

## Concentraciones séricas de zinc en niños con diferentes grados de déficit nutricional.

Alis Amesty-Valbuena<sup>1</sup>, Nayda Pereira-Medero<sup>2</sup>, José Rafael de Jesús Núñez-González<sup>1</sup>, Doris García<sup>3</sup>, Monserrat Vicente de Villaroel<sup>4</sup>, Víctor Granadillo<sup>5</sup>, José Manzanilla<sup>5</sup> y Denny Fernández<sup>5</sup>.

<sup>1</sup>Cátedra de Inmunología, Escuela de Medicina, <sup>2</sup>Cátedra de Inmunología, Escuela de Bioanálisis y <sup>3</sup>Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina, Universidad del Zulia, <sup>4</sup>Departamento de Puericultura y Pediatría, Hospital "Nuestra Señora de Chiquinquirá" y <sup>5</sup>Laboratorio de Instrumentación Analítica, Departamento de Química, Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

**Palabras clave:** Concentración sérica de Zn, desnutrición proteico-energética, ingesta de Zn.

**Resumen.** La importancia del zinc (Zn) como oligoelemento necesario para la nutrición humana data de más de tres décadas. Actualmente el papel que desempeña el Zn en la nutrición infantil es bien conocido, adquiriendo especial connotación en los niños con desnutrición proteico-energética (DPE). En el presente estudio se determinaron las ingestas diarias y las concentraciones séricas de Zn en 64 niños desnutridos (leves, moderados y graves) y en 25 niños eutróficos en edades comprendidas entre 1 y 5 años, pertenecientes a familias de los estratos IV y V según Graffar modificado. Los resultados de las concentraciones séricas de Zn fueron en los desnutridos leves en  $39,73 \pm 14,97 \mu\text{g/dL}$  ( $30,38 \mu\text{g/dL}$ - $44,56 \mu\text{g/dL}$ ), en los desnutridos moderados  $35,07 \pm 28,13 \mu\text{g/dL}$  ( $27,76 \mu\text{g/dL}$ - $65,80 \mu\text{g/dL}$ ) y en los desnutridos graves  $15,48 \pm 10,44 \mu\text{g/dL}$  ( $5,57 \mu\text{g/dL}$ - $28,56 \mu\text{g/dL}$ ), valores que estuvieron disminuidos en relación con el grupo control,  $76,71 \pm 33,29 \mu\text{g/dL}$  ( $45,75 \mu\text{g/dL}$ - $78,27 \mu\text{g/dL}$ ) con  $p < 0,0001$ . Igualmente se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) entre el grupo de desnutridos graves y los desnutridos leves y moderados. En relación con la ingesta diaria de Zn sólo se observó diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,001$ ) en los desnutridos graves,  $1,87 \pm 0,54 \text{ mg/día}$  ( $1,20 \text{ mg/día}$ - $2,87 \text{ mg/día}$ ) al compararlos con los desnutridos leves,  $5,48 \pm 0,98 \text{ mg/día}$  ( $3,50 \text{ mg/día}$ - $7,87 \text{ mg/día}$ ), los desnutridos moderados,  $4,99 \pm 1,24 \text{ mg/día}$  ( $4,10 \text{ mg/día}$ - $11,42 \text{ mg/día}$ ) y los eutróficos,  $6,22 \pm 0,98 \text{ mg/día}$  ( $4,8 \text{ mg/día}$ - $8,02 \text{ mg/día}$ ). Se encontró una correlación positiva ( $r = 0,5146$ ;  $p < 0,001$ ) entre ingesta y concentración sé-

rica de Zn cuando se estudiaron los 3 grupos de desnutridos. Estos resultados permiten concluir que tanto las concentraciones séricas de Zn como la ingesta se ven modificadas en relación con el grado de déficit nutricional.

