

Valores de zinc plasmático en una población infantil marginal de Maracaibo, Venezuela

Daisy Amaya de C.¹, Roberto Urrieta², Negda M Gil³, Nelly C. Molano⁴, Ida Medrano⁴ y Haydée V. Castejón⁵

Instituto de Investigaciones Biológicas. Facultad de Medicina, Universidad del Zulia

RESUMEN.- El objetivo del presente trabajo fue determinar la concentración plasmática de zinc en una población infantil marginal de Maracaibo, Venezuela, con el fin de establecer el estado nutricional de este oligoelemento. Se estudiaron 159 niños (M:75;F:84) entre tres meses y ocho años, provenientes de familias de bajos ingresos, clasificándose nutricionalmente de acuerdo a criterios clínicos y antropométricos. La sangre se obtuvo por punción venosa, en ayunas, midiéndose el zinc plasmático por espectrofotometría de absorción atómica. Los niveles plasmáticos de zinc fueron inferiores a 75 µg/dl en el 38,36% de los niños. Según la evaluación nutricional, el 37,11% de la población estudiada era eutrófica, de ésta, el 33,89% mostró déficit de zinc. El resto de la población (62,89%) era desnutrida, de los cuales el 41% mostraba déficit de zinc. Al analizar por separado el grupo de niños con valores de zinc entre 75 y 80 µg/dl (zona crítica o a riesgo) el 18,65% de los eutróficos y el 10% de los desnutridos se ubicaron en este grupo; por lo consiguiente, más del 50% de la población infantil estudiada presentó niveles críticos o deficitarios de zinc plasmático. Se recomienda altamente iniciar estudios funcionales sobre el estado nutricional del zinc en la población infantil venezolana, en caso de ser deficitario, establecer programas de intervención nutricional con este oligoelemento, especialmente en la población infantil de los barrios marginales.

SUMMARY.- Zinc plasma values in an infantile low socioeconomic status population in Maracaibo, Venezuela.- The objective of the present work was to determine plasma zinc concentration in a children's population belonging to low income families in Maracaibo, Venezuela. One hundred fifty-nine children (M:75;F:84) aged 3 months to 8 years were studied by clinic, anthropometric and socio-economical parameters. Fasting peripheral venipuncture blood samples were obtained and analyzed for plasma zinc using atomic absorption spectrophotometry. Plasma zinc levels were low (< 75 µg/dl) in 38.36% of the children studied. In turn, 33.89% of the eutrophic group, and 41% of the malnourished group were zinc deficient. By analyzing separately the group of children in which plasma zinc levels ranged between 75-80 µg/dl (critical zone), it could be seen that 18.65% of eutrophic and 10% of malnourished children belonged to this group. Thus, over 50% of the total children's population studied had critical or deficient plasma zinc levels. Therefore, functional studies on nutritional status of zinc are recommended to the Venezuelan children population; in case of being evidently deficitary, it is necessary to establish immediate zinc supplementation nutritional programs; especially for children coming from low income families.

PALABRAS CLAVES: Zinc, Plasma, Pobreza, Malnutrición, Niños

INTRODUCCION

El zinc es un oligoelemento requerido para múltiples funciones biológicas como la síntesis de DNA, la división celular, la expresión genética (1-3); así como para la actividad de muchas enzimas (1,3-5) y en la inmunidad mediada por células (2-6).

El contenido de zinc en los alimentos es variable, siendo abundante en las carnes rojas, algunos mariscos y en el germen de algunos cereales; y en menor concentración, en los productos lácteos, tubérculos y hortalizas. Las proteínas de origen animal son buenas fuentes de zinc, mientras que en los vegetales, su concentración y biodisponibilidad es menor (7,8). Son varios los factores dietéticos que influyen sobre la biodisponibilidad de este oligoelemento (8); los aminoácidos cisteína, glicina y lisina y los quelantes naturales o sintéticos (citrato, EDTA) parecen favorecer dicha biodisponibilidad (9) mientras que las fibras, oxalatos, fitatos, los productos de la digestión de la caseína y algunos minerales como el cobre, hierro y calcio tienden a reducir su biodisponibilidad (7,10,11). Los cereales que contienen fibra, entre ellos el maíz y las legumbres, son las principales fuentes de fitato para el ser

humano. Los alimentos a base de maíz constituyen parte importante de la dieta diaria de los habitantes de México, Centro y Suramérica, en especial la de los estratos sociales más pobres. Solomons y col. (12) han reportado que en las poblaciones pobres de Latinoamérica, la inhibición de la retención del zinc puede llegar a ser muy severa por los fitatos contenidos en los alimentos que comúnmente consumen.

La primera evidencia clínica de deficiencia primaria de zinc en humanos fue reportada por Prasad y col. (13,14) y Halsted y col. (15) al estudiar una población de adolescentes y campesinos en Irán y Egipto. Las manifestaciones clínicas

1. Bioanalista. Docente Cátedra de Biología Celular, Esc. Med., Fac. de Medicina, Universidad del Zulia. Maracaibo.
2. Ingeniero Químico. Laboratorio de Psiquiatría Biológica. Instituto de Investigaciones Biológicas. Universidad del Zulia. Maracaibo.
3. Docente Cátedra de Prácticas Profesionales Supervisadas en Nutrición Clínica. Esc. Nutrición, Fac. de Medicina, Universidad del Zulia. Maracaibo.
4. Médico Pediatra. Servicio de Educación y Recuperación Nutricional del Instituto Nacional de Nutrición. Hospital Chiquinquirá. Maracaibo.
5. Médico-Investigadora. Coordinadora del Programa Desnutrición y Retardo Mental. Instituto de Investigaciones Biológicas. Fac. de Medicina, Universidad del Zulia. Maracaibo

mas resaltantes de la deficiencia de zinc son: disminución del apetito, baja ganancia de peso, retardo en el crecimiento y en el desarrollo sexual, lesiones en piel y, en ocasiones, alteraciones de las funciones neuropsicológicas (1,8,13-17). Durante la gestación, tanto el feto como la madre son afectados por la deficiencia de zinc; reportándose un aumento acentuado de complicaciones obstétricas (8,18) con la correspondiente afectación del producto. Se conoce también que en una población infantil malnutrida, la susceptibilidad a las infecciones se incrementa significativamente por disminución de la competencia inmunológica en la cual el zinc juega un papel importante (2,6).

En Venezuela son escasos los estudios realizados para analizar este oligoelemento. En el año 1988, en el análisis de una población suburbana marginal del Estado Zulia, se detectó deficiencia de este oligoelemento en el 19,6% de la población, principalmente en el grupo etario entre 3 y 7 años (19); asimismo Orta (20) reportó en 1991 un estudio sobre ingesta de zinc de la población, determinada por encuestas de consumo de alimentos, según estratos socioeconómicos, detectándose una deficiencia en la ingesta de este oligoelemento, especialmente en los estratos socioeconómicos IV y V. Por otro lado, Dini y col. (21) no encontraron deficiencia de zinc en un grupo de embarazadas venezolanas y sus recién nacidos, pertenecientes a los estratos III, IV y V; y Burguera y col. (22) han reportado valores normales de zinc en niños de otra población venezolana, Mérida. Sin embargo, el hecho de que Venezuela forme parte de los países de la Cultura del Maíz y sufra actualmente de una aguda crisis económica que incide en la disminución de la ingesta proteica en su población, con aumentos significativos de la desnutrición infantil, hace factible considerar que debe existir una mayor deficiencia en la ingesta diaria de zinc, con sus correspondientes consecuencias; de allí que el objetivo de la presente investigación es conocer el estado nutricional actual del zinc en una población infantil urbana en condiciones de marginalidad, en la ciudad de Maracaibo, Venezuela, utilizando como indicador bioquímico el análisis de su concentración en plasma.

MATERIAL Y METODO

De una muestra mayor de niños se seleccionaron en forma no aleatoria intencional 159 niños de ambos sexos (femeninos:84;masculinos:75) en edades comprendidas entre 3 meses y 8 años, pertenecientes a familias de bajos ingresos, residenciados en barrios marginales de la ciudad de Maracaibo. Las condiciones de la selección fueron la edad, la condición socioeconómica y estar libres de infecciones y cuadros inflamatorios. Los niños fueron examinados en varias instituciones hospitalarias públicas: Consulta de Control de niños sanos y de despistaje de desnutrición del Hospital Chiquinquirá, Hospital de Niños y Centro Médico Ambulatorio de Sabaneta y escolares de una escuela básica pública del barrio El Mamón, todos ubicados en la ciudad de Maracaibo, segunda en importancia en Venezuela. Dicha población fue

TABLA 1

Valores promedios de zinc plasmáticos en $\mu\text{g}/\text{dl}$ por grupo etáreo

Grupo	Edad(años)	n	$\bar{x} \pm \text{DE}$	Significancia
1	<1	40	79,06 \pm 19,13	NS
2	1-2,9	47	74,14 \pm 19,30	NS
3	3-4,9	29	80,46 \pm 19,92	NS
4	5-6,9	35	81,29 \pm 19,28	NS
5	7-8,9	8	83,85 \pm 11,10	NS

