2.2; $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 1.7; ZnCl_2 , 0.28; KI, 0.0095; NH_4Mo , 0.038; CoCl_2 , 0.024 (17,20). 6- Se agregó carbonato de Ca anhidro para alcanzar una concentración de Ca en la dieta de 0.2; 0.6 y 0.9 g/100 g de dieta (grupos bajo, normal y alto respectivamente). 7-Refinerías de maíz, Baradero, Argentina.

Ingesta de nutrientes

El consumo de alimento se registró tres veces por semana. En base al consumo y a la composición de las dietas, se calcularon las ingestas de Ca y Zn.

Determinaciones bioquímicas

En sangre entera se determinó Zn. Se extrajeron los fémures derechos de las madres, al destete, liberándolos de tejido muscular y secándolos durante 72 hs. en estufa a 100°C. Se desengrasaron con mezcla de cloroformo:metanol (3:1) y se secaron en estufa durante 48 hs. a 100°C. Sobre la muestra desengrasada y seca se determinó el peso. Posteriormente, se mineralizaron por vía seca (según el método de AOAC) (21), hasta aspecto blanco cristalino. Las cenizas se disolvieron en ClH cc p.a. y se llevaron a volumen adecuado con agua desionizada para determinar Ca y Zn.

Se determinaron Ca y Zn por espectrofotometría de absorción atómica (EAS) (espectrofotómetro Varian, modelo SpectrAA-20, con llama de aire-acetileno) con el agente de lectura de Cl_3La , en una concentración de 6500 ppm, en la solución de lectura, como supresor de interferencias (22).

Los diferentes pesos se determinaron con una balanza analítica Mettler con precisión ± 0.1 mg

Análisis estadístico de los resultados

Los datos se expresaron como media \pm error estándar de la media. Se aplicó análisis de varianza y los test de Student-Newman-Keuls para las comparaciones intragrupo «a posteriori» (23).

RESULTADOS

Consumo de dieta y nutrientes

La Tabla 2 muestra los consumos promedio de dieta (g/rata/día), Ca (mg/rata/día) y Zn (μ g/rata/día) desglosados en dos períodos: desde el inicio de la preñez hasta el parto y desde el parto hasta el día 15 de lactancia. A partir de los 17 días de edad las crías comienzan a consumir dieta sólida, por lo cual no se incluyó el consumo materno a partir del día 15 de la lactancia. Durante la preñez, el consumo de dieta en el grupo BAJO, fue significativamente mayor que en el ALTO y el NORMAL ($p = 0.0001$), pero no hubo diferencias significativas entre los grupos durante la lactancia. El mayor consumo de dieta en el grupo BAJO durante la preñez se tradujo en mayor ingesta de Zn ($p < 0.0005$). Como era de esperar la ingesta de Ca fue significativamente diferente entre los tres grupos y en ambos períodos ($p < 0.0001$) debido al distinto contenido de Ca en la dieta.

TABLA 2
Consumo promedio diario de dieta, Ca y Zn
(Promedio \pm error estándar de la media)

	Consumo de dieta (g/rata/día)		Ca (mg/rata/día)		Zn (μ g/rata/día)	
	Preñez	Lactancia*	Preñez	Lactancia*	Preñez	Lactancia*
Alto	14.5 \pm 1.2 ^a	33.2 \pm 3.9 ^a	130 \pm 11 ^a	299 \pm 35 ^a	507 \pm 43 ^a	1161 \pm 137 ^a
Normal	15.2 \pm 1.0 ^a	31.6 \pm 3.6 ^a	91 \pm 6 ^a	189 \pm 22 ^b	532 \pm 34 ^a	1105 \pm 127 ^a
Bajo	20.9 \pm 0.3 ^b	29.4 \pm 2.2 ^a	42 \pm 1 ^b	59 \pm 4 ^c	732 \pm 10 ^b	1030 \pm 76 ^a
p	0.0001	ns	< 0.0001	< 0.0005	< 0.0005	ns

Alto, normal y bajo: grupos alimentados con dietas conteniendo 0.9, 0.6 y 0.2 g de Ca/100 g respectivamente y con 3.5 mg de Zn/100 g de dieta.

Lactancia*: desde el parto hasta el día 15 de la lactancia

Superíndices distintos en la misma columna indican diferencias significativas

ns: diferencias no significativas

Variaciones de peso de las ratas madres y características de la prole

En la Tabla 3 se observa el porcentaje de incremento de peso de las ratas madres desde el inicio de la preñez hasta el parto y el porcentaje de disminución de peso desde el parto hasta el destete. Si se considera el incremento de peso entre el inicio de la experiencia y el parto, se puede observar que el grupo NORMAL presentó un valor significativamente mayor que el ALTO ($p < 0.05$). La disminución de peso desde

el parto hasta el destete no presentó diferencias significativas entre los grupos estudiados.

No se observaron diferencias significativas en el número total de crías o en su peso al nacimiento. Las crías del grupo BAJO crecieron más lentamente que los demás grupos mientras que el peso al destete fue alcanzado más rápidamente por el grupo NORMAL, luego el ALTO, y por último el BAJO (21 vs 22 vs 23 días). La velocidad de ganancia de peso fue menor para el grupo BAJO en los primeros cinco días pero luego se

equiparó con los demás grupos (no se muestran los datos, reportados en referencia 24).

TABLA 3
Variaciones de peso de las ratas madres
(Promedio \pm error estándar de la media)

	Variaciones de peso %	
	Preñez	Lactancia
Alto	17,7 \pm 2,7 ^a	-10,6 \pm 1,6 ^a
Normal	29,8 \pm 2,4 ^b	-16,0 \pm 2,9 ^a
Bajo	21,9 \pm 3,3 ^{a,b}	- 8,0 \pm 3,0 ^a
P	<0.05	ns

Alto, normal y bajo: grupos alimentados con dietas conteniendo 0.9, 0.6 y 0.2 g de Ca/100 g respectivamente y con 3.5 mg de Zn/100 g de dieta.

Superíndices distintos en la misma columna indican diferencias significativas ns: diferencias no significativas

Determinaciones en sangre

En la Tabla 4 se pueden observar los valores de Zn en sangre entera en los grupos experimentales al parto y al destete. Los valores de Zn no mostraron diferencias significativas entre los grupos ALTO y NORMAL. Sin embargo, el BAJO presentó valores superiores a los demás grupos experimentales en ambos períodos de estudio ($p < 0.0001$).

TABLA 4
Zn en sangre entera en los grupos experimentales
al parto y al destete
(Promedio \pm error estándar de la media)

	Zn (μ g/ml)	Zn (μ g/ml)
	Parto	Destete
Alto	3.21 \pm 0.19 ^a	3.85 \pm 0.27 ^a
Normal	3.49 \pm 0.19 ^a	3.73 \pm 0.37 ^a
Bajo	8.73 \pm 1.05 ^b	12.8 \pm 2.02 ^b
p	<0.0001	<0.0001

Alto, normal y bajo: grupos alimentados con dietas conteniendo 0.9, 0.6 y 0.2 g de Ca/100 g respectivamente y con 3.5 mg de Zn/100 g de dieta.

Superíndices distintos en la misma columna indican diferencias significativas ns: diferencias no significativas

Determinaciones en fémur

En la Tabla 5 figuran los valores de Ca y Zn en fémur, expresados como mg/fémur y como porcentaje del peso. El contenido total de Ca no evidenció diferencias significativas entre los grupos, pero al expresarlo como porcentaje del peso,

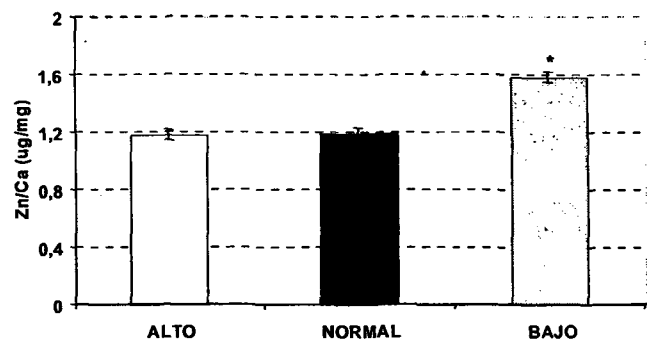
el grupo BAJO presentó valores significativamente superiores al NORMAL y al ALTO ($p < 0.005$). Contrariamente, el contenido de Zn ($p < 0.0001$), tanto en mg totales como en mg% fue mayor en el grupo BAJO que en el ALTO y el NORMAL. Por ello la relación Zn/Ca fue significativamente mayor en el grupo BAJO que en los demás grupos (Figura 1) ($p < 0.0001$).