### **Serum levels of Zn in children with different degrees of nutritional deficiency.**

*Invest Clín 2006; 47(4): 349 - 359*

**Key words:** Seric levels of Zn, proteic-energetic malnutrition, Ingestion of Zn.

**Abstract.** The importance of Zinc (Zn) as a necessary oligoelement for human nutrition begins in the first three decades of life. At the moment, the role that Zn plays in the infantile nutrition is very well-known, acquiring a special connotation in children with proteic-energetics malnutrition (PEM). In this study the daily ingestion and the serum measurements of Zn were determined in 64 undernourished children (light, mild and severe) and in 25 eutrophic children with ages between 1 to 5 years, belonging to families of the strata IV and V according to the Graffar scale corrected by age. The results of the serum values of Zn were for the light undernourished of  $39.73 \pm 14.97 \mu\text{g/dL}$  ( $30.38 \mu\text{g/dL}$ - $44.56 \mu\text{g/dL}$ ), for the mild undernourished of  $35.07 \pm 28.13 \mu\text{g/dL}$  ( $27.76 \mu\text{g/dL}$ - $65.80 \mu\text{g/dL}$ ) and for the severe undernourished of  $15.48 \pm 10.44 \mu\text{g/dL}$  ( $5.57 \mu\text{g/dL}$ - $28.56 \mu\text{g/dL}$ ), which were diminished in relation with the control group,  $76.71 \pm 33.29 \mu\text{g/dL}$  ( $45.75 \mu\text{g/dL}$ - $78.27 \mu\text{g/dL}$ ) with  $p < 0.0001$ . Equally, there were significant differences ( $p < 0.001$ ) among the group of severe undernourished with the light undernourished and normal subjects. In relation with the daily ingestion of Zn, a statistically significant difference was observed only ( $p < 0.001$ ) in the severe undernourished,  $1.87 \pm 0.54 \text{ mg/día}$  ( $1.20 \text{ mg/día}$ - $2.87 \text{ mg/día}$ ) when comparing them with the light undernourished,  $5.48 \pm 0.98 \text{ mg/día}$  ( $3.50 \text{ mg/día}$ - $7.87 \text{ mg/día}$ ), the mild undernourished,  $4.99 \pm 1.24 \text{ mg/día}$  ( $4.10 \text{ mg/día}$ - $11.42 \text{ mg/día}$ ) and the normal subjects,  $6.22 \pm 0.98 \text{ mg/día}$  ( $4.8 \text{ mg/día}$ - $8.02 \text{ mg/día}$ ). There was a positive correlation between ingestion and seric values of Zn when the 3 undernourished groups were studied. These results allow to conclude that both the seric values of Zn and its ingestion show modifications in relation with the degree of nutritional deficiency.

*Recibido: 03-10-2005. Aceptado: 04-05-2006.*

### **INTRODUCCIÓN**

El Zinc (Zn) es un elemento traza que ha recibido recientemente un considerable interés, debido a que existen evidencias demostradas que su déficit puede tener graves consecuencias en el humano, de allí que se

considere como un componente esencial para la vida ya que participa como cofactor de las enzimas necesarias para la síntesis proteica, de ácidos nucleicos, procesos de oxidación y otras funciones biológicas (1). En modelos animales la deficiencia de Zn se ha demostrado que afecta la piel, los trac-

tos gastrointestinal y respiratorio, y los sistemas esquelético, inmunitario y reproductivo (2).

En el humano el contenido de Zn oscila entre 1,5 a 2,5 gramos. El metal se encuentra prácticamente en la totalidad de las células, pero existe en mayor abundancia en tejidos como músculo esquelético, corazón y otros, en ellos las concentraciones son relativamente estables y no responden a las variaciones en el contenido del metal en la dieta (3). El sitio de absorción primario es el intestino delgado y su excreción ocurre principalmente a través de las heces. En condiciones normales, el Zn captado por el intestino es igual al total del Zn ingerido en la dieta diaria concentrándose en el hígado. El intestino delgado mantiene básicamente su homeostasis, mediante cambios en la cantidad de nutrimentos que se absorbe o en la excreción fecal del Zn endógeno. Una cantidad importante de este último que se secreta a la luz intestinal, es reabsorbido de forma continua para evitar un balance negativo del metal, por lo que cualquier modificación en la fisiología normal del tracto digestivo, afectará marcadamente la homeostasis del metal (4, 5).

Las concentraciones séricas de Zn experimentan oscilaciones circadianas (6) y guardan relación directa con el consumo de alimentos ricos en este micro nutriente, tales como: carnes rojas, mariscos y en menor proporción lácteos, tubérculos y hortalizas (7). Su biodisponibilidad depende de la presencia de fibras y ácido fítico o fitatos contenidos especialmente en las legumbres y los cereales, los cuales forman complejos insolubles con el Zn y compiten con su absorción (8). El ácido fítico es la forma principal en la que se almacena el fósforo en los cereales, las leguminosas y las oleaginosas, y es el inhibidor más potente de la absorción del Zn. En relación con las fibras dietéticas, se ha señalado que aquellas insolubles como la celulosa y la lignina, se encuentran

especialmente en los cereales, las cuales por su acción quelante con el zinc interfieren también con la absorción de este micro nutriente (9).

La importancia del Zn como elemento traza en el humano fue reconocida cuando Prasad y col. (10) describieron un grupo de adolescentes iraníes con hipogonadismo y talla baja, quienes consumían alimentos muy deficientes en este metal. Posteriormente Moyhanam en 1974 (11) describió el defecto congénito de la deficiencia de Zn en la enfermedad conocida como acrodermatitis enteropática, caracterizada clínicamente por lesiones dermatológicas periorificiales, hipogonadismo, talla baja y un aumento de la susceptibilidad a infecciones. Otras condiciones clínicas pueden cursar también con deficiencia de Zn (12, 13); sin embargo, el déficit en la ingesta parece ser la causa más común en la carencia de este metal.

La deficiencia Zn se ha demostrado tanto en niños como en adultos en muchos países del mundo, especialmente en la población infantil de los países en vías de desarrollo (14), en quienes la ingesta inadecuada de este micro nutriente junto con un escaso consumo de calorías y proteínas lleva a los cuadros de desnutrición infantil o Desnutrición Proteico Energética (DPE); síndrome nutricional que se ve acompañado de un escaso consumo de alimentos ricos en Zn y de un manejo inadecuado o disminuido de los mecanismos compensatorios que normalmente regulan la homeostasis del metal (5, 15), además de la pérdida de este microelemento como consecuencia de diarreas o procesos infecciosos, los cuales se observan frecuentemente en el niño desnutrido (16, 17).

La desnutrición es un problema presente en el mundo y se ha visto incrementada en la mayoría de los países de América Latina y del Caribe como consecuencia de la inflación y el incremento en el costo de

la cesta alimentaria, los cuales tienen un impacto directo sobre el nivel de acceso y consumo de alimentos (18). En Venezuela el deterioro socioeconómico de los últimos 20 años ha incidido negativamente en la disponibilidad de recursos para satisfacer las necesidades básicas de alimentación sobre todo de la población más desposeída, produciéndose un cambio en el patrón alimentario con poco acceso a los alimentos ricos en Zn, como son las proteínas y un alto consumo de cereales que compiten con la biodisponibilidad de este micro nutriente; situación que ha traído como consecuencia un incremento en los índices de desnutrición infantil (19-21).

El fenómeno de la desnutrición infantil es complejo y clínicamente el desnutrido leve o moderado no presenta signos que evidencien el efecto de la desnutrición y más aún señales que indiquen la existencia de un déficit de Zn, pero si están presentes en el desnutrido grave. Esto aunado a un incremento de las necesidades del niño de macro y micro nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo, y a una disminución en la biodisponibilidad del metal por la ingesta abundante de cereales, motivaron el interés de esta investigación con la finalidad de cuantificar las concentraciones de Zn en niños con diferentes grados de déficit nutricional (leve, moderado y grave) y determinar en que medida las concentraciones séricas del metal se ven afectadas en este grupo de desnutridos.

## MATERIAL Y METODOS

### Población estudiada

Se seleccionaron de acuerdo a criterios de inclusión antropométricos, clínicos y de laboratorio, 89 niños de sexo masculino y femenino en edades comprendidas entre 1 y 5 años pertenecientes a los estratos socioeconómicos IV y V según el Método Graffar modificado para Venezuela por

Méndez Castellano (22). De este grupo, 64 eran desnutridos y 25 eran eutróficos (grupo control).

Los pacientes provenían de la Unidad de Recuperación Nutricional del Hospital General de Cabimas y de diferentes hogares de cuidado diario del Municipio Maracaibo, Estado Zulia (Venezuela). Para realizar esta investigación se contó con el consentimiento de los padres, de la coordinación de los diferentes hogares de cuidado diario y del Jefe de la Unidad de Recuperación Nutricional. Al momento de su ingreso al estudio, ningún desnutrido grave había iniciado su programa de recuperación nutricional.

En la evaluación clínica se consideró el examen físico y la ausencia de procesos infecciosos agudos (diarreas, cuadros respiratorios y fiebre), que fue corroborada por las pruebas de laboratorio convencionales. La evaluación antropométrica se hizo mediante la combinación de los indicadores de dimensión corporal: Peso/Talla (P/T), Talla/Edad (T/E) y Peso/Edad (P/E), según recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (23) y Fundacredesa (24). La evaluación antropométrica y clínica permitió ubicar a todos los desnutridos graves dentro del grupo de marasmáticos o desnutridos no edematosos.

La estimación del déficit nutricional se realizó con base a las gráficas elaboradas de P/E, T/E y P/T que combinan las distribuciones de los percentiles 3-10-50-90-97, con la desviación estándar  $-3$  y  $-4$  ( $-3$  DE y  $-4$  DE), lo cual permitió distribuir el grupo de desnutridos en: desnutridos leves, desde  $\leq$  percentil 3 hasta  $> -3$  DE, desnutridos moderados, desde  $\leq -3$  DE hasta  $> -4$  DE y desnutridos graves desde  $\leq -4$  DE. El grupo control estuvo entre los percentiles  $> p$  10  $\leq p$  90.

De acuerdo a estos criterios los pacientes de la presente investigación fueron clasificados de la manera siguiente: desnutridos leves ( $n = 22$ ), desnutridos moderados

(n = 22), desnutridos graves marasmáticos (n = 20) y eutróficos (n = 25).

El Patrón Usual de Consumo Alimentario y la ingesta de energía y nutrientes se estableció a través de los métodos de Recordatorio de 24 horas y de Frecuencia de Consumo de Alimentos en una semana (25). La recolección de la información se llevó a cabo a través de una encuesta realizada a las trabajadoras sociales de los diferentes multihogares y a las madres de cada niño, quienes aportaron la información sobre los alimentos consumidos, período de consumo y tamaño de las raciones de acuerdo a medidas prácticas caseras.

Los datos fueron procesados mediante el programa de análisis estadístico (SPSS) y para determinar el aporte de Zn de la dieta de los niños, se utilizó la tabla de composición de alimentos para uso práctico del Instituto Nacional de Nutrición año 2001 (26), lo cual permitió comparar los consumos individuales promedio con los requerimientos nutricionales específicos de los macro y micronutrientes (27).