- Valores promedios \pm desviación estándar

- n = Número de muestras analizadas

- NS = No significativo

TABLA 2

Concentraciones plasmáticas de zinc ($\mu\text{g}/\text{dl}$) de una población infantil marginal de Maracaibo, de acuerdo a edad y sexo

Edad (Años)	Femenino		Masculino		Significancia
	n	$\bar{X} \pm \text{de}$	n	$\bar{X} \pm \text{DE}$	
<1	19	82,80 \pm 21,19	21	75,65 \pm 16,87	NS
1-2,9	24	73,51 \pm 20,05	23	74,81 \pm 18,90	NS
3-4,9	19	80,15 \pm 21,07	10	81,05 \pm 19,44	NS
5-6,9	18	81,44 \pm 23,49	17	81,14 \pm 14,27	NS
7-8,9	5	88,38 \pm 8,17	3	76,30 \pm 12,70	NS

- Valores promedios \pm desviación estándar

- n = Número de muestras analizadas

- NS = No se observaron diferencias significativas entre los sexos ni entre los grupos etáreos de igual sexo

clasificada en su condición socioeconómica en los estratos IV y V, de acuerdo al método de Graffar modificado por Mendez Castellano (23).

El diagnóstico nutricional fue realizado en base a la evaluación clínica y antropométrica por especialistas en Pediatría y Nutrición. Para la evaluación antropométrica se utilizaron los índices Peso, Talla, Edad y Sexo y la combinación de éstos, considerando para su estudio las gráficas de crecimiento elaboradas para Venezuela por el Instituto Nacional de Nutrición y como patrón de referencia, los valores de la OMS. De acuerdo al estado nutricional, los niños fueron clasificados en eutróficos y desnutridos.

Las muestras de sangre se obtuvieron por punción venosa en ayunas (5ml aprox.), entre las 7 - 10am, utilizando inyectadoras plásticas desechables libres de zinc. La precaución de extraer la sangre en ayunas evita falsos resultados, ya que se han reportado fluctuaciones en la concentración de zinc plasmático después de la ingestión de alimentos (24,25). Estas muestras, recogidas en tubos heparinizados, fueron centrifugadas a 1800 g por 10 minutos. Posteriormente el plasma fue transferido a tubos plásticos limpios y libres de zinc donde fue almacenado a -10°C hasta el momento de su análisis. Muestras hemolizadas fueron descartadas.

Los niveles plasmáticos de zinc se determinaron por

espectrofotometría de absorción atómica según el método descrito por Smith y col. (26); en un espectrofotómetro Perkin-Elmer modelo 3100 con llama de aire-acetileno a una longitud de onda de 213,8 nm. La medición de zinc requiere controlar al máximo los factores de contaminación con este oligoelemento, de allí que todo el material de vidrio y polietileno utilizado fue minuciosamente lavado, dejado en una solución de ácido nítrico al 20% toda la noche y enjuagado varias veces con agua desionizada.

Para el estudio estadístico de los datos se aplicó análisis de variancia y coeficiente de correlación para definir las posibles interrelaciones entre los diferentes grupos; así como también se aplicó el test "t" de Student buscando diferencias entre ellos y la prueba de Chi cuadrado con la corrección de Yates para el estudio de las deficiencias. Los resultados fueron expresados como promedios \pm desviación estándar y porcentajes.

RESULTADOS

Para analizar los resultados y definir los estados de déficit, se establecieron como valores normales de zinc plasmático los reportados por otros investigadores (19,24-27) 90 ± 15 $\mu\text{g}/\text{dl}$; valores inferiores a 75 $\mu\text{g}/\text{dl}$ fueron considerados como deficientes. Nosotros, en forma arbitraria, hemos establecido igualmente que aquellos valores ubicados en el rango entre $75-80$ $\mu\text{g}/\text{dl}$ sean considerados como en zona crítica ya que cualquier stress de tipo infeccioso, inflamatorio o quirúrgico produciría el desbalance de estos valores. El valor promedio de zinc plasmático obtenido en la población infantil marginal estudiada (159 niños) fue de $79,05 \pm 20,54$ $\mu\text{g}/\text{dl}$. Este valor es ligeramente menor cuando se discrimina por sexo ($78,84 \pm 21,04$ en niñas y $78,38 \pm 20,63$ en niños) no existiendo diferencias significativas entre ellos. Al discriminar estos resultados, tomando en consideración la edad (Tabla 1), observamos que los niños entre 1 y 2,9 años mostraban los niveles mas bajos de zinc plasmático mientras que el grupo etario de 7-8,9 años presentaba los niveles mas altos. Sin embargo, esta diferencia no era estadísticamente significativa. Igualmente, no se detectaron diferencias significativas entre los sexos, ni entre los grupos etarios de igual sexo (Tabla 2).

