



# Oligoelementos en la nutrición humana

Dr. Roberto Segovia (Médico Naturista)\*

## TRACE ELEMENTS IN HUMAN NUTRITION. SEGOVIA R.

**Keywords:** Trace Elements, Physiology, Zinc, Copper, Silicon, Manganese, Fluoride, Selenium, Chromium, Cobalt

**English Abstract:** Trace elements constitute less than 0,1 % of body mass. Only 8 or 10 of them can be considered as essentials, meaning that when are lacking or are in suboptimal levels can lead to illness or insufficient body functions. The presence of phytate in foods, without phytase enzyme activity (present in yeast and formed in grain fermentation) can lead to Zinc and Calcium malabsorption. Trace elements are essential for the growing foetus, for connective tissue synthesis and for immune system maturation. Senility is also related with cell oxidative processes, that can be diminished enhancing the activity of Glutathione Peroxidase, a selenic enzyme; and Super Oxid Dismutase, related with Manganese, Zinc and Copper.

## INTRODUCCION

La atención que en los últimos años han recibido los oligoelementos, o elementos traza, en la investigación científica ha sido vertiginosamente progresiva.

Desde el escaso conocimiento que de ellos se tenía a mediados de este siglo, se ha generado un gran avance, a pesar de que en la mayoría de ellos existe aún un gran enigma que desentrañar. Muchas escuelas y líneas de terapéutica los han incluido dentro de sus terapias, desarrollándose, entre otros, la medicina funcional, que basa su acción curativa en el uso de los oligoelementos.

En esta oportunidad haremos una revisión del conocimiento que actualmente existe de los oