

## NUTRICION DE ZINC EN ADULTOS JOVENES CHILENOS

Vivien Gattás Zaror,<sup>1</sup> Mauro Fisberg,<sup>2</sup> Gladys Barrera Acevedo<sup>1</sup> y  
Ricardo Uauy Dagach-Imbarack<sup>1,3</sup>

Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA),  
Universidad de Chile  
Santiago de Chile

### RESUMEN

Con el propósito de evaluar el efecto de factores dietarios en los niveles de zinc plasmático, se estimó la ingesta de zinc y se midieron niveles plasmáticos en 37 sujetos adultos jóvenes de nivel socioeconómico medio y bajo.

El estudio incluyó 16 hombres y 21 mujeres, con edades promedio de  $29 \pm 7$  y  $26 \pm 6$  años, respectivamente.

La ingesta de calorías, proteínas y zinc se obtuvo mediante una encuesta alimentaria de recordatorio de 24 horas. El zinc plasmático se midió por espectrofotometría de absorción atómica, y también fosfatasas alcalinas. Asimismo, se controló peso y talla, calculando el por ciento de peso para-talla según los estándares de Jelliffe.

La dieta promedio del grupo la constituían cereales, legumbres, huevos, pan y fideos. El promedio de ingesta calórica fue de  $2,051 \pm 154$  Kcal/día para los hombres y  $1,767 \pm 158$  Kcal/día para las mujeres. La ingesta diaria de zinc fue de  $8.3 \pm 3$  mg/día en los hombres, y  $9.7 \pm 2.0$  mg/día en las mujeres. Los cereales constituyeron la fuente de zinc en el hombre, mientras que en las mujeres, lo fueron los huevos y derivados lácteos.

Los promedios de zinc en plasma acusaron  $82 \pm 22$   $\mu\text{g}/\text{dl}$  en los hombres y  $94 \pm 19$   $\mu\text{g}/\text{dl}$  en las mujeres ( $P < 0.01$ ). La concentración de zinc en el grupo total fue de  $89 \pm 21$   $\mu\text{g}/\text{dl}$ . Siete hombres y dos mujeres presentaron valores bajos de zinc plasmático ( $70$   $\mu\text{g}/\text{dl}$  o menos).

Los niveles de fosfatasa alcalina fueron  $110 \pm 10$  UI en los hombres y  $71 \pm 4$  UI en las mujeres ( $P < 0.001$ ). No hubo correlación con los niveles plasmáticos de zinc. La relación P/T fue de  $100 \pm 4\%$  para hombres, y de  $108 \pm 4\%$  para mujeres.

---

Manuscrito modificado recibido: 17-6-87.

- 1 Profesora de Nutrición Clínica, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile, Casilla 15138, Santiago 11, Chile.
- 2 Escola Paulista de Medicina, São Paulo, Brasil.
- 3 Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile. En la actualidad: Human Nutrition Center, University of Texas, Dallas, Texas, EUA.

Los resultados permiten concluir que el grupo en estudio tiene niveles promedio de zinc plasmático dentro del rango de normalidad; sin embargo, esos valores son significativamente más bajos en los hombres.

La ingesta dietaria de zinc resultó ser menor en relación a las recomendaciones. La causa de los bajos niveles de zinc en plasma observados pueden ser una baja ingesta y/o una pobre biodisponibilidad.

## INTRODUCCION

Desde los trabajos de Prasad en la década de 1960, se conoce la esencialidad del zinc en la nutrición humana (1). La importancia de este elemento ha adquirido aún mayor relieve, al ir relacionando la función cumplida por múltiples sistemas enzimáticos que contienen átomos de este oligoelemento en su estructura, o como co-factores, con diversas patologías secundarias a la deficiencia de esas enzimas (2,3).

El zinc participa en más de 40 sistemas enzimáticos, entre los que destacan la fosfatasa alcalina, dehidrogenasa láctica y glutámica, carboxipeptidasas, polimerasas del ADN y el ARN (4). La deficiencia extrema de zinc es fácilmente diagnosticada por la presencia de un síndrome clínico ya clásico de: enanismo, hipogonadismo, hepatoesplenomegalia y geofagia (5). Varios estudios al respecto han demostrado la importancia del zinc en patologías tales como la acrodermatitis enteropática, anemia falciforme, enfermedades hepáticas crónicas, malabsorción y enfermedades inmunológicas (6-10).

No es sencillo determinar el estado nutricional de zinc por la dificultad de evaluación e interpretación de los diferentes métodos usados. Se sabe que la determinación en el plasma, es la metodología más simple, aun cuando presenta numerosos problemas de posible contaminación y variación de niveles por ingesta alimentaria; por ello, se puede decir que es un procedimiento insuficiente para el diagnóstico de la deficiencia de zinc (11, 12). La determinación de zinc en el pelo se plantea como una excelente manera de complementar los diferentes métodos existentes para medir el estado nutricional de zinc, a pesar de que algunos autores informan resultados contradictorios. Por otra parte, la medición en el pelo, tiene la ventaja de ser el método menos invasivo (3, 13-15).

Diversos aspectos metodológicos, tales como posible contaminación previa o al tomar la muestra, y cambios en la velocidad de crecimiento del pelo en relación al estado nutricional, pueden explicar en parte, algunos resultados discordantes.

El principal problema en relación al zinc, es diagnosticar los sujetos con deficiencia marginal. Por los trabajos de Hambidge *et al* en Denver, se sabe que poblaciones aparentemente normales pueden presentar deficiencia clínica de zinc (16). Estudios realizados en individuos normales, aplicando diversos métodos para evaluar nutrición de zinc, han demostrado resultados similares en cuanto a la poca sensibilidad para delimitar el estado nutricional de zinc a los encontrados al medir niveles de zinc en el plasma (14). En estos estudios no se ha observado correlación entre el nivel de zinc en plasma, pelo, orina, saliva y uñas. Sin embargo, los estudios de Klevay demuestran una buena correlación entre zinc en plasma y pelo (14). El contenido de éste en el pelo acusa una gran variabilidad

según varios investigadores y se observan rangos de normalidad que fluctúan entre 160 y 200  $\mu\text{g/g}$  (11, 14, 17-19).

La importancia del zinc en la dieta está ampliamente demostrada por los trabajos de Prasad, en que el gran contenido de fitatos y bajo contenido de zinc en la dieta de campesinos egipcios, determinarían deficiencia de zinc. Los sujetos estudiados en Irán y Egipto presentaban una baja biodisponibilidad de zinc, a pesar de recibir una cantidad adecuada del elemento traza en la alimentación (20,21). En un estudio en adultos realizado en Nueva Zelanda, McKenzie demostró que la determinación de zinc en el pelo, suero, orina y uñas, no es un indicador sensible del estado nutricional de este oligoelemento. No se correlacionaron estos parámetros con el zinc de la dieta (13).

En una etapa preliminar del estudio objeto del presente artículo, analizamos la dieta de un grupo de adultos normales, en relación a la ingesta de zinc, observando una buena correlación con los niveles plasmáticos de este oligoelemento (22); los bajos niveles de zinc se relacionaban con la ingesta de dietas basadas principalmente en cereales y pan. En la presente publicación se amplían los hallazgos iniciales encontrados en individuos jóvenes normales, determinándose zinc en plasma y pelo, y midiendo el contenido de zinc en la dieta consumida por ellos.

#### MATERIAL Y METODOS

Con el objeto de determinar el estado nutricional de zinc en adultos, seleccionamos 38 individuos voluntarios, aparentemente sanos, de nivel socioeconómico medio y bajo. Todos ellos fueron informados del carácter del estudio y firmaron un consentimiento escrito. A los sujetos se les realizó un examen clínico completo, complementado con antropometría y exámenes de laboratorio, con el propósito de descartar patologías intercurrentes. Uno de los sujetos con zinc bajo (34  $\mu\text{g/dl}$ ) fue descartado del estudio por constatarle una hepatopatía crónica al examen clínico. El grupo definitivo quedó así constituido por 16 hombres y 21 mujeres con edad promedio de 27 años, y un rango de 19 a 44 años. El grupo se caracterizó antropométricamente por una relación de peso para talla de 105% en relación al estándar de Jelliffe (23); se midieron pliegues cutáneos (tricipital, subescapular) y perímetro braquial, calculándose área grasa y magra según Frisancho (24). Las características del grupo, clasificado por sexo, pueden observarse en la Tabla 1.