Al tomar en consideración el estado nutricional de la población (Tabla 3), observamos que solo el 37,11% de la población infantil marginal estudiada fué catalogada como eutrófica y presentaba un valor promedio de zinc de $82,99 \pm 22,64$ $\mu\text{g}/\text{dl}$; mientras que el resto de la población mostró diferentes grados de desnutrición, con valores promedio de zinc de $76,46 \pm 18,99$. Sin embargo, al comparar dichos valores en ambos grupos, las diferencias observadas no fueron aparentemente significativas.

Cuando se consideró el estado nutricional del zinc (Tabla 4), el 38,36% de la población infantil estudiada mostró valores deficitarios de zinc plasmático (\bar{x} : $59,08$ $\mu\text{g}/\text{dl}$), déficit que se observó por igual en el sexo femenino como en el masculino (Tabla 5).

Si catalogamos el grado de deficiencia de zinc en la

TABLA 3

Valores promedio de zinc plasmático ($\mu\text{g}/\text{dl}$) en una población infantil marginal de Maracaibo de acuerdo a su estado nutricional

Población	Frecuencia (%)	X \pm DE
Eutrófica	37,11 (n=59)	82,99 \pm 22,64
Desnutrida	62,89 (n=100)	76,46 \pm 18,99
Total	100 (n=159)	79,05 \pm 20,54

-Valores promedios \pm desviación estándar

-n = Número de muestras analizadas

-Las diferencias entre los grupos no fueron significativas

TABLA 4

Distribución de la población infantil marginal de acuerdo a su estado nutricional y a su concentración de zinc plasmático

Estado Nutricional	Concentración plasmática de zinc ($\mu\text{g}/\text{dl}$)			
	<75		≥ 75	
	n	X \pm DE	n	X \pm DE
Eutroficos	20 (33,89%)	62,76 \pm 11,45	39 (66,11%)	91,28 \pm 14,99
Desnutridos	41 (41%)	57,29 \pm 10,63	59 (59%)	89,75 \pm 9,83
TOTAL	61 (38,36%)	59,08 \pm 11,11	98 (61,64%)	90,36 \pm 12,03

- Los valores en paréntesis representan la frecuencia en porcentaje

- n = Número de muestras analizadas

- Las diferencias entre los grupos no fueron significativas

población total de acuerdo a su concentración plasmática (Tabla 6), observamos que el 9,44% de dicha población (n:15) presenta niveles de zinc por debajo de 50 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (deficiencia grave), once de los 15 niños eran desnutridos. Así mismo, el 10,06% de la población mostró deficiencia moderada, entre 50 y <60 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (n:16). En este grupo sólo un niño fue clasificado como eutrófico, siendo esta deficiencia estadísticamente significativa. El 18,87% del total de niños mostró valores entre 60 y <75 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (deficiencia leve) y el 13,20% entre $75-80$ $\mu\text{g}/\text{dl}$, ubicado este último grupo en zona crítica o a riesgo. Esto significa que el 51,57% de la población infantil estudiada mostró niveles deficitarios o subóptimos de zinc plasmático, observado este déficit por igual entre los niños eutróficos (52,54%) y los desnutridos (51,00%). Es importante resaltar que ya el 6,78% de la población eutrófica y el 11% de la desnutrida mostraron niveles plasmáticos de zinc inferiores a 50 $\mu\text{g}/\text{dl}$, lo cual se considera extremadamente grave.

DISCUSION

El estado nutricional del zinc se determina generalmente por pruebas estáticas o funcionales. Entre las primeras, la determinación bioquímica de este mineral en fluidos biológicos como plasma, suero, orina, semen o en tejidos como piel, cabellos, leucocitos, plaquetas, etc, son los mas utilizados, siendo la determinación de zinc en plasma por medio de espectrofotometría de absorción atómica la mas ampliamente usada (1,13-15,24-28), por responder muy rápidamente a cambios en el contenido de zinc en la dieta, disminuyendo, al

