

UNIVERSIDAD DE LA HABANA — FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS —
DEPARTAMENTOS DE PEDIATRIA Y BIOQUIMICA

Concentración de zinc en el pelo de niños con desnutrición proteicoenergética*

Por:

MANUEL AMADOR,** MIRTA HERMELO,*** RAUL FERNANDEZ-REGALADO****
MANUEL PEÑA,**** ALINA GONZALEZ*****

Amador, M. et al. *Concentración de zinc en el pelo de niños con desnutrición proteicoenergética*. Rev Cub Ped 48: 6, 1976.

Se estudió la concentración de zinc en el pelo de 83 niños con retardo pondoestatural de causa nutricional, los cuales fueron clasificados según dos criterios: el clinicoantropométrico propuesto en la reunión del Wellcome Trust, y de acuerdo con el déficit de peso para la talla real, según *Waterlow*. En todos los pacientes, excepto en aquéllos que aunque exhibían retardo pondoestatural no tenían desnutrición, los valores encontrados fueron significativamente inferiores a los de un grupo control. También hubo diferencias entre los niños clasificados como bajo peso y las restantes categorías, y entre los grupos con marasmo nutricional y kwashiorkor-marasmo. Se encontró una correlación altamente significativa entre la concentración de zinc en el pelo y el valor porcentual del déficit de peso para la talla ($r = 0,8804$; $p < 0,001$). También se encontraron correlaciones significativas entre zinc en pelo y albúmina sérica ($r = 0,662$; $p < 0,001$); zinc en pelo y hierro sérico ($r = 0,7703$; $p < 0,001$); y albúmina y hierro séricos ($r = 0,7648$; $p < 0,001$). Se concluye que, evidentemente, las formas más graves de desnutrición se acompañan de valores más bajos de zinc en pelo y que la magnitud de la afectación de las reservas de este nutriente guarda una estrecha correlación con la importancia de la reducción de la masa corporal, así como que la desnutrición parece afectar de manera similar los mecanismos de transporte del zinc y el hierro, probablemente a través de una reducción en la síntesis de sus proteínas transportadoras.

INTRODUCCION

Como parte integrante del estado pluricarenal de nutrientes y energía que caracteriza a la desnutrición proteicoenergética, la deficiencia de zinc ha sido un factor relativamente poco estudiado.

Se ha informado la deficiencia de zinc asociada a síndromes con retardo del crecimiento, anemia, hepatosplenomegalia, hipogonadismo, geofagia e hipogeusia que están muy frecuentemente relacionados con estados de deficiencia nutricional, parasitismo masivo, o ambos.^{1,2,3,4,5,6}

* Trabajo presentado al V Seminario Científico del Centro Nacional de Investigaciones Científicas, octubre 20-24, 1975.

** Jefe del servicio de nutrición del hospital infantil docente "William Soler", San Francisco 10112, Habana 8, Cuba.

*** Bioquímica-docente del departamento de bioquímica del Instituto de Ciencias Básicas "Victoria de Girón", Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de La Habana, 146 No. 3102, Habana 15, Cuba.

**** Instructor de fisiopatología en el ICB "Victoria de Girón".

***** Química, Jefa del departamento de espectroscopia del CNIC, Universidad de La Habana.

Asimismo, se tienen informes sobre pacientes con kwashiorkor que presentan bajos niveles de zinc sérico y excreción urinaria disminuida de este catión.¹⁷

La magnitud de la depleción de este nutriente en distintos tejidos ha sido objeto de estudio en pacientes con diversas enfermedades.^{7,10,11,12,13,14,15,16} Entre éstos, el pelo ha sido exitosamente utilizado por ser un material biológico de fácil obtención que refleja con bastante exactitud el estado de las reservas de zinc en las etapas previas a la toma de la muestra.^{17,18,19}

En este trabajo nos proponemos estudiar las concentraciones de zinc en el pelo de pacientes con desnutrición proteicoenergética clasificados según criterios clinicoantropométricos y de acuerdo con la importancia de su desnutrición.