Cada sujeto se sometió a una encuesta alimentaria por el método de recordatorio de 24 horas, en tres días no consecutivos, incluyendo un día de fin de semana (25, 26). Se determinó ingesta de calorías, proteínas totales, proteína animal y contenido de zinc de la dieta, utilizando la *Tabla de Composición Química de Alimentos Chilenos* (27). Las dietas fueron separadas en sus alimentos básicos, estableciéndose un orden de acuerdo a la frecuencia de consumo. A aquellos alimentos que determinaban la mayor parte del aporte calórico, se les midió su contenido de zinc, mediante espectrofotometría de absorción atómica, comparándose con una tabla provisional, que se utilizó como patrón (28). Se hicieron correlaciones estadísticas entre los niveles de zinc en plasma y pelo e ingesta.

TABLA 1

CARACTERISTICAS ANTROPOMETRICAS DE LA MUESTRA TOTAL,  
SEGUN SEXO

Sexo	♂	♀
No. sujetos	16	21
Edad (años)	29 ± 7	26 ± 6
Peso para talla (°/o) <sup>+</sup>	99 ± 18	108 ± 18
Area magra (°/o)	80 ± 13	83 ± 17
Area grasa (°/o)	103 ± 53	107 ± 45

\* Promedio ± DE.

<sup>+</sup> Por ciento de estándares (21,22).

Para la determinación de zinc plasmático, se obtuvieron muestras de sangre en ayunas, recolectándolas entre las 8 y 9 horas, valiéndose de jeringas plásticas desechables, con agujas de acero inoxidable, para evitar contaminación con elementos traza y heparina libre de zinc (Liquemine<sup>R</sup>), como anticoagulante. La sangre fue centrifugada, y el plasma se separó y transfirió a tubos libres de iones, siendo analizado en forma inmediata, según técnicas descritas para espectrofotometría de absorción atómica Perkin Elmer 303 (29). Para la determinación de zinc en pelo se tomó una muestra de aproximadamente 1 g de pelo de la región occipital de los sujetos, previo lavado con jabón de glicerina libre de zinc, y usando una tijera de acero inoxidable. Las muestras eran tratadas con calor hasta su conversión a cenizas, las que eran digeridas con ácido clorhídrico al 50%, analizándose el contenido de zinc por espectrofotometría de absorción atómica. La fecha de toma de la muestra de pelo coincidió con la muestra de sangre.

## RESULTADOS

El contenido de zinc de los alimentos constituyentes de la dieta de la población en estudio, se observa en la Tabla 2. Al comparar estos resultados con una tabla de referencia de zinc en los alimentos, las diferencias encontradas principalmente en relación al pan, azúcar y arroz, pueden explicarse por diferencias en la preparación, tipo y procedencia del alimento (28). Nuestros datos apoyan la necesidad de medir contenido de zinc en los alimentos locales para evaluar ingesta y adecuación dietaria. En nuestro caso, habría existido una gran subvaloración de la ingesta real, de haberse utilizado los datos de las tablas de referencia en vez del análisis directo.

El análisis de aporte nutritivo de la dieta consumida por los individuos correspondió a una ingesta calórica promedio de  $2,150 \pm 513$  calorías para los hombres, y de  $1,790 \pm 690$  calorías para las mujeres, valores ambos que están por debajo de las recomendaciones internacionales (21).

El contenido de zinc de las dietas, determinado mediante análisis por espectrofotometría de absorción atómica, reveló que los hombres ingieren un promedio de  $8.3 \pm 3$  mg/día de zinc, mientras las mujeres ingieren

TABLA 2

CONTENIDO DE ZINC EN LOS ALIMENTOS HABITUALES DE  
LA DIETA EN ESTUDIO, Y SU COMPARACION CON LA TABLA  
DE REFERENCIA (mg/100g materia seca)

Alimentos	Zinc analizado	Zinc de referencia
Pan	1.5	0.6
Azúcar	0.2	0.06
Carne	4.5	6.0
Poroto verde	0.2	0.4
Papa	0.3	0.3
Fideos	2.5	1.5
Arroz	3.3	1.3

9.7 ± 2 mg/día, ingestas ambas, inferiores a las recomendaciones de 15 mg/día, que es la calculada para adultos (21). Como lo muestra la Tabla 3, la ingesta proteínica total y de proteína de origen animal, fue similar para ambos sexos. No se encontró correlación entre la ingesta de zinc y los niveles de este elemento traza en pelo y plasma.

El análisis de las dietas consumidas habitualmente por los adultos jóvenes incluidos en el estudio, demostró que las proporciones de alimentos de origen animal, cereales, legumbres y vegetales son semejantes para los dos grupos. Sin embargo, la ingesta de pan en los hombres de este grupo, es acentuadamente superior que en las mujeres.

El promedio de zinc plasmático para el grupo total fue de 89 ± 21 µg/dl ( $\bar{x}$  ± DE). Al separar por sexo, los hombres presentaron un valor promedio de 82 ± 22 µg/dl inferior al obtenido en las mujeres, cuyo valor fue de 94 ± 19 µg/dl, diferencia que es estadísticamente significativa ( $P < 0.01$ ) (Tabla 4).

Siete hombres acusaron valores de zinc plasmático menores de 70 µg/dl, considerado como límite normal (13), mientras que solamente dos mujeres estuvieron por debajo de ese límite ( $P < 0.05$ ). La distribución de los valores de zinc plasmático según el sexo se ilustra gráficamente en la Figura 1.

El promedio de zinc en pelo para el grupo total fue de 180 ± 25 µg/g, sin encontrarse diferencia significativa al realizar el análisis según sexo. Considerando el valor de 160 µg/g como límite inferior de normalidad (20), cuatro hombres (25%) y dos mujeres (9%) estuvieron por debajo de este límite. No se encontró correlación estadística entre los valores de zinc en plasma y pelo. De los sujetos que presentaron valores bajos de zinc, solamente dos hombres y una mujer tenían, concomitantemente, depleción a nivel plasmático y en el pelo.

## DISCUSION

El análisis de las dietas del grupo sometido a estudio reveló una ingesta de zinc muy baja, al compararla con las recomendaciones estable-

TABLA 3

## CARACTERISTICAS DE LA DIETA DEL GRUPO ESTUDIADO

	Hombres (n = 21)	Mujeres (n = 16)	P
Calorías	2,150 ± 513	1,790 ± 690	< 0.01
Proteínas totales (g/día)	63 ± 21	58 ± 25	NS
Proteínas animales (g/día)	30 ± 18	27 ± 12	NS
Zinc ingesta (mg/día)	8.3 ± 3	9.7 ± 2	NS
Zinc (mg/1,000 Kcal)	3.9 ± 1.4	5.4 ± 1.1	NS

TABLA 4

## NIVELES DE ZINC EN PLASMA Y PELO, SEGUN SEXO

	Hombres (n = 21)	Mujeres (n = 16)
Zinc en pelo (µg/dl)	174 ± 23	185 ± 26
Zinc en plasma (µg/g)	82 ± 22	* 94 ± 19