reducir la ingesta de este mineral y aumentando, al efectuarse su suplementación (1,29). Sin embargo, se tiene conocimiento que el procedimiento más específico para establecer el estado nutricional del Zn en el organismo es su análisis en las células sanguíneas (30), procedimiento que es de difícil aplicación, especialmente en infantes, por requerirse 10 ml o más de sangre venosa (31). Como hemos ya reseñado, para una población infantil sana, la concentración promedio de zinc plasmático se ha establecido en $90 \pm 15 \mu\text{g/dl}$ (19,27). Se han reportado valores muy superiores en lactantes chilenos (28) y turcos (32). En Venezuela, no poseemos valores de referencia de este oligoelemento representativos de una amplia población infantil sana con excepción del trabajo reportado por Burguera y col. (22) en una muestra de 202 niños de la ciudad de Mérida. En la población infantil marginal estudiada por nosotros en el presente trabajo la concentración promedio de zinc plasmático fue de $79,05 \pm 20,54 \mu\text{g/dl}$, por debajo del valor promedio de referencia. La concentración promedio obtenida en el grupo de niños con deficiencia de zinc ($<75 \mu\text{g/dl}$) fue de $59,08 \pm 11,11$, mientras que en el grupo con niveles normales de zinc ($>75 \mu\text{g/dl}$) dicho valor promedio fue de $90,36 \pm 12,03$, comparable a los valores de referencia. El valor promedio de zinc plasmático obtenido en nuestro estudio ($79,05 \mu\text{g/dl}$), a pesar de estar dentro del rango considerado como normal, se encuentra en el límite inferior de éste, siendo más bajo que el reportado en otras publicaciones para poblaciones de iguales características, como es el caso de los valores reportados por Fávoro y Vennuchi (27) en un grupo de niños brasileños de condición marginal en los cuales el promedio fue de $88 \mu\text{g/dl}$ y los reportados por Estevez y col. (19) en una población infantil marginal suburbana de Maracaibo, con niveles de $87,97 \pm 3,88 \mu\text{g/dl}$. Una diferencia mucho mayor se observa si se comparan nuestros resultados con los reportados por Rodríguez y col. (28) en infantes chilenos con valores promedio de 135 ± 22 y $155 \pm 21 \mu\text{g/dl}$ para niños menores y mayores de 18 meses respectivamente.

Al analizar los niveles de zinc por grupo etáreo hemos notado que al subclasificar la población infantil de acuerdo al grupo etáreo la muestra se hizo poco representativa en algunos grupos por su escaso número. Sin embargo, se observó una tendencia a mostrar diferencias en las concentraciones de zinc plasmático, tendencia que puede ser corroborada al realizar un estudio con una mayor población infantil correspondiente al total de una comunidad marginal.

La disminución relativa de las concentraciones de zinc plasmático observada por nosotros en los grupos etáreos menores de 3 años, es comparable a la reportada por otros investigadores (19,28); esta disminución podría tener relación con el consumo de las reservas adquiridas durante las últimas semanas del embarazo (28). Estas reservas son complementadas en los primeros meses de vida cuando la alimentación se hace a base de leche materna. Sin embargo, en las poblaciones de bajos recursos, la leche materna no es suficiente para el aporte de zinc, como lo señala Walravens y col. (33); y la alimentación posterior a base de leche de vaca, es también insuficiente en cuanto al aporte de este

TABLA 5
Distribución de la población infantil marginal de acuerdo a su concentración de zinc plasmático

Niveles plasmáticos de zinc ($\mu\text{g/dl}$)	Femenino(%)	Masculino(%)	Total (%)	Significancia
<75	40,48 (n=34)	36 (n=27)	38,36 (n=61)	NS
>75	59,52 (n=50)	64 (n=48)	61,64(n=98)	NS
TOTAL	100 (n=84)	100 (n=75)	100 (n=159)	

- Los valores representan la frecuencia en porcentaje.

- n = Número de muestras analizadas

- NS = No significativo

TABLA 6
Relación entre el estado nutricional de la población infantil y el estado del zinc plasmático

Concentración plasmática de Zn ($\mu\text{g/dl}$)	Eutróficos	Desnutridos	Total
	Frecuencia (%)	Frecuencia (%)	
<50	6,78 (n=4)	11 (n=11)	9,44 (n=15)
50 - <60	1,69 (n=1)	15*(n=15)	10,06 (n=16)
60 - <75	25,42 (n=15)	15 (n=15)	18,87 (n=30)
75 - 80	18,65 (n=11)	10 (n=10)	13,20 (n=21)
>80	47,46 (n=28)	49 (n=49)	48,43 (n=77)
Total	100 (n=59)	100 (n=100)	100 (159)

- n = Número de muestras analizadas

- * = Significativo para una P <0,01

oligoelemento o su biodisponibilidad (9,34-36), provocando un descenso de las reservas de zinc que se acentúa aún más ante los requerimientos mayores exigidos por el crecimiento del niño en este período vital (11). En los grupos etáreos de mayor edad, observamos un relativo incremento de los niveles de zinc, lo cual ha sido reportado también por otros investigadores (19,22) y pudiera ser debido a la mayor variedad del aporte dietético, mejorando las reservas corporales y, por ende, sus concentraciones plasmáticas (28), o por cambios en su composición corporal.

No observamos diferencias significativas en la concentración plasmática de zinc con respecto al sexo, lo cual está acorde con lo reportado en la literatura para sangre (27,33) y cabello (37).