### Metodología de laboratorio

Para la determinación de los niveles séricos de Zn se emplearon estrictos controles de calidad a fin de evitar la contaminación antes y durante la toma de la muestra, especialmente en lo relacionado a la limpieza del ambiente así como también al lavado y manipulación del material a utilizar, el cual fue de polipropileno o polietileno lineal. La obtención de las muestras de sangre se realizó en condiciones de ayuno, entre las 7:00 a.m. y las 9:00 a.m. (debido al ritmo circadiano de este micronutriente (6)). Una vez extraídas las muestras se colocaron en tubos de polipropileno con tapa de presión y libres de metales y sin anticoagulante. Seguidamente, se centrifugaron y el suero obtenido se repartió en alícuotas en tubos Eppendorf debidamente identificados, los cuales se conservaron a temperatu-

ra de refrigeración (4°C) hasta el momento de su estudio en el Laboratorio de Instrumentación Analítica (L.I.A.) de la Facultad Experimental de Ciencias de la Universidad del Zulia, Venezuela.

La determinación analítica del Zn se realizó mediante la técnica instrumental de la espectrometría de absorción atómica con atomización electrotérmica (ETA-AAS). Para ello se empleó un espectrofotómetro de absorción atómica con horno de grafito Modelo 2380 y tubo de grafito normal. No se usó isoformador analítico debido a las características físicoquímicas del metal, tales como punto de ebullición (>2000°C), punto de fusión (1975°C) y el precursor atómico del elemento, lo cual lo hace muy estable a la temperatura de pirólisis considerada. Aunado a esto, dicho analito está entre los elementos intermedios, no volátiles y no refractarios (28).

La evaluación de la exactitud se realizó a través del análisis de materiales de referencia estándar suministrados por diferentes agencias y laboratorios internacionales.

### Análisis estadístico

Se realizó un estudio de tipo prospectivo analítico, no experimental, en el cual los resultados obtenidos se expresaron en términos de media  $\pm$  desviación estándar ( $X \pm DE$ ). Para hacer comparación entre las medias de los grupos y sus respectivos controles se utilizó la prueba de ANOVA en una sola dirección con post test de Tukey. Se tomó el 95% como Índice de confiabilidad estadística ( $P < 0,05$ ). La relación entre la ingesta de Zn y su concentración sérica, tanto en el grupo de desnutridos como en el grupo control se realizó mediante la prueba de correlación de Pearson (29).

## RESULTADOS

Los resultados de las concentraciones séricas de Zn en los niños con diferentes

grados de desnutrición y el grupo control (eutróficos) se muestran en la Tabla I. Se encontró que los valores en los desnutridos leves fueron de  $39,73 \pm 14,97 \mu\text{g/dL}$ , en los desnutridos moderados  $35,07 \pm 28,13 \mu\text{g/dL}$  y en los desnutridos graves  $15,48 \pm 10,44 \mu\text{g/dL}$ , valores éstos disminuidos en los tres grupos con diferencias significativas de  $p < 0,0001$  en relación con el grupo control ( $76,71 \pm 33,29 \mu\text{g/dL}$ ). De igual manera se encontraron diferencias significativas de  $p < 0,001$  entre el grupo de desnutridos graves y los desnutridos leves y moderados.

El Recordatorio de 24 horas y la Frecuencia de Consumo de Alimentos permitieron calcular la ingesta diaria de Zn de los niños con distintos grados de desnutrición y el grupo control, la cual aparece también representada en la Tabla I. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la ingesta de Zn entre los desnutridos leves ( $5,48 \pm 0,98 \text{ mg/día}$ ), los desnutridos moderados ( $4,99 \pm 1,94 \text{ mg/día}$ ) y los controles ( $6,22 \pm 0,98 \text{ mg/día}$ ), valores que difirieron significativamente ( $p < 0,001$ ) de los desnutridos graves ( $1,87 \pm 0,54 \text{ mg/día}$ ).

Al realizar la prueba de correlación entre la ingesta y los valores séricos de Zn en forma individual para cada grupo de desnutridos, no se encontró correlación entre estas variables, lo cual fue debido posiblemente al pequeño tamaño de los grupos o muestras. Sin embargo, al hacer el análisis, incluyendo los 3 grupos de desnutridos se encontró una correlación positiva significativa ( $r = 0,5146$ ;  $p < 0,001$ ) entre la ingesta y la concentración sérica de Zn, resultados que aparecen en la Fig.1.

## DISCUSIÓN

El Zn presenta variaciones importantes en el ser humano dependiendo de una diversidad de factores tales como fisiológicos, genéticos, clínicos y nutricionales (1, 12, 30). Los factores dietéticos parecen jugar el

papel más importante y es indudable que ellos se encuentran estrechamente asociados con el déficit de ingesta de proteínas tal como ocurre en el niño con DPE (31, 32).

En la presente investigación se encontraron valores muy bajos de Zn en los desnutridos graves marasmáticos, los cuales difirieron significativamente ( $p < 0,0001$ ) con el grupo control. Al comparar estos resultados con las investigaciones realizadas en desnutridos graves de diferentes países en desarrollo, se encontraron variaciones en las concentraciones de este micro nutriente. Así Zain y col. (33), no reportaron cambios en las concentraciones de Zn en niños paquistaníes con desnutrición severa o grave tipo marasmático, pero si en los niños con kwashiorkor, resultados que son similares a los de Fisberg y col. (34). Por el contrario Golden y Golden (35) reportaron en niños jamaquinos con marasmo, una disminución significativa de las concentraciones de Zn, lo cual concuerda con los resultados de la presente investigación y con los de Tanzer y Ozalp (36), en niños de Turquía, con los de Singla y col. (37), en niños de la India y con los de Khaldi y col. (38), en niños tunecinos.