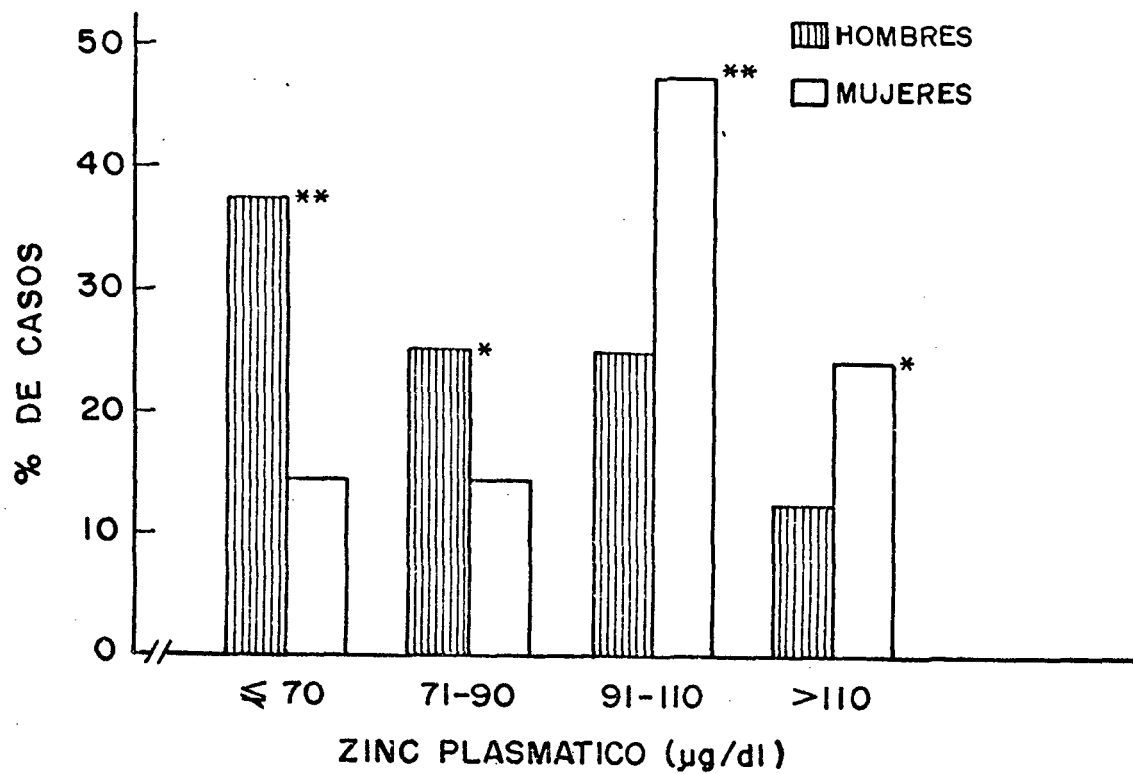
\* P < 0.01.

cidas por la NRC-NAS, Estados Unidos (21). No obstante, el contenido calórico y proteínico de las dietas, también se encontraba bajo los límites considerados como aceptables para la población adulta. Pero si observamos la relación peso para talla, la población tiene en promedio valores de 104<sup>o</sup>/o en relación al estándar, lo que sugiere que no existía un déficit en el balance energético.

Los adultos del sexo masculino consumían una dieta cuyo aporte de pan y cereales era mayor que las mujeres. Una de las posibles explicaciones de la mayor prevalencia de individuos con bajos niveles de zinc en el plasma, podría ser la presencia de una mayor cantidad de fitatos en la dieta, perjudicando la absorción del zinc de la dieta, ya bastante pobre en este elemento (20).

Siete de los 16 individuos de sexo masculino presentaron niveles de zinc plasmático inferiores al límite normal, hecho que ocurrió sólo en una pequeña proporción de las mujeres (14<sup>o</sup>/o). Estas diferencias significativas entre sexos, pueden explicarse a través de la diferencia en la calidad de la dieta, tipo de proteínas y pérdidas de Zn en hombres y mujeres. En relación al pelo, los resultados revelaron que no hubo casos por debajo del rango normal. No se encontró una correlación estadísticamente significativa entre los valores de zinc en el pelo y en el plasma.

La gran importancia que en muchas condiciones patológicas se da al zinc, su relación con procesos metabólicos, crecimiento y enzimas, obligan a verificar con mucha exactitud las variaciones de la normalidad del zinc



\*  $p < 0.05$   
 \*\*  $p < 0.025$

FIGURA 1

Niveles de zinc plasmático, según sexo del grupo estudiado.

en diferentes poblaciones, considerando edad y métodos utilizados. En la actualidad, no hay concordancia entre diferentes autores sobre cuál es la mejor técnica para medir zinc, debido a la gran variabilidad de resultados, contaminación con otros elementos y diferencias ambientales.