En nuestro estudio, más de la tercera parte de la población infantil eutrófica analizada presentó niveles deficitarios de zinc plasmático. Si consideramos, además, que los niveles comprendidos entre 75-80 $\mu\text{g/dl}$ son catalogados como en zona crítica, por las razones ya mencionadas, el porcentaje de niños eutróficos deficientes en zinc se elevaría a un 52,54%. Igualmente, más de la mitad de la población desnutrida (51%) muestra valores de zinc deficitarios o en zona crítica. En ambos grupos, eutróficos y desnutridos, este porcentaje es peligrosamente alto, si se tiene en cuenta la doble fragilidad de esta población, infantil y marginal. La deficiencia de zinc es causada por múltiples factores, entre ellos, el más frecuente, el régimen dietario (29,38). Como hemos ya referido, las altas

concentraciones de fibra o fitato presentes en la dieta interfieren con la absorción intestinal de este mineral (7,9,11); de allí que los resultados del presente estudio parecen afirmar la hipótesis de que en nuestra población, en especial en aquella perteneciente a los estratos sociales más desposeídos existe un déficit nutricional de zinc. Asimismo, la baja ingesta proteica en la población marginal constituye otro factor determinante de la deficiencia de zinc (39,40). Igualmente, la presencia de parasitosis tiende a disminuir su concentración por pérdidas intestinales (9).

La aparente prevalencia de deficiencia de zinc encontrada por nosotros es mayor a la reportada en otras poblaciones marginales de Venezuela (19) o del Brasil (27); en este último, la prevalencia de deficiencia de zinc fue solo de un 13%. Con respecto a la desnutrición, investigaciones realizadas por Weber y col. (41) en niños desnutridos han determinado que un 56% de tales niños muestran deficiencia en los niveles de zinc en pelo. Resultados similares han sido reportados por Atalay y col. (39) quienes asociaron las diferentes formas de desnutrición proteico-calórica con la deficiencia de zinc, señalando los problemas de malabsorción como agravantes de tal deficiencia.

Las deficiencias marginales de zinc en niños preescolares han sido asociadas con retardo en la curva de crecimiento, baja ganancia de peso y poco apetito (42,43). Por otro lado, se ha podido observar que niños con retardo en el crecimiento responden a una suplementación con zinc, aumentando su talla y mejorando su peso (33,43-45) de allí que aumentar el consumo dietético de zinc podría ser beneficioso para ciertos segmentos de la población, especialmente durante los períodos de rápido crecimiento. El aparente déficit de zinc plasmático en la población infantil marginal estudiada podría sugerir un estado nutricional deficitario de zinc en una comunidad marginal. Sin embargo, para establecer esta situación se necesitaría de una muestra representativa usando un proceso aleatorizado con base comunitaria que permita, además, aumentar la población infantil en los diferentes grupos etáricos, obteniéndose así cifras más confiables con respecto al zinc plasmático en las diferentes edades. Igualmente sería conveniente efectuar otras pruebas funcionales complementarias que corroboren el estado deficitario de este oligoelemento. En Venezuela, actualmente los indicadores económicos del país son negativos, con encarecimiento de la cesta básica de alimentos y sus consecuencias nutricionales, lo cual permite predecir que la deficiencia de zinc se acentuará, produciendo así un deterioro progresivo de la salud mental y corporal del niño venezolano. En vista de esta situación, consideramos prioritario sugerir a las instituciones responsables de la calidad de vida del venezolano, que se inicien estudios funcionales sobre el estado nutricional del zinc en la población infantil venezolana y en caso de ser evidentemente deficitario, establecer programas masivos de intervención nutricional con este oligoelemento, en especial, en los sectores más desposeídos de la población.

AGRADECIMIENTO

Deseamos agradecer al Instituto de Investigaciones Biológicas, en especial al Laboratorio de Psiquiatría Biológica, en cuyas instalaciones realizamos parte del trabajo experimental. Igualmente queremos manifestar nuestro agradecimiento al Dr. Carlos de la Cruz, del Laboratorio de Espectroscopía Molecular y Atómica de la Facultad de Ciencias, en cuyos equipos realizamos las mediciones espectroscópicas. Se le agradece también al CONICIT el apoyo financiero (F-137) que permitió la compra del Espectrómetro de Absorción Atómica. Debemos agradecer, también, a los profesores Gilbert Corzo y Jesús Estevez, por su valiosa colaboración en la parte estadística y al profesor Alan Castellano por el montaje y realización del presente manuscrito.