En lo que respecta a las concentraciones de Zn en los desnutridos leves y moderados, se observó en el presente trabajo una disminución significativa de los valores de este oligoelemento guardando relación con el déficit nutricional, y diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) con el grupo control. Debe señalarse que son escasos los ensayos realizados sobre Zn en niños con estos grados de desnutrición. Panday y col. (31), en una investigación hecha en niños de Bombay reportaron valores bajos de Zn para estos grupos, hallazgos similares a los encontrados por Singla y col. (37), que concuerdan con los de nuestro estudio.

Los resultados de esta investigación en los desnutridos leves y moderados se tornan

**TABLA I**  
 CONCENTRACIONES SÉRICAS DE ZINC E INGESTA DIARIA EN NIÑOS CON DIFERENTES GRADOS DE DÉFICIT NUTRICIONAL

Grupos	Zn (µg/dL)	Ingesta diaria de Zn (mg/día)
Eutróficos (n = 25)	76,71 ± 33,29 <sup>a</sup>	6,22 ± 0,98
Desnutridos leves (n = 22)	39,73 ± 14,97	5,48 ± 0,98
Desnutridos moderados (n = 22)	35,07 ± 28,13	4,99 ± 1,24
Desnutridos graves (n = 20)	15,48 ± 10,44 <sup>b</sup>	1,87 ± 0,54 <sup>c</sup>

Los datos se expresan como la Media ± desviación estándar. <sup>a</sup>Diferencia significativa con todos los desnutridos (p < 0,0001). <sup>b</sup>Diferencia significativa con desnutridos leves y moderados (p < 0,001). <sup>c</sup>Diferencia significativa con eutróficos, desnutridos leves y moderados (p < 0,001).

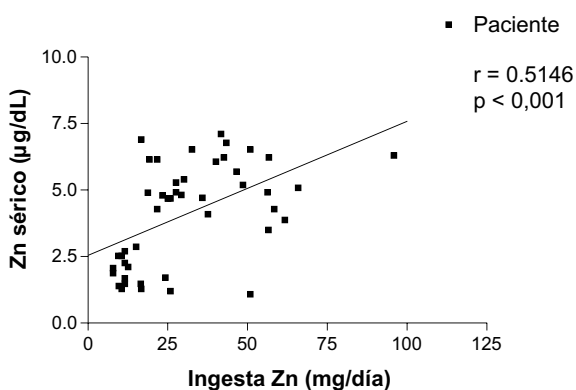


Fig. 1. Correlación entre la ingesta y las concentraciones séricas de Zinc.

interesantes por el hecho de que la población estudiada, incluyendo los controles, correspondía a niños del mismo estrato socioeconómico (IV y V según escala de Grafar), que asistía a los hogares de cuidado diario (con excepción de los desnutridos graves) y recibía en estos centros de atención la misma alimentación en el desayuno, almuerzo y merienda, durante 5 días a la semana, por lo que el aporte nutricional de este micronutriente en los alimentos consumidos no debía ser diferente; sin embargo, los resultados relacionados con la ingesta, mostraron que la misma varió aunque no de

manera significativa con el grupo control. Por otra parte, los valores séricos del metal tuvieron un comportamiento distinto, ya que hubo diferencias significativas entre el grupo control con los desnutridos leves y moderados.

Varios pueden ser los factores que puedan explicar estos resultados. Se ha establecido que el consumo diario de Zn para la población venezolana y en particular para el grupo etario seleccionado, está entre 8 y 10 mg (39), no obstante, la ingesta de este metal se encontró en todos los grupos estudiados por debajo del valor recomendado, hecho que pudiera estar dado (de acuerdo al interrogatorio realizado a las madres), por un déficit en la ingesta de nutrimentos ricos en Zn, con un elevado consumo de fibras y fitatos durante las cenas y fines de semana, lo cual fue especialmente notable en los desnutridos leves y moderados. Este patrón alimentario que conduce a una escasa biodisponibilidad del Zn que aunado a una disminución de los mecanismos compensatorios en el desnutrido, probablemente sean los elementos condicionantes para que las concentraciones de Zn se vieran modificadas de manera directa con el grado de desnutrición y expli-

caría la correlación positiva entre la ingesta y la concentración de Zn.

En los desnutridos graves quienes presentaron valores muy bajos de Zn, los factores mencionados anteriormente se acentuaron, ya que además de una alimentación carente en proteínas y calorías y rica en cereales, se sumaron los antecedentes de cuadros diarreicos en forma frecuente (90% aproximadamente), situación que contribuyó a que en ellos los valores fueran tan bajos. Este aspecto de la asociación de deficiencia de Zn y diarrea en el desnutrido ha sido demostrado en investigaciones recientes (16, 30, 40).