La interrelación entre dieta, ingesta de zinc y determinación del zinc en el plasma y pelo ha sido objeto de estudios investigativos pero, de nuevo, los resultados son confusos, y algunas veces contradictorios.

Los valores normales para el zinc en plasma y suero en adultos dados por la literatura, varían de 83  $\mu\text{g}/\text{dl}$  a 180  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , encontrándose diferencias entre sexo, edad, nivel socioeconómico de los grupos y tipo de alimentación (30,31). A pesar de ello, nuestros resultados iniciales demuestran que los hombres acusan valores de zinc plasmáticos de 82  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , inferiores a los que se citan en trabajos internacionales, no así las mujeres, que presentan niveles similares. Los resultados obtenidos por nosotros, comparados con algunos datos de la literatura, pueden verse en la Tabla 5.

TABLA 5

VALORES PROMEDIO DE ZINC EN LOS ADULTOS CHILENOS, JOVENES,  
COMPARADOS CON DATOS DE LA LITERATURA

Autores	n	Zinc en plasma ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	Zinc en pelo	Zinc en suero ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )
Gattás, V. <i>et al.</i>	16 ♂	82 $\pm$ 22	180 $\pm$ 25 <sup>a</sup>	—
(presente estudio)	21 ♀	94 $\pm$ 19	185 $\pm$ 26	—
Hambidge, K.M. <i>et al.</i>	88 (♂ y ♀)	—	180 $\pm$ 4 <sup>b</sup>	—
Strain W.H. <i>et al.</i>	12 ♂	—	103 $\pm$ 4 <sup>b</sup>	—
Renhold, J.G. <i>et al.</i>	20 ♂	—	181 $\pm$ 36 <sup>a</sup>	—
Mc Bean, L.D. <i>et al.</i>	14 ♂	—	176 $\pm$ 37 <sup>a</sup>	—
Mc Bean, L.D. <i>et al.</i>	75 niños	72 $\pm$ 12	199 $\pm$ 22 <sup>a</sup>	—
Klevay, L.M.	118 ♂	95 $\pm$ 125	142 $\pm$ 43 <sup>a</sup>	—
	172 ♀	76 $\pm$ 111	(n = 64) 167 $\pm$ 129 (n = 70)	—
Mc Kenzie, J.M.	42 ♂	—	180 $\pm$ 15	84 $\pm$ 15
E.R. Gabrieli	54 ♀	—	195 $\pm$ 23	121 $\pm$ 30
Sinha, S.N. & E.R. Gabrieli	200 (♂ y ♀)	—	—	120 $\pm$ 22 <sup>a</sup>

a  $\bar{x} \pm \text{DE}$ .

b  $\bar{x} \pm \text{EE}$ .

Las concentraciones de zinc en el pelo, inicialmente vistas como un reflejo de las reservas tisulares de zinc, han experimentado innumerables variaciones dependiendo de las técnicas utilizadas para su medición. Sin embargo, estudios realizados en Denver, han demostrado que el zinc en el pelo puede ser independiente del lugar de corte, de la contaminación ambiental, del método del lavado o de pigmentación del pelo, y sí dependiente de la edad de los sujetos (16).

Así, adultos jóvenes tuvieron niveles semejantes al de los neonatos. Hay una disminución importante de los niveles en la infancia temprana para luego ascender (30). Nuestros datos demuestran que los adultos chilenos jóvenes, de nivel socioeconómico medio y bajo, acusaron valores de zinc en el pelo muy semejantes a los de la población adulta norteamericana. Los datos de nuestro estudio, por lo tanto, confirman que no hay diferencia entre sexos en cuanto al contenido de zinc en el pelo.

### CONCLUSION

En conclusión, podemos decir que la dieta de los adultos chilenos, jóvenes, contiene una cantidad de zinc más baja que lo recomendable. Los valores de zinc en plasma se presentan levemente inferiores a los promedios informados por otros autores, y los niveles de zinc en el pelo son semejantes a los citados en la literatura internacional.