TABLA 5
Ca y Zn en fémur al destete en los grupos experimentales
(Promedio \pm error estándar de la media)

	Alto	Normal	Bajo	p
Ca (mg)	111.5 \pm 3.2 ^a	114.0 \pm 4.3 ^a	110.0 \pm 6.2 ^a	ns
Ca (mg%)	20.5 \pm 0.5 ^a	21.4 \pm 0.3 ^a	19.2 \pm 0.4 ^b	< 0.005
Zn (μ g)	123.3 \pm 5.6 ^a	128.0 \pm 4.3 ^a	172.2 \pm 7.7 ^b	< 0.0001
Zn (μ g/100mg)	24.1 \pm 0.9 ^a	24.1 \pm 0.3 ^a	30.2 \pm 0.9 ^b	< 0.0001

Alto, normal y bajo: grupos alimentados con dietas conteniendo 0.9, 0.6 y 0.2 g de Ca/100 g respectivamente y con 3.5 mg de Zn/100 g de dieta. Superíndices distintos en la misma fila indican diferencias significativas ns: diferencias no significativas

FIGURA 1
Relación Zn/Ca en fémur



Alto, normal y bajo: grupos alimentados con dietas conteniendo 0.9, 0.6 y 0.2 g de Ca/100 g respectivamente y con 3.5 mg de Zn/100 g de dieta.

*: $p < 0.001$ con respecto a Alto y Normal

DISCUSION

La interacción Ca/Zn es un tema discutido, pero no aclarado. Se ha postulado que el Zn y el Ca podrían competir a nivel intestinal por un mismo transportador, por existir un mecanismo de absorción transcelular común a ambos cationes y que, además, el Ca podría disminuir la absorción del Zn reduciendo el transporte pasivo a través del duodeno (25).

Si bien el mecanismo de la absorción del Ca es conocido, los mecanismos involucrados en la absorción del Zn no son

tan claros (26), puesto que las dificultades metodológicas hacen difícil evaluar su biodisponibilidad. Las determinaciones de Zn en muestras biológicas como suero, plasma, glóbulos rojos y pelo son las más utilizadas como indicadores de estado nutricional, presentando cada una diversos inconvenientes. La concentración en suero o plasma se incrementa cuando existe hemólisis, aún imperceptible y puede estar alterada en el caso de infecciones o de ejercicio intenso (27-29). En el caso particular de la gestación se ha evidenciado una disminución que guarda relación con el incremento del volumen plasmático, que es difícil de interpretar (30). La concentración en eritrocitos es un reflejo del Zn disponible en el momento de la eritropoyesis; sin embargo, la determinación de Zn en sangre entera ha sido poco estudiada como indicador de estado nutricional, aunque es útil para estudios en humanos (31).

Nuestros resultados preliminares en mujeres gestantes indicaron una relación inversa entre la ingesta de Ca y la concentración de Zn en sangre entera durante el curso del embarazo (32). No obstante, la existencia de diversas variables en las dietas humanas hace difícil interpretar los resultados. Por ello, en el presente modelo experimental, la única variable fue la concentración de Ca de la dieta, que en el grupo NORMAL se ajustó a las recomendaciones para la rata en período de gestación y lactancia y en los otros dos grupos representó, respectivamente, 38% y 173% de aquella cifra. Además, la concentración de Zn en las tres dietas experimentales fue constante y suficiente para cubrir los requerimientos de la rata durante el período reproductivo.

Los presentes resultados evidencian que, al igual que en las gestantes con baja ingesta de Ca, en el modelo experimental en ratas, el grupo con BAJO nivel de Ca presentó un aumento de la concentración sanguínea de Zn. El efecto del incremento del consumo de dieta en ese grupo con respecto a los otros dos se descartaría debido a que el aumento en la ingesta de Zn en la preñez (38%) no sería suficiente para explicar el gran aumento observado en los niveles de Zn en sangre (250%) (Tablas 2 y 4). Además, los niveles de Zn en sangre continuaron incrementándose durante la lactancia aunque en ese período no hubo diferencias en el consumo de dieta entre los 3 grupos estudiados. Estos resultados confirmarían la interacción entre el Ca y el Zn de la dieta a bajos niveles de Ca, durante el embarazo y lactancia. Esta acción competitiva fue observada por Rossowska, en las vesículas del retículo sarcoplásmico de músculo esquelético de ratas jóvenes (33).