Cabe destacar que la deficiencia de Zn se ha demostrado no sólo en el niño desnutrido sino también en niños eutróficos (41), encontrándose un amplio rango de valores en las diferentes regiones del mundo. Esta variación de resultados pudiera ser atribuida a diversos factores, entre ellos el manejo inadecuado de la muestra con contaminación del metal del medio ambiente, metodología inapropiada, o a variaciones interindividuales (42). Esto último pudiera ser el reflejo de que los elementos trazas están modificados por los hábitos alimentarios, lo que condiciona la diferencia de concentraciones no sólo de acuerdo al área geográfica, sino aun dentro de una misma región o país.

El estudio realizado por Amaya y col. (43), en una población infantil marginal de la ciudad de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela, mostró que el 41% de los niños con algún grado de desnutrición, sin categorización del estado nutricional, tenía valores bajos de Zn ( $57,29 \pm 10,6 \mu\text{g/dL}$ ) y el 33,89% de la población control mostró también valores disminuidos ( $62,7 \pm 11,4 \mu\text{g/dL}$ ). En nuestro estudio el grupo control presentó valores de  $76,71 \pm 33,29 \mu\text{g/dL}$ , los cuales resultaron superiores a los del investigador ya citado pero inferiores a los valores reportados por Estévez y col. (44), en una pobla-

ción marginal infantil de la misma ciudad ( $80-120 \mu\text{g/dL}$ ).

Burguera y col. (45), en una población de niños eutróficos de los Andes Venezolanos, encontraron que en el grupo etario por debajo de los 6 años, los valores promedio de Zn fueron de  $93,1 \pm 18,9 \mu\text{g/dL}$ , los cuales resultaron más elevados que los reportados en nuestra región. Estudios realizados en otras áreas geográficas como en Denver (en los Estados Unidos de América), por Hambridge y col. (46), en niños de bajas condiciones socioeconómicas, mostraron concentraciones de  $74,5 \mu\text{g/dL}$ , valores similares a los encontrados en la presente investigación; mientras que Donangelo y Azevedo (47), en Brasil reportaron valores más elevados ( $98,3 \mu\text{g/dL}$ ).

Los resultados de este estudio permiten concluir que la ingesta de Zn en los grupos estudiados, estuvo por debajo de los valores recomendados para la población infantil venezolana y sólo hubo diferencia significativa con los desnutridos graves, lo cual reafirma el hecho de que la DPE tiene influencia directa en los valores séricos de Zn y especialmente en la desnutrición severa o grave; no obstante, las concentraciones séricas difirieron entre todos los desnutridos y con los eutróficos. De igual modo, los valores promedio de Zn en el grupo de eutróficos, se encontraron por debajo del valor referencial ( $80-120 \mu\text{g/dL}$ ) (48). Estos resultados permiten recomendar la administración de Zn o de alimentos fortificados con este micro nutriente, como medida suplementaria o terapéutica, no sólo en el niño desnutrido cualquiera sea su grado de déficit nutricional, sino también en el niño eutrófico procedente de familias de niveles socioeconómicos muy bajos, beneficio que ha sido demostrado por diferentes investigadores en diversas regiones del mundo (49-53).

Es indudable el creciente interés sobre el Zn en el humano y específicamente en la



desnutrición infantil, donde la carencia de este mineral aunada al déficit de proteínas, ejercen un efecto mancomunado sobre la integridad de las funciones del sistema inmunitario y otros sistemas. Algunos de estos efectos ya han sido bien demostrados (54-57). Los resultados del presente trabajo alertan sobre la necesidad de realizar estudios sobre las concentraciones séricas de Zn en niños de niveles socioeconómicos más elevados (estratos I, II y III de Graffar), a fin de determinar cómo se encuentran las concentraciones de este micro nutriente en estos grupos poblacionales. De igual modo, estos resultados pueden servir de base para que las instituciones de salud correspondientes, implementen programas para la administración de Zn a los niños que se encuentren categorizados en los estratos IV y V de Graffar y que asistan a las consultas especializadas de nutrición infantil y a los hogares de cuidado diario.

#### AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento al Fondo Nacional para la Ciencia y Tecnología (FONACIT), por el soporte financiero de la presente investigación (Proyecto S1-96001377).