En consecuencia, es necesario investigar el posible efecto funcional de esta carencia marginal en nuestra población adulta, especialmente en los hombres.

### SUMMARY

#### ZINC NUTRITION IN YOUNG CHILEAN ADULTS

To evaluate the effect of dietary factors on plasma zinc levels, dietary zinc intake was estimated and plasma levels were measured in 37 healthy young adults of low and middle socioeconomic status.

Our study included 16 males aged  $29 \pm 7$  and 21 females aged  $26 \pm 6$  years. Dietary intake of zinc and protein was determined from a 24-hour dietary recall survey. Plasma zinc was measured by atomic absorption spectrophotometry. Alkaline phosphatase (AP) in plasma was also measured and the weight/height percentage for each subject calculated according to Jelliffe's standards.

The average diet was composed of cereals, legumes, eggs, bread and noodles, caloric intake was  $2051 \pm 154$  kcal/day for men and  $1767 \pm 158$  ( $x \pm SD$ ) kcal/day for women. The daily intake of zinc was  $8.3 \pm 3.0$  mg/day for males, and  $9.7 \pm 2.0$  mg/day for females. Cereals were the main source of zinc for men, while egg and dairy products were for women.

Plasma zinc values were  $82 \pm 22$   $\mu\text{g/dl}$  for men and  $94 \pm 19$   $\mu\text{g/dl}$  for women ( $p < 0.01$ ). For the whole group plasma zinc concentration was  $89 \pm 21$   $\mu\text{g/dl}$ . Seven males and two females had low plasma zinc values ( $70$   $\mu\text{g/dl}$  or less).

Alkaline phosphatase (AP) levels were  $110 \pm 10$  IU for males and  $71 \pm 4$  IU for

females ( $p < 0.001$ ). These values did not correlate with the zinc levels. Average weight/height was  $99 \pm 18$  for men, and  $108 \pm 18$  for females.

Results indicate that on the average, in our study group plasma zinc levels were within the normal range, although they were significantly lower in men. Dietary intake of zinc was below the recommendations, being higher for women as related to values presented by men. The observed low plasma levels of zinc may be caused by a low intake, and/or poor bioavailability.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Prasad, A.S., J.A. Halsted & M. Nadimi. Syndrome of iron deficiency anemia, hepatosplenomegaly, hypogonadism, dwarfism and geophagia. *Am. J. Med.*, **31**:532-536, 1961.
2. Prasad, A.S. *et al.* Zinc metabolism in patients with the syndrome of iron deficiency anemia, hepatosplenomegaly, dwarfism and hypogonadism. *J. Lab. Clin. Med.*, **61**:537-549, 1963.
3. Hambidge, K.M., C. Hambidge, M. Jacobs & J.D. Baum. Low levels of zinc in hair, anorexia, poor growth and hypogeusia in children. *Pediat. Res.*, **6**:868-874, 1972.
4. Halsted, J.A., J.C. Smith & M.I. Irwin. A conspectus of research on zinc requirements of man. *J. Nutr.*, **104**:345-378, 1974.
5. Prasad, A.S. Zinc deficiency in man. *Am. J. Dis. Child.*, **130**:358-361, 1976.
6. Moynahan, E.J. Acrodermatitis enteropathica: A lethal inherited human zinc deficiency disorder. *Lancet*, **2**:399-400, 1974.
7. Prasad, A.S., E.B. Schoemaker, J. Ortega, *et al.* Zinc deficiency in sickle-cell disease. *Clin. Chem.*, **21**:582-587, 1975.
8. Sandstead, H.H., K.P. Vo-Khactu & N. Solomon. Conditioned zinc deficiencies. In: *Trace Elements in Human Health and Disease*. New York, N.Y., Academic Press, 1978.
9. Golden, M.H.N., B.E. Golden, P.S.E.G. Harland & A.A. Jackson. Zinc and immunocompetence in protein-energy malnutrition. *Lancet*, **1**:1226-1228, 1978.
10. MacMahon, R.A., M.L.M. Parker & M.C. Mckinnon. Zinc treatment in malabsorption. *Med. J. Austr.*, **3**:210-211, 1968.
11. McBean, L.D., M. Mahloudji, J.G. Reinhold & J.A. Halsted. Correlation of zinc concentrations in human plasma and hair. *Am. J. Clin. Nutr.*, **24**:506-509, 1971.
12. Sinha, S.N. & E.R. Gabrieli. Serum copper and zinc levels in various pathologic conditions. *Am. J. Clin. Pathol.*, **54**:570-577, 1970.
13. McKenzie, J.M. Content of zinc in serum, urine, hair and toenails of New Zealand adults. *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**:570-579, 1979.
14. Klevay, L.M. Hair as a biopsy material. I. Assessment of zinc nutriture. *Am. J. Clin. Nutr.*, **23**:284-289, 1970.
15. McKenzie, J.M. Alteration of the zinc and copper concentration of hair. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**:470, 1978.
16. Hambidge, K.M., P.A. Watravens, R.M. Brown, J. Webster, S. White, M. Anthony & M.L. Roth. Zinc nutrition of preschool children in the Denver Head Start Program. *Am. J. Clin. Nutr.*, **29**:734-738, 1976.
17. Strain, W.H., L.T. Steadman, C.A. Lankan Jr., W.P. Berliner & W.J. Pories. Analysis