Murray y col observaron en ratas, un incremento del contenido de Zn en hueso, con sustitución parcial del Ca óseo por el Zn, ante dietas bajas en Ca (34). Posteriormente, los trabajos de Kenney y McCoy, que suplementaron dietas bajas en Ca con cantidades moderadas de Zn, también en ratas, encontraron alteraciones en la relación Zn/Ca en fémur, lo

que se traducía en variaciones en sus dimensiones, contenido mineral y propiedades mecánicas (15). Los presentes resultados de composición de fémur concuerdan con los mencionados, ya que evidencian en la dieta baja en Ca un incremento de la relación Zn/Ca en fémur (Figura 1), lo cual corroboraría la existencia de un reemplazo mineral del Ca por el Zn, ante dietas bajas en Ca, durante la gestación y lactancia.

A pesar de la esencialidad del Zn tanto para el crecimiento fetal como para la salud materna, no serían deseables niveles demasiado altos de Zn en el organismo. Las concentraciones elevadas de Zn en fémur, cuando la dieta materna es baja en Ca conducirían a efectos negativos en las propiedades físicas y mecánicas del hueso; así como podrían afectar otros procesos metabólicos (35,36). Aunque no hay evidencia, en humanos, acerca de efectos adversos debidos a cantidades elevadas de Zn provenientes de la dieta, recientemente se han establecido cifras máximas tolerables para el Zn proveniente de alimentos fortificados y suplementos dietarios. Dichos efectos adversos se asocian con alteraciones de la respuesta inmune y disminución de la absorción del cobre (35) y no se han publicado estudios sobre sus relaciones con los niveles en fluidos o tejidos. Sin embargo, en función de esos conocimientos es de importancia tener en cuenta no sólo una ingesta de Ca adecuada, sino también una relación Zn/Ca equilibrada, que permita mantener las concentraciones de Zn en los rangos fisiológicos normales.

Los resultados del presente trabajo permiten concluir que, en el modelo experimental estudiado durante la gestación y la lactancia, la interacción entre el Zn y el Ca, reflejada en el incremento de Zn en sangre y fémur, existiría a bajas concentraciones de Ca de la dieta materna. Por otra parte, el aumento del Ca de la dieta hasta los niveles utilizados en el presente estudio no afectó los niveles de Zn en hueso ni en sangre. Si bien deberían intensificarse los trabajos utilizando otra metodología, el presente estudio sugiere que, cuando se cubren las necesidades de Zn, tal interacción existiría a bajas ingestas de Ca.

Este trabajo se realizó en el marco de la Programación UBACyT, Subsidios AB26, TB060, B062 y B 009.

REFERENCIAS

1. Situación alimentaria y nutricional de América Latina. Conferencia Internacional sobre Nutrición. FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. OPS/OMS, Santiago de Chile (Chile), 1993.
2. Memoria anual 1976. Instituto de Ciencias de la Nutrición del NOA. Secretaría de Estado de Salud Pública de la Nación. Universidad nacional de Salta, 1976.
3. Boyer P, Portela ML, Rio ME. Un aspecto de la alimentación