#### REFERENCIAS

1. **Hambridge M.** Human Zinc deficiency. *J Nutr* 2000; 130: 1344S-1349S.
2. **Shankar AH, Prasad AS.** Zinc and immune function: the biological bases of altered resistance to infection. *Am J Clin Nutr* 1998; 68:447S-465S.
3. **WHO.** Zinc. Trace elements in human nutrition and health. Geneva: WHO; 1996: 72-104
4. **Krebs N.** Overview of Zinc absorption and excretion in the human gastrointestinal tract. *J. Nutr* 2000; 130:1374S-1375S.
5. **Jackson MJ, Jones DE, Edwards RH, Swainbank IG, Coleman ML.** Zinc homeostasis in man: studies using a new stable isotope dilution technique. *Br J Nutr* 1984; 51:199-208.
6. **Lifschitz MD, Henkin RI.** Circadian variation in copper and zinc in man *J Appl Physiol* 1971; 31:83-92.
7. **Murphy EW, Willis BW, Watt BK.** Provisional tables on the zinc content of foods. *J Am Diet Assoc* 1975; 66:343-347.
8. **Lönnerdal BO.** Dietary factors influencing zinc absorption. *J Nutr* 2000; 130: 1378S-1383S.
9. **Rosado JL, Diaz M.** Propiedades físico-químicas relacionadas con la función gastrointestinal de las fuentes de fibras dietéticas. *Rev Inv Clin* 1995; 47:283-289.
10. **Prasad AS.** Zinc: An overview. *Nutrition* 1995; 11:93-99.
11. **Moynahan EJ.** Acrodermatitis enteropathica. A lethal inherited zinc deficiency disorder. *Lancet* 1974; 2:399-405.
12. **Aggett P, Comerford JG.** Zinc and Human health. *Nutr Rev* 1995; 53(9) 516-522.
13. **Bhatanagar S, Natchu UMA Ch.** Zinc in child health and disease. *Indian J Pediatr* 2004; 71(11):991-995.
14. **Black RE.** Zinc deficiency, infectious disease and mortality in the developing world. *J Nutr* 2003; 133:1485S-1489S.
15. **Coello-Ramírez P.** Deficiencias nutricias específicas en pediatría: importancia del zinc y del cobre en la nutrición del niño: En Heller S, Aguilar J, Cárdenas H, Castillo M. "Nutrición". *Temas de Pediatría*. Asociación Mexicana de Pediatría, AC. México D.F.: Interamericana McGrall-Hill, 1996. pp. 135-167.
16. **Bahijri SM.** Serum Zinc in infants and preschool children in the Jeddah area: effect of diet and diarrhea in relation to growth. *Ann Saudi Medicine* 2001; 21(5-6):324-329.
17. **Patwari AK.** Diarrhoea and malnutrition interaction. *Indian J Pediatr* 1999; 66: 124S-134S.
18. **Bauce G, Mata-Meneses E.** Conductas alimentarias en familias de diferentes estratos sociales. *Área Metropolitana de Caracas. An Venez Nut* 1999, 12(1):16-22.
19. **Lara PE.** Situación nutricional en Venezuela. Su impacto sobre el crecimiento. *An Venez Nutr* 1989; 2: 103-106.

20. **Instituto Latinoamericano de Investigaciones Sociales.** La nutrición en Venezuela. Informe Social I. Capítulo 4. Fundación Friedrich Ebert. Caracas 1995:53-67.
21. **López M, Evans R, Jiménez M, Sifontes y, Machln T.** Situación alimentaria y Nutricional de Venezuela. Serie de fascículos Nutrición Base del desarrollo. Ed Cavendes. Caracas. 1996.
22. **Méndez Castellano H, Méndez M.** Sociedad y estratificación: Método Graffar Méndez Castellano. Fundacredesa. Caracas. Venezuela, 1994.
23. **WHO.** The World Health Report 1996; p 6-15.
24. **Henríquez Pérez G, Hernandez Valera Y, Correa Alfonso C.** Evaluación nutricional y antropométrica. En López Blanco M, Landaeta Jiménez M. Eds. Manual de Crecimiento y Desarrollo. SVPP. Capítulo Crecimiento, Desarrollo, Nutrición y Adolescencia. Fundacredesa. Caracas. Serono, 1991; p16-23.
25. **Hammond KA.** Valoración alimentaria y clínica. En: Mahan KL, Escote-Stump S. Nutrición y Dietoterapia de, Krause. Décima edición. Editorial McGraw-Hill, México 2001. p 398-400.
26. **Ministerio de Salud y Desarrollo Social.** Instituto Nacional de Nutrición. Dirección Técnica. División de Investigación en Alimentos. Tabla de Composición de Alimentos para Uso Práctico. Revisión 1999. Primera reimpression enero 2001. Publicación N° 54. Serie cuadernos azules. Caracas, Venezuela.
27. **Instituto Nacional de Nutrición.** Fundación Cavendes: Necesidades de energía y nutrientes. Recomendaciones para la población venezolana. 1993. Serie de cuadernos azules. N° 48. Caracas-Venezuela.
28. **Fernández DR, Vásquez A, Hernández M, Ocando AM, Manzanilla J, Soto M, Alvarez F, Granadillo V.** Medical application of fast furnace program used in the ETA-AAS determination of Cu and Zn in blood plasma of children with down syndrome. *Atomic Spectroscopy* 2005; 26(3):117-123.
29. **Hernández Sampierri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio P.** Metodología de la investigación. Tercera edición. Editorial McGraw-Hill, México 2003. p 239-246.
30. **Wapnir RA.** Zinc deficiency, malnutrition and gastrointestinal tract. *J Nutr* 2000; 130:1388S-1392S.
31. **Panday V, Parames Wakaram M, Rants J, Soman S, Dacosta H.** Nutritional status and serum levels of Mg, Ca, Zn and Cu. *Sci Total Environ* 1983; 27:261-261.
32. **Chuwa LM, Mwiruki G, BiJal MG, Mimbli Ek, Swai AB.** Serum iron, zinc, copper and bromiem in malnourished children in Dar es Salaam, Tanzania. *East Afr Med J* 1996; 73:21S-23S.
33. **Zain BK, Haquani AH, Iffat-Un-Nisa.** Serum copper and zinc levels in protein-calorie malnutrition. *Trop Pediatr Env Child Health* 1978; Vol 24(4):198-199.
34. **Fisberg M, Castillo Duran C, Egana JI, Uauy Dagach R.** Plasma zinc and copper in infants with protein-calorie malnutrition. *Arch Latinoam Nutr* 1984; 34(3):568-577.
35. **Golden BE, Golden MHN.** Plasma zinc and the clinical features of malnutrition. *Am J Clin Nutr* 1979; 32:2490-2494.
36. **Tanzer F, Ozalp I.** Plasma and leucocytes zinc and copper levels in patient with protein energy malnutrition. *J Trop Pediatr* 1988; 34:306-308.
37. **Singla PN, Chand P, Kumar A, Kachhawaha JS.** Serum zinc and copper levels in children with protein energy malnutrition. *Indian J Pediatr* 1996; 63(2): 199-203.
38. **Khalidi F, Ben MA, Hedhili A, Kaabachi N, Genddana N, Mebazoa A, Ben NB.** Zincemia, cupremia and infection in malnourished children. *Arch Pediatr* 1995; 2(9):854-857.
39. **Ministerio de Salud y Desarrollo Social.** Instituto Nacional de Nutrición. Dirección Técnica. División de Investigación de Alimentos. Valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana. Revisión del 2000. Publicación N° 53. Serie Cuadernos Azules. Caracas-Venezuela.
40. **Scott ME, Koski KG.** Zinc deficiency impairs immune response against parasitic nematodos infections at intestinal and systemic sites. *J Nutr* 2000; 1 30:1412S-1420S.