- of zinc levels in hair for the diagnosis of zinc deficiency in man. *J. Lab. Clin. Med.*, **68**:244-249, 1966.
18. Reinhold, J.G., G.A. Kpory, M.A. Ghalambor & J.C. Bennett. Zinc and copper concentrations in hair of Iranian villagers. *Am. J. Clin. Nutr.*, **18**:294, 1966.
  19. Shapcott, D. *Hair and Plasma in the Diagnosis of Zinc Deficiency. Clinical Applications of Recent Advances in Zinc Metabolism.* 1982, p. 121, 139 (Ph. D. Thesis).
  20. Reinhold, J.G. High phytate content of rural Iranian bread: A possible cause of human zinc deficiency. *Am. J. Clin. Nutr.*, **24**:1204-1206, 1971.
  21. National Academy of Sciences-National Research Council. *Recommended Dietary Allowances.* A report of the Food and Nutrition Board. 9th ed. Washington, D.C., NAS-NRC, 1980.
  22. Fisberg, M., V. Gattás, G. Barrera & R. Uauy. Nutrición de zinc en adultos jóvenes. *Rev. Chil. Nutr.*, **8**:39, 1980.
  23. Jelliffe, D.B. *Evaluación del Estado de Nutrición de la Comunidad (con Especial Referencia a las Encuestas en las Regiones en Desarrollo).* Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1968, 291 p.
  24. Frisancho, R. New norms and upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**:2540-2545, 1981.
  25. Morris, T. *Encuestas Alimentarias. Su Técnica e Interpretación.* Roma, Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas 1950, 120 p. (FAO, Estudios de Nutrición No. 4).
  26. Mitchell Gersovitz, J., P. Madden and H. Smicklas Wright. Validity of the 24-hr dietary recall and seven-day record group comparisons. *J. Am. Diet. Assn.*, **73**:48-55, 1978.
  27. Schmidt-Hebbel, H. *et al. Tabla de Composición Química de los Alimentos Chilenos.* 6a. ed. Depto. de Química y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacológicas, Universidad de Chile, 1979.
  28. Murphy, E.W., B.W. Willis & B. K. Watt. Provisional tables on the zinc content of foods. *J. Am. Diet. Assn.*, **66**:345-355, 1975.
  29. Sprague, S. & W. Slavin. Determination of iron, copper and zinc in blood serum by atomic absorption method requiring only dilution. *Atomic Absorption Newsletter* **4**, 228, 1965.
  30. Shaw, J.C.L. Trace elements in the fetus and young infant. I. Zinc. *Am. J. Dis. Child.*, **133**:1260-1268, 1979.