MATERIAL Y METODO

Se estudiaron 83 niños de uno y otro sexos comprendidos entre las edades de 0 a 10 años que ingresaron en el servicio de nutrición del hospital infantil docente "William Soler", de La Habana, con el diagnóstico de retardo pondoestatural de causa nutricional. A todos ellos se les realizó una evaluación del estado de nutrición al momento de su ingreso, que comprendió medidas antropométricas, y examen clínico;²⁰ además se tomó muestra de sangre para estudio de albúmina y hierro séricos. La primera fue determinada siguiendo el método de Gornall y Bardawill²¹ y la última por el método de Barkam y Walker.²² Asimismo, de cada paciente se obtuvo una muestra de pelo de la región de la nuca, siguiendo un procedimiento descrito en un trabajo anterior.²³ La muestra de pelo fue procesada siguiendo una modificación del método de Strain, y se realizó la lectura de la concentración de zinc por espectrofotometría de absorción atómica en un equipo Unicam SP90A.^{17,24}

Las medidas antropométricas peso y talla fueron referidas a los estándares de Harvard (Stuart y Stevenson).²⁴

Obtenida la evaluación clinicoantropométrica, los pacientes con desnutrición proteicoenergética (dpe) fueron agrupados en cuatro categorías de desnutrición, según la clasificación propuesta en la reunión del Wellcome Trust en Jamaica, las cuales son:²⁵ bajo peso, marasmo nutricional, kwashiorkor y kwashiorkor-marasmo.

Asimismo, los pacientes que no exhibían edemas clínicos fueron clasificados también de acuerdo con la severidad de su desnutrición tomando como criterio el déficit de peso para la talla real como sigue:²⁶

grado 0: entre 91 y 110% del peso ideal para la talla real

grado 1: entre 81 y 90% del peso ideal para la talla real

grado 2: entre 71 y 80% del peso ideal para la talla real

grado 3: el 70% o menos del peso ideal para la talla real

Los valores para el zinc en el pelo fueron comparados con los obtenidos en un grupo control de niños de la misma composición por edad.

Los datos fueron procesados siguiendo un análisis de varianza completamente aleatorizado con superposición de los intervalos de confianza de las medias, e igualmente se realizaron estudios de correlación lineal entre dos variables.^{27,28,29}

RESULTADOS

El cuadro I nos muestra los valores de la concentración de zinc en el pelo de pacientes clasificados según proposición del Wellcome Trust. El análisis de varianza entre las cuatro categorías arrojó una $F=29,4655$ ($p<0,001$). Se obtuvieron diferencias significativas ($p<0,01$) entre la categoría bajo peso y cada una de las restantes, e igualmente se obtuvieron diferencias de la misma magnitud entre los pacientes con marasmo y los clasificados como kwashiorkor-marasmo (gráfico 1).

CUADRO I

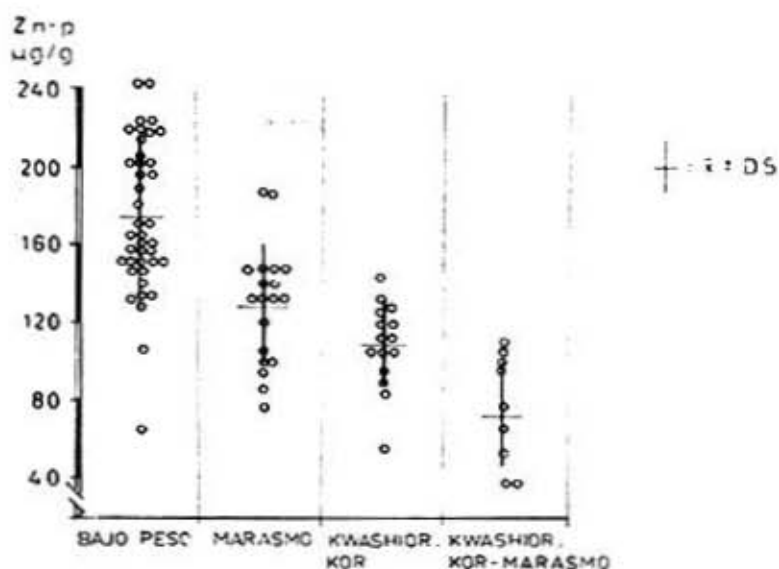
CONCENTRACION DE ZINC EN EL PELO* DE NIÑOS CON RETARDO PONDOESTATURAL CLASIFICADOS SEGUN PROPUESTA DEL WELLCOME TRUST MEETING

Grupo	Concentración de zinc en pelo ($\mu\text{g/g}$)		N
	\bar{x}	S \bar{x}	
Bajo peso	177,1	6,47	40
Marasmo nutricional	130,4	6,94	19
Kwashiorkor	109,5	5,78	15
Kwashiorkor-marasmo	75,8	9,72	9
Control	219,5	1,97	201

* Valores expresados en $\mu\text{g/g}$ de pelo (partes por millón).