41. **Solano L, Meertens L, Peña E, Arguello F.** Deficiencia de micronutrientes. Situación actual. *An Venez Nutr* 1998; 1:48-54
42. **Cornelis R, Versieck R.** Critical evaluation of the literature values of eighteen trace elements in human serum or plasma. In: Bratter P, Schramel P (eds). *Trace elements analytical chemistry in medicine and biology*. De Greyter, Berlin 1980. p 587-592.
43. **Amaya D, Urrieta R, Gil N, Molano M, Medrano I, Castejon H.** Valores de zinc plasmático en una población infantil marginal de Maracaibo. *Arch Latinoam Nutr* 1997; 47:23-28.
44. **Estévez JE, Chacín L, Bonilla E, Villalobos E.** Concentraciones séricas de cobre y cinc en una población suburbana del Estado Zulia (Venezuela). *Invest Clin* 1988; 29:97-109.
45. **Burguera J, Burguera M, Alarcón O.** Blood levels of zinc, cobalt, copper, iron and manganese in children in Mérida, Venezuela. *Trace Elem Med* 1992; 9:194-197.
46. **Hambridge K, Walravens P, Brown R, Webster J, White S, Anthony M, Roth M.** Zinc nutrition of preschool children in Denver Head Start Program *Am J Clin Nutr* 1976; 29:734-738.
47. **Donangelo C, Azevedo C.** Serum zinc in Brazilian children of families of low income. *Arch Lat Nutr* 1984; 34:290-297.
48. **Versieck J, Cornellis R.** Normal levels of trace elements in human blood plasma or serum. *Anal Chem. Acta.*1980; 116: 217-254.
49. **Grandio Zequeira O, Novo LA, Amador García M, Sánchez Peralta L.** Efecto de la suplementación con cinc en la recuperación nutricional. *Rev Cubana Pediatr* 1998; 67(1):1-4.
50. **Bhutta Z, Nizam S, Igani Z.** Zinc supplementation in malnourished children with persistent diarrhea in Pakistan. *Pediatrics* 1999; 103:42-46.
51. **Hemalatha P, Bhaskaram P, Khan M.** Role of zinc supplementation in the rehabilitation of severely malnourished children. *Eur J Clin Nutr* 1993; 47:395-399.
52. **Castillo-Durán C, Perales CG, Hertrampf ED, Marín VB, Rivera FA, Icaza G.** Effect of zinc supplementation on development and growth of Chilean infants. *J Pediatr* 2001; 38(2):229-235.
53. **Elisabelt K, Sreedevi P, Narayanan S.** Outcome of nutritional rehabilitation with and without zinc supplementation. *Indian Pediatr* 2000; 37:647-650.
54. **Fraker P J, King LE, Laakko T, Vollmer TL.** The dynamic link between the integrity of the immune system and zinc status. *J Nutr* 2000; 130(5S): 1399S-1406S.
55. **Bhaskaram P.** Immunobiology of mild micronutrient deficiencies. *Br J Nutr* 2001; 85(2S): 75S-80S.
56. **Fraker PJ.** Roles of cell death in zinc deficiency. *J Nutr* 2005; 135(5): 359-362.
57. **Fraker PJ, King LE.** Reprogramming of the immune system during zinc deficiency. *Annu Rev Nutr* 2004; 24:277-298.