REFERENCIAS

1. Prasad, AS. Discovery of human zinc deficiency and studies in an experimental human model. *Am J Clin Nutr* 53:403-412, 1991.
2. Sherman, AR. Zinc, copper and iron nutrition and immunity. *J Nutr* 122(35):604-609, 1992.
3. Hambidge, KM. Zinc and diarrhea. *Acta Paediatr Suppl* 381:82-86, 1992.
4. Prasad, AS, D. Oberleas, P. Wolp & J.P. Horwitz. Studies on zinc deficiency: Changes in trace elements and enzyme activities in tissues of zinc-deficient rats. *J Clin Invest* 46:549-57, 1967.
5. Harris, DE. Copper as a cofactor and regulator of copper, zinc superoxide dismutase. *J Nutr* 122(35):636-640, 1992.
6. Schlesinger, L, M Arevalo, S Arredondo, M Diaz, B Lonnerdal & A Stekel. Effect of a zinc-fortified formula on immunocompetence and growth of malnourished infants. *Am J Clin Nutr* 56:491-8, 1992.
7. Gibson, R. Content and bioavailability of trace elements in vegetarian diets. *Am J Clin Nutr* 59:1223-325, 1994.
8. Sandstead, HH: Zinc deficiency. A public health problem? *Am J Dis Childr* 145:853-859, 1991.
9. Cousins, RJ & JM Hempe. Zinc. En: *Conocimientos Actuales Sobre Nutrición*. Organización Panamericana de la Salud. Inst. Inter. de Ciencias de la Vida. North America. 1991, p.289-300.
10. Mill, CF. Dietary interactions involving the trace elements. *Annual Rev Nutr* 5:173-93, 1985.
11. Milner, JA. Trace minerals in the nutrition of children. *J Pediatr* 117(2):5147-5155, 1990.
12. Solomons, NW, RA Jacob, O Pineda & F Viteri. Studies on the bioavailability of zinc in man, II: Absorption of zinc from organic and inorganic sources. *J Lab Clin Med* 94:335-343, 1979.
13. Prasad, AS, JA Halstead & M Nadimi. Syndrome of iron deficiency anemia, hepatosplenomegaly, hypogonadism, dwarfism and geofagia. *Am J Med* 31:532-46, 1961.
14. Prasad, AS, A Miale, Z Farid & H Sandstead. Zinc metabolism in patients with the syndrome of iron deficiency anemia, hypogonadism and dwarfism. *J Lab Clin Med* 61:537-49, 1963.
15. Halstead, JA, HA Ronaghy & P Abadi. Zinc deficiency in man: The Shiraz experiment. *Am J Med* 53:277-84, 1972.
16. Dreosti, IE. Zinc in Brain Development and Function. En: *Essential and Toxic Trace Elements in Human Health and Disease: An Update*. AS Prasad(Ed). New York, Wiley-Liss. 1993, p.81-90.
17. Wallwork, JC & HH Sandstead. Zinc and Brain Function. En: *Essential and Toxic Trace Elements in Human Health and Disease: An Update*. AS Prasad(Ed). New York, Wiley-Liss. 1993, p.65-80.
18. Diez-Ewald, M, G Fernandez, E Bonilla, B Portillo, G Vizcaino &