GRAFICO 1

CONCENTRACION DE ZINC EN EL PELO DE NIÑOS CON RETARDO PONDOSTATURAL CLASIFICADOS SEGUN PROPUESTA DEL WELLCOME TRUST MEETING



CUADRO II

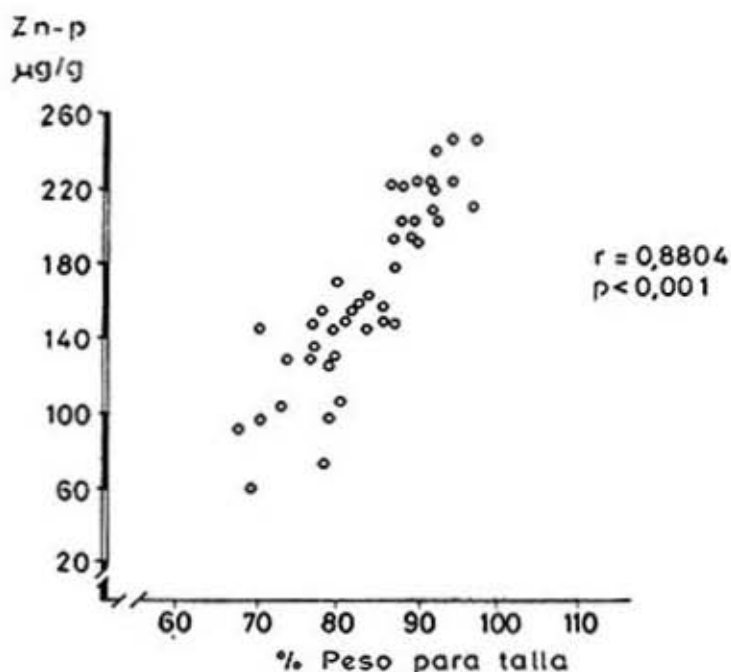
CONCENTRACION DE ZINC EN EL PELO* DE NIÑOS CON RETARDO PONDOESTATURAL CLASIFICADOS SEGUN DEFICIT DE PESO PARA LA TALLA REAL (P/T%)

Grado	Porcentaje del peso ideal para talla real	Concentración de zinc en pelo ($\mu\text{g/g}$)		N
		\bar{x}	S \bar{x}	
0	91 - 110	214,5	5,14	15
1	81 - 90	160,1	5,19	27
2	71 - 80	123,9	6,38	15
3	70 o menos	80,4	16,20	2
Controles		219,5	1,97	201

* Valores expresados en $\mu\text{g/g}$ de pelo (partes por millón).

GRAFICO 2

CORRELACION ENTRE LA CONCENTRACION DE ZINC EN EL PELO Y EL DEFICIT DE PESO PARA TALLA EN NIÑOS CON RETARDO PONDOSTATURAL



Asimismo, los valores obtenidos en cada uno de los 4 grupos antes referidos fueron significativamente inferiores a los del grupo de 201 niños bien nutridos que presentaban un valor medio $\pm S\bar{x}$ de $219,5 \pm 1,97 \mu\text{g/g}$.

El segundo criterio de clasificación (cuadro II) muestra que aquellos niños con retardo pondoestatural que exhibían una relación peso-talla dentro de límites normales (retardo sin desnutrición), tenían concentraciones de zinc en el pelo que no diferían significativamente de los controles. El análisis de varianza entre estas cuatro categorías, que expresan la magnitud de la desnutrición como déficit de peso para talla arrojó un valor de $F=41,7326$ ($p<0,001$).

Los valores medios descienden paulatinamente según la gravedad de la des-

nutrición. Se obtuvieron diferencias significativas ($p<0,01$) entre el grado 0 y cada una de las tres restantes categorías; y entre el grado 1 y los grados 2 y 3. El coeficiente de correlación entre la concentración de zinc en el pelo y el valor porcentual del déficit de peso para la talla real fue de $r=0,8804$ ($p<0,001$) (gráfico 2).

Los estudios de correlación realizados entre las concentraciones de zinc en el pelo y de albúmina sérica arrojaron un valor de $r=0,662$ ($p<0,001$) (gráfico 3).

La correlación entre las concentraciones de zinc en el pelo y de hierro sérico mostró un valor de $R=0,7703$ ($p<0,001$) (gráfico 4); mientras que la realizada entre albúmina y hierro séricos mostró un valor de $r=0,7648$ ($p<0,001$) (gráfico 5).

GRAFICO 3
CORRELACION ENTRE LAS CONCENTRACIONES DE ZINC EN EL PELO Y DE ALBUMINA SERICA EN NIÑOS CON RETARDO PONDOSTATURAL DE CAUSA NUTRICIONAL

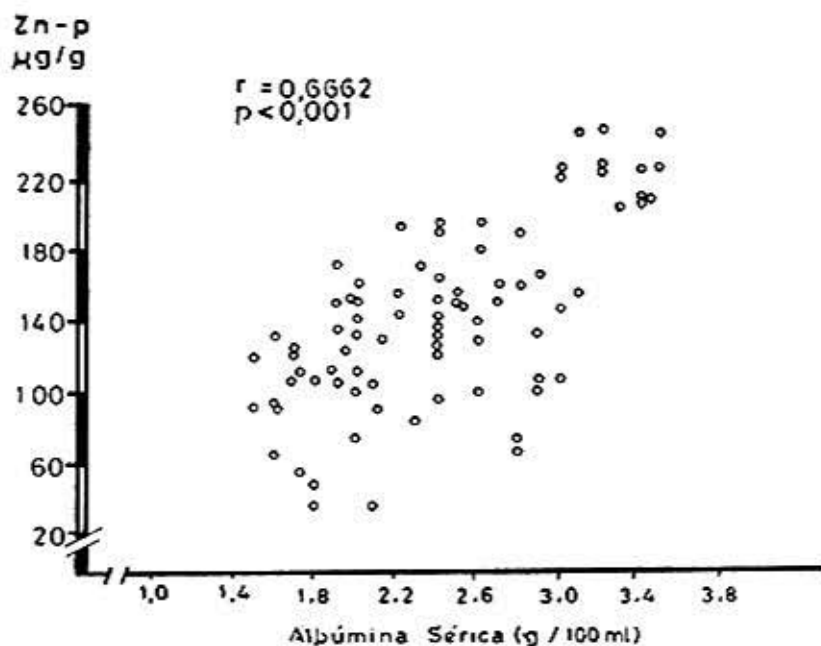
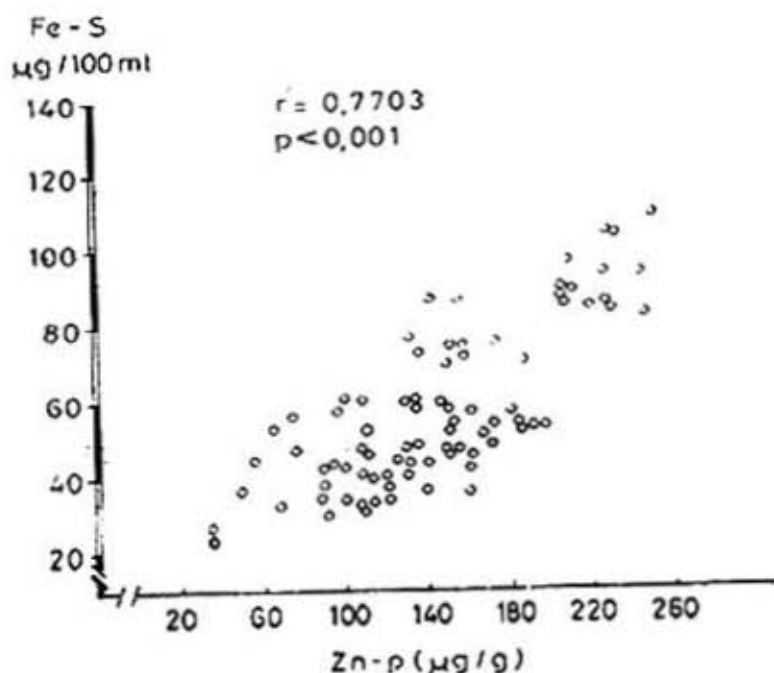


GRÁFICO 4

CORRELACION ENTRE LAS CONCENTRACIONES DE ZINC EN EL PELO Y DE HIERRO SERICO EN NIÑOS CON RETARDO PONDOSTATURAL DE CAUSA NUTRICIONAL



DISCUSION

La existencia de bajas concentraciones de zinc en el pelo en niños con desnutrición, evidencia que la deficiencia de este nutriente está presente en mayor o menor grado en todo paciente con dpe. La estrecha correlación de las concentraciones de este catión con la magnitud de la afectación del peso para la talla hace pensar que el zinc en el organismo está estrechamente vinculado a la masa corporal total.

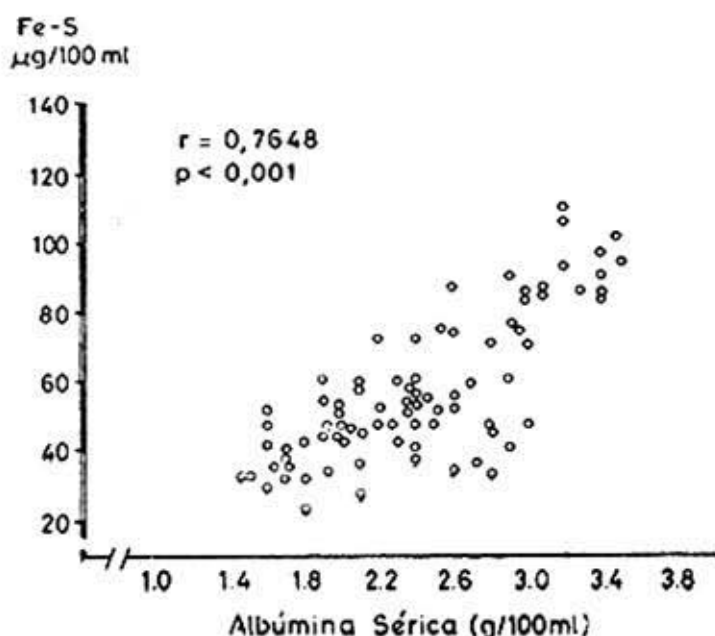
En este sentido, *Fell* y colaboradores¹¹ han sugerido que la pérdida de zinc por la orina pudiera ser utilizada como índice para estimar el catabolismo muscular.

Existen diversos informes demostrativos de que durante una restricción importante en el aporte energético se produce un incremento en las pérdidas urinarias de zinc.¹ Este hecho pudiera explicar también los bajos valores de zinc en el pelo encontrados en los pacientes con formas marasmáticas de desnutrición.

Las cifras aun más bajas encontradas en pacientes con kwashiorkor o kwashiorkor-marasmo se corresponden con lo informado por *Sandstead et al.*² y *Smit y Pretorius*,³ quienes, curiosamente, encontraron bajas excreciones de zinc urinario. Es posible que, en las formas de dpe con depleción proteica considerable, constituya un elemento importante

GRAFICO 5

CORRELACION ENTRE LAS CONCENTRACIONES DE ALBUMINA Y HIERRO SERICOS EN NIÑOS CON RETARDO PONDOSTATURAL DE CAUSA NUTRICIONAL



el déficit en la síntesis de proteínas transportadoras séricas." En apoyo a esta hipótesis se ha informado por Brock¹¹ una correlación significativa entre concentración sérica de zinc y albúmina sérica, y nosotros, en un trabajo anterior hemos dado a conocer un hallazgo similar entre concentración de zinc en pelo y albúmina sérica.¹²

Giroux, estudiando un grupo de hombres normales encontró valores de zinc sérico de 82 ± 9 ($\bar{x} \pm S$) µg/100 ml, de los cuales 65 ± 3 µg/100 ml correspondían a zinc unido a albúmina, y sólo 16 ± 3 µg/100 ml correspondían a zinc unido a γ_2 macroglobulina.

Este hallazgo vuelve a confirmarse en el presente trabajo donde, además, la existencia de una correlación significativa entre albúmina y hierro séricos pa-

rece indicar que ambos mecanismos de transporte, el del hierro y el de zinc, se ven afectados de una manera similar en los estados de desnutrición.

Aunque parece probable que algunos de los factores que afectan la absorción y transporte del hierro pueden influir sobre la absorción y transporte del zinc,¹³ y se ha demostrado, mediante estudios *in vitro*, que el zinc puede combinarse con la transferrina;¹⁴ no ha podido demostrarse, sin embargo, que esta proteína pueda servir para su transporte.¹⁵

La correlación significativa encontrada entre zinc en el pelo y hierro sérico, que ya fue informada por nosotros, contrasta con la ausencia de correlación entre zinc sérico y zinc en pelo dada a conocer por Klevay,¹⁶ Eminians y colaboradores¹⁷ y Mac Bean y colaborado-

res.¹⁰ y también por nosotros^{11,12}. En el presente trabajo, sin embargo, no se realizó este último estudio.

Otros aspectos a través de los cuales puede manifestarse una deficiencia de zinc en un desnutrido, la afectación de los mecanismos de absorción al nivel de la mucosa intestinal, secundaria a una nutrición defectuosa,^{13,14,15,16,17} Asimismo las parasitosis que se acompañan de pérdidas crónicas de sangre pueden producir una importante depleción de zinc, comparable a la de hierro, ya muy bien conocida.⁵ De magnitud comparable es también la pérdida de zinc y de hierro que puede tener lugar mediante el sudor.^{18,19}

Del mayor interés resulta, sabiendo por los resultados obtenidos que en todo desnutrido las reservas de este nutriente se encuentran disminuidas, conocer cuándo es necesario incorporar al tratamiento dietético de un desnutrido, en recuperación, un suplemento de zinc, y hasta dónde la no suplementación puede retardar la restitución de algunas funciones normales en el organismo.

Agradecimiento

Agradecemos a la compañera Neyda González, del departamento de matemática aplicada y computación, del Centro Nacional de Investigaciones Científicas, su valiosa colaboración en el asesoramiento estadístico de este trabajo.

SUMMARY

Amador, M. et al. *Concentration of zinc in the hair of children with protein-energy malnutrition.* Rev Cub Ped 48: 6, 1976.

Zinc concentration was studied in the hair of 83 children with nutritional pondostatural retardation. They were classified according to two criteria: the clinical-anthropometric criterion proposed in the Wellcome Trust meeting, and the Waterlow's criterion involving a weight deficit for the real height. In all patients but in those who had not malnutrition despite pondostatural retardation, the values were significantly lower than those found in a control group. There were also differences between children with low weight and the remaining categories as well as between groups with nutritional marasmus and groups with kwashiorkor-marasmus. A highly significant correlation between the zinc concentration of the hair and the percentual value of weight deficit for the height ($r = 0.8804$; $p < 0.001$) was found. Significant correlation between hair zinc and serum albumin ($r = 0.662$; $p < 0.001$), hair zinc and serum iron ($r = 0.7703$; $p < 0.001$); and serum albumin and iron ($r = 0.7648$; $p < 0.001$) were also found. It is concluded that most severe forms of malnutrition are evidently accompanied by lower values of hair zinc, and also that the magnitude of the impairment of the reserves of this nutrient is closely related to the severity of the body mass reduction and finally that malnutrition probably affects in a similar way the transportation mechanisms for zinc and iron, perhaps through a reduction of the synthesis of their transport proteins.

RESUME

Amador, M. et al. *Concentration du zinc dans les cheveux des enfants avec dénutrition protéinique-énergétique.* Rev Cub Ped 48: 6, 1976.

Une étude portant sur la concentration de zinc dans les cheveux de 83 enfants avec retard pondo-statural de cause nutritionnelle a été réalisée. Ils ont été classifiés suivant deux critères: le clinico-anthropométrique proposé à la réunion du Wellcome Trust, et d'après le déficit de poids pour la taille réelle, selon Waterlow. Chez tous les patients, sauf chez ceux qui malgré leur retard pondo-statural ne présentaient pas de dénutrition, les valeurs trouvées ont été significativement inférieures à celles d'un groupe contrôle. Il y a eu aussi des différences entre les enfants classifiés comme poids bas et les autres catégories, et entre les groupes avec marasme nutritionnel et kwashiorkor-marasme. Une corrélation hautement significative a été trouvée entre la concentration de zinc dans les cheveux et la valeur du pourcentage du déficit du poids pour la taille ($r = 0.8804$; $p < 0.001$). On a trouvé aussi des corrélations significatives entre zinc dans les cheveux et albumine sérique ($r = 0.662$; $p < 0.001$); zinc dans les cheveux et fer sérique ($r = 0.7703$; $p < 0.001$); et albumine et fer sériques ($r = 0.7648$; $p < 0.001$). On conclut

que, évidemment les formes les plus sévères de dénutrition s'accompagnent de valeurs plus basses de zinc dans les cheveux et que la grandeur de l'affection des réserves de cet élément est très liée à la sévérité de la réduction de la masse corporelle, et que la dénutrition semble affecter de façon similaire les mécanismes de transport du zinc et du fer probablement à travers une réduction dans la synthèse de leurs protéines de transport.

РЕЗЮМЕ

Амадор М., и др. Концентрация цинка в волосах детей с протеино-энергетическим истощением. *Rev Cub Fed* 48:6, 1976.

Было определено содержание цинка в волосах у 83 детей с отставанием развития (в весе и росте) из-за плохого питания, они были классифицированы соответственно одному или другому из следующих критериев: клинико-антропометрический, предложенный на совещании в Вельком Труст, и, соответственно недостаточности веса для данной талии, так называемый критерий Ватерлоо. У всех пациентов (за исключением тех, которые производили впечатление отставания в весе и росте, но тем не менее не страдали истощением) найденные значения были намного ниже, чем у группы контроля. Также имелись различия между детьми, классифицированными как с пониженным весом и остальными категориями, а также в группах с маразмом из-за плохого питания (маразмом Квашиоркор). Была замечена большая связь между концентрацией цинка в волосах и процентным отношением весового дефицита для размера ($r=0,8804$; $p<0,001$) Очень важные соотношения были найдены между цинком, содержащимся в волосах, и сывороточными альбуминами и железом ($r=0,7703$; $p<0,001$) Сообщается в заключение, что, вероятно, самые тяжелые формы истощения характеризуются очень малым содержанием цинка в волосах, и степень поражения резервов этого элемента имеет очень тесное отношение к серьезности уменьшения массы тела, и, кроме того, истощение, по-видимому, способствует поражению механизмов, переносящих цинк и железо вследствие уменьшения синтеза соответствующих протеинов-транспортировщиков.

BIBLIOGRAFIA

1. Prasad, A. S. et al. Syndrome of iron deficiency, dwarfism, and geophagia. *Am J Med* 31: 532, 1961.
2. Prasad, A. S. et al. Biochemical studies on dwarfism, hypogonadism and anemia. *Arch Intern Med* 111: 407, 1963.
3. Prasad, A. S. et al. Zinc metabolism in patients with syndrome of iron deficiency anemia, hepatosplenomegaly, dwarfism and hypogonadism. *J Lab Clin Med* 61: 537, 1963.
4. Hambidge, K. M. et al. Low levels of zinc in hair, anorexia, poor growth and hypogeusia in children. *Pediatr Res* 6: 868, 1972.
5. Waslien, C. I. et al. The malnutrition of parasitism in Egypt. *S Med J* 66: 47, 1973.
6. Coughley, J. E. Aetiological factors in adolescent malnutrition in Iran. *NZ Med J* 77: 90, 1973.
7. Sandstead, H. H. et al. Kwashiorkor in Egypt: I-Clinical and biochemical studies with special reference to plasma zinc and serum lactic dehydrogenase. *Am J Clin Nutr* 17: 15, 1965.
8. Smit, S. M.; Pratorius, P. J. Studies in metabolism of zinc. Part 2: Serum zinc levels and urinary zinc excretion in South African bantu kwashiorkor patients. *J Trop Pediatr* 9: 105, 1964.
9. Davies, I. J. et al. Measurements of plasma zinc. *J Clin Pathol* 21: 359, 1968.
10. Halsted, J. A. et al. Plasma-zinc concentration in liver diseases. *Gastroenterology* 54: 1098, 1968.
11. Vallee, B. L. et al. Zinc metabolism in hepatic dysfunction. *New Eng J Med* 257: 1055, 1957.
12. Alexander, F. W. et al. Plasma copper and zinc in acute leukaemia. Spring Meeting, Pediatric Research Society. *Arch Dis Child* 47: 671, 1972.
13. Averbach, S. Zinc content of plasma, blood and erythrocytes in normal subjects and in patients with Hodgkin's disease and various hematologic disorders. *J Lab Clin Med* 65: 623, 1965.
14. Szmigielski, S.; Litwin, H. The histochemical study of zinc content in granulocytes in normal adults and in hematologic disorders. *Blood* 25: 56, 1965.
15. Halsted, J. A. et al. A conspectus of research on zinc requirements of man. *J Nutr* 104: 345, 1974.
16. Burch, R. E. et al. Newer aspects of the roles of zinc, manganese and copper in human nutrition. *Clin Chem* 21: 501, 1975.

17. *Strain, W. H. et al.* Analysis of zinc levels in hair for the diagnosis of zinc deficiency in man. *J Lab Clin Med* 68: 244, 1966.
18. *Klevay, L. M.* Hair as a biopsy material. I-Assessment of zinc nutriture. *Am J Clin Nutr* 23: 284, 1970.
19. *Strain, W. H. et al.* Trace element nutriture and metabolism through head hair analysis. Trace Substances in Environmental Health: V-A Symposium. D. D. Hemphill, Ed., University of Missouri, Columbia, 1972.
20. *Jelliffe, D. B.* Evaluación del estado de nutrición de la comunidad. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 1968.
21. *Gornall, A. C. et al.* Determination of serum proteins by means of biuret reaction. *J Biol Chem* 177: 751, 1949.
22. *Barkam, C.; Walker, B. S.* Determination of serum iron and pseudohemoglobin iron with O'phenantroline. *J Biol Chem* 135: 37, 1940.
23. *Amador, M. y otros.* Valores de zinc en el pelo en una muestra no seleccionada de niños y adolescentes sanos. *Rev Cub Ped* 45: 351, 1973.
24. *Stuart, H. C.; Stevenson, S. S.* Physical growth and development. En: Nelson, W. E.: *Textbook of Pediatrics*, 7th ed. pp. 12-61. Saunders, Philadelphia, 1959.
25. *Editorial:* Classification of infantile malnutrition. *Lancet* ii: 302, 1970.
26. *Waterlow, J. C.* Classification and definition of protein-calorie malnutrition. *Br Med J* 3: 566, 1972.
27. *Snedecor, G. W.; Cochran, W. C.* *Statistical Methods*. 6th Ed. The Iowa State University Press. Ames, Iowa, 1967.
28. *Ostle, B.* *Statistics in Research*. Second Ed. The Iowa State University Press. Ames, Iowa, 1963.
29. *Owen, D. B.* *Handbook of Statistical Tables*. Pergamon Press. London, 1962.
30. *Fell, G. S. et al.* Urinary zinc levels as an indication of muscle catabolism. *Lancet* i: 280, 1973.
31. *Spencer, H.; Samachson, J.* Studies on zinc metabolism in man. En: *Trace Element Metabolism in Animals* (Mills, C. F., Editor) pp. 312-320. E and S. Livingstone, Edinburgh, 1970.
32. *Amador, M. y otros.* Concentración de zinc en el pelo de niños con enfermedad celiaca no tratada y en vías de recuperación. *Arch Latinoam Nutr* (Remitido para publicación), 1976.
33. *Giroux, E. L.* Determination of zinc distribution between albumin and 2 macroglobulin in human serum. *Biochem Med* 12: 258, 1975.
34. *Bothwell, R. H.; Charlton, R. W.* Absorption of iron. *Annu Rev Med* 21: 145, 1970.
35. *Sargenor, D. M. et al.* The metal-combining globulins of human plasma. *J Clin Invest* 28: 73, 1949.
36. *Underwood, E. J.* *Trace Elements in Human and Animal Nutrition*. Academic Press New York, 1962.
37. *Eminians, J. et al.* Zinc nutrition of children in Fars province of Iran. *Am J Clin Nutr* 20: 734, 1967.
38. *McBean, L. D. et al.* Correlation of zinc concentrations in human plasma and hair. *Am J Clin Nutr* 24: 506, 1971.
39. *Amador, M. y otros.* Tratamiento de la crodermatitis enteropática con sulfato de zinc administrado por vía oral. *Rev Cub Ped* 48: 103, 1976.
40. *Gurson, C. I.* The biochemical aspects of protein-calorie malnutrition. En: *Newer Methods of Nutritional Biochemistry*. A. A. Albanese, Editor. V: pp. 65-124. Academic Press, New York-London, 1972.
41. *Boyte, M. D. et al.* Carbohydrate absorption in malnourished children. *Am J Clin Nutr* 20: 89, 1967.
42. *James, W. P. T.* Intestinal absorption in protein-calorie malnutrition. *Lancet* i: 333, 1968.
43. *Viteri, F. E. et al.* Intestinal malabsorption in malnourished children and during recovery: Duodenal contents of lipase, nitrogen and micellar fat after fat stimulation. *Arch Latinoam Nutr* 22: 613, 1972.
44. *Viteri, F. E. et al.* Intestinal malabsorption in malnourished children before and during recovery. Relation between severity of protein deficiency and the malabsorption process. *Dig Dis* 18: 201, 1973.
45. *Coggiano, V. et al.* Zinc deficiency in a patient with retarded growth, hypogonadism, hypogammaglobulinemia and chronic infection. *Am J Med Sci* 257: 205, 1969.
46. *Foy, H.; Kondi, A.* Anaemias of the tropics. India and Ceylon. *J Trop Med Hyg* 61: 27, 1958.
47. *Prasad, A. S. et al.* Zinc, iron and nitrogen content of sweat in normal and deficient subjects. *J Lab Clin Med* 62: 84, 1963.

Recibido el trabajo: agosto 14, 1976.