- en Argentina. Cuadernos Mexicanos de Nutrición 1986; 9:12-6.
4. Boyer P, Portela ML, Rio ME, Sanahuja JC. Evaluación del estado nutricional de una población estudiantil. *Medicina* 1987; 47:51-6.
 5. Zeni S, Portela ML. Estado nutricional con respecto al calcio en la Argentina. *Arch Latinoamer Nutr* 1988; XXXVIII: 209-18.
 6. Altorcía M, Langini SH, Leal GM et al. Perfil bioquímico nutricional con respecto a calcio y vitamina A en un grupo de gestantes del Gran Buenos Aires. *Arch Latinoamer Nutr* 1994; 44: 20 S, abs. 69.
 7. Prentice A. Maternal calcium requirements during pregnancy and lactation. *Am J Clin Nutr* 1994; 59: 477S-83S.
 8. Zuspan F. Hipertensión crónica en el embarazo. *Clin Obst Gynecol* 1984; 4: 1085.
 9. Hays PM, Cruiks Hank DP, Doniy JJ. Plasma volume determination in normal and preeclamptic pregnancies. *Am J Obstet Gynecol* 1985; 151: 958.
 10. Weinsier L, Norris D. Recent developments in the etiology and treatment of hypertension: dietary calcium, fat and magnesium. *Am J Clin Nutr* 1985; 42: 1331-8.
 11. Osborne CG et al. Evidence for the relationship of calcium to blood pressure. *Nutr Rev* 1997; 55:1-9.
 12. Repke JT, Villar J. PreNormalancy-induced hypertension and low birth weight: the role of calcium. *Am J Clin Nutr* 1991; 54: 237S-41S.
 13. Shrimpton R. Zinc deficiency, is it widespread but under-recognized?. Focus on micronutrients. SCN News, United Nations Unies. Subcommittee on Nutrition 1993; 9: 24-7
 14. Snedeker SM, Smith SA, Greger JL. Effect of dietary calcium and phosphorus levels on the utilization of iron, copper, and zinc by adult males. *J Nutr* 1982; 112: 136-43.
 15. Kenney MA and McCoy H. Adding zinc reduces bone strength of rats fed a low-calcium diet. *Biol Trace Elem Res* 1997; 58: 35-41.
 16. Dursun N and AydoAlton S. Comparative effects fo calcium deficiency and supplements on the intestinal absorption of zinc in rats. *Jpn Physiol* 1994; 44 (2): 157-66.
 17. Second report of the ad hoc Committee on standards for nutritional studies. *J Nutr* 1980; 110:1726.
 18. Ronayne de Ferrer PA and Sambucetti ME. Casein to whey proteins ratio in rat and human milks: effects of maternal protein intake. *J Dairy Sci* 76: 1645,1993.
 19. AIN-93 Purified Diets for Laboratory Rodents: Final Report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Comittee on the Reformulation of the AIN-76 Rodent Diet. *J Nutr* 1993; 123: 1939-51.
 20. Report of the American Institute of Nutrition ad hoc Committee on standards for nutritional studies. *J Nutr* 107: 1340-48, 1977.
 21. Official Methods of Analysis of the A.O.A.C. 13th. Edition; Washington D.C. U.S.A. Association of Official Analytical Chemists, 1980; 14.
 22. Perkin Elmer Corp. Analytical method for atomic absorption spectrophotometry. Perkin Elmer Corp. Norwalk C.T., 1971.
 23. Sokal RR, Rohi FJ. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. W.H. Freeman and Company; San Francisco, 1969.
 24. WEISSTAUB, A. Influencia de la ingesta de Calcio durante la gestación sobre el estado nutricional con respecto al Calcio y otros minerales, en la madre y en la progenie: modelo experimental en ratas. Tesis Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina, 2001.
 25. Wapnir RA. Calcium, magnesium and phosphorus absorption. In: Protein nutrition and mineral absorption. CRP Press, Florida, USA, Chap. V, 1990.
 26. Krebs N. Overview of zinc absorption and excretion in the human gastrointestinal tract. *J Nutr* 2000 (Suppl); 130: 1374S-7S.
 27. Beisel WR, Pekarek RS, Wannemacher RW. Homeostatic mechanisms affecting plasma zinc levels in acute stress. *Trace Elem in Humans Health and Dis* 1976; 1: 87-106.
 28. Solomons NW. On the assessment of zinc and copper nutriture in man. *Am J Clin Nutr* 1979; 32: 856-71.
 29. Jacobs GM, Hambidge KM, Stall C, Pritts J, Nelson D. Daily variations in plasma zinc in normal adult women. *Trace Elem in Man and Anim* 1988; 6: 491-2.
 30. Swanson CA and King JC. Reduced serum zinc concentration during pregnancy. *Obstet Gynecol* 1983; 62: 313-8.
 31. Gibson RS. Assessment of zinc status. In: Principles of Nutritional Assessment. New Oxford. Oxford University Press, 1990.
 32. Weisstaub A, López L, Lazzari A et al. Efecto de la suplementación con calcio, en gestantes, sobre el estado nutricional con respecto al zinc. *Actas del XIII Congreso Argentino de Nutrición* 1999; abs 49: 278.
 33. Rossowska MJ, Nakamoto T. Interaction between zinc and calcium in skeletal muscle in young growing rats. *Biol Trace Elem Res* 1993; 38 (3): 301-9.
 34. Murray EJ and Messer HH. Turnover of bone zinc during normal and accelerated bone loss in rats. *J Nutr* 1981; 111 (9): 1641-7.
 35. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc. Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary References Intakes, Food and Nutrition Board & Institute of Medicine, National Academy of Sciences, Washington, D.C., 2001.
 36. Zinc and Health: Current Status and Future Directions. *J Nutr* 2000; (130): 5S. Proceedings of a workshop held November 4-5, Betsheda, MD, 2000.

Recibido: 13-02-2002

Aceptado: 24-04-2003