- H Machado. Concentraciones séricas de ácido fólico y cinc en suero materno y cordón umbilical. Influencia en el desarrollo del embarazo y el parto y condiciones del recién nacido. *Invest Clin* 29(4):205-217, 1988.
19. Estévez, JL, L Chacín, E Bonilla y R Villalobos. Concentraciones séricas de cobre y cinc en una población suburbana del Estado Zulia (Venezuela). *Invest Clin* 29(3):97-109, 1988.
 20. Oraa, E. Fósforo y oligoelementos. Requerimientos y consumo en Venezuela. En: *La Nutrición ante la Salud y la Vida. IV Simposio de la Fundación Cavendes*. Caracas. Venezuela. Ediciones Cavendes. 1991, p.209-212.
 21. Dini, E, L Siciliano, M Puig, I Rodríguez, R Golding, A Fernandez, A Itriago, M Ranando & N Carrión. Zinc y cobre en embarazadas venezolanas y sus recién nacidos. *Annal Ven Nutr* 5:37-42, 1992.
 22. Burguera, JL, M Burguera & OM Alarcón. Blood levels of zinc, cobalt, cooper, iron and manganese in children from Mérida, Venezuela. *Trace Elem Med* 9(4):194-197, 1992.
 23. Mendez Castellano, H. Estratificación social. Método Graffar modificado para Venezuela. *Arch Venez Puer Ped* 49:93-104, 1986.
 24. Hambidge, KM, MJ Goodall, C Stall & J Pritts. Post-prandial and daily changes in plasma zinc. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis* 3:55-57, 1989.
 25. Wallock, LM, JC King, KM Hambidge, JE English-Westcott & J Pritts. Meal-induced changes in plasma, erythrocyte and urinary zinc concentrations in adult women. *Am J Clin Nutr* 58:695-701, 1993.
 26. Smith, JC, GP Butrimovitz & WC Purdy. Direct measurement of zinc in plasm by atomic absorption spectroscopy. *Clin Chem* 25:1487-91, 1979.
 27. Fávaro, RMD & H Vennucchi. Niveis plasmaticos de zinco e antropometria de crianças da periferia de centro urbano do Brasil. *Rev Saude Publ S. Paulo* 24(1):5-10, 1990.
 28. Rodríguez, A, G Soto, G Venegas, C Castillo & S Torres. Niveles de zinc y cobre en lactantes chilenos. *Arch Latinoamer Nutr* 34(1):26-33, 1984.
 29. Ruz, M, KR Cavan, WJ Bettger, L Thompson, M Berry & R Gibson. Development of a dietary model for the study of mild zinc deficiency in humans and evaluation of some biochemical and functional indices of zinc status. *Am J Clin Nutr* 53:1295-1303, 1991.
 30. Jones, RB, PW Keeling, PJ Hilton & RPH Thompsom. The relationship between leukocyte and muscle zinc in health and disease. *Clin Sci* 60:237-239, 1981.
 31. Malvy, DJM, J Arnaud, B Burtshy, MJ Richard, A Favier, O Hout & O Amédée-Manesme. Reference values for serum zinc and selenium of french healthy children. *Eur J Epidemiol* 9(2):155-161, 1993.
 32. Tanzer, F & J Ozalp. Plasma and Leukocyte zinc and copper levels in patients with protein energy malnutrition. *J TropPediat* 34:306-308, 1988.
 33. Walravens, PA, A Chakar, R Mokni, J Denise & D Lemonnier. Zinc supplements in breastfed infants. *Lancet* 340:683- 685, 1992.
 34. Picciano, MF. Oligoelementos en la leche humana y las fórmulas lácteas. En: *Trace Elements in Nutrition of Children*. RKChandra(Ed) Nestle Nutrition Vevey, Raven Press, New York 1985, p.1-24.
 35. Krebs, NF, CJ Reidinger, AD Robertson & M Hambidge. Growth and intakes of energy and zinc in infants fed human milk. *J Pediatrics* 124(1):32-39, 1994.
 36. Johnson, P & G Evans. Relative zinc availability in human breast milk, infant formulas and cow's milk. *Am J Clin Nutr* 31:416, 1978.
 37. Sturaro, A, G Parvoli, L Doretti, G Allegri & C Costa. The influence of color, age and sex on the content of zinc, copper, nickel, manganese and lead in human hair. *Biol Trace Element Res* 40:1-8, 1994.
 38. Cavan, KR, RS Gibson, CF Grazioso, AM Isalgue, M Ruz & NW Solomons. Growth and body composition of periurban guatemalan children in relation to zinc status: A longitudinal zinc intervention trial. *Am J Clin Nutr* 57:344-52, 1993.
 39. Atalay, Y, A Arcasoy & M Kurkquoglu. Oral plasma zinc tolerance test in patients with protein energy malnutrition. *Archiv of Disease in Childhood* 64:1608-1611, 1989.
 40. Greger, GL & SM Snedeker. Effect of dietary protein and phosphorus levels on the utilization of zinc, copper and manganese by adult males. *J Nutr* 110:2243-2253, 1980.
 41. Weber, ChW, GW Nelson, M Vasquez & PB Pearson. Trace elements in the hair of healthy and malnourished children. *J Trop Ped* 36:230-234, 1990.
 42. Mokni, R, A Chakar, F Bleiberg-Daniel, JL Mahu, PA Walravens, P Chappuis, J Navarro & D Lemonnier. Decreased serum levels of nutritional biochemical indices in healthy children with marginally delayed physical growth. *Acta Paediat* 82:539-43, 1993.
 43. Walravens, PA, M Hambidge & DM Koepfer. Zinc supplementation in infants with a nutritional pattern of failure to thrive: A double-blind, controlled study. *Pediatrics* 83(4):532-538, 1989.
 44. Nakamura, T, S Nishiyama, Y Futagoishi, Y Matsuda & A Higashi. Mild to moderate zinc deficiency in short children: Effect of zinc supplementation on linear growth velocity. *J Pediatr* 123(1):65-69, 1993.
 45. Walravens, PA, NF Krebs & KM Hambidge. Linear growth of low-income preschool children receiving a zinc supplement. *Am J Clin Nutr* 38:195-201, 1983.

Recibido: 30-11-1995

Aceptado: 18-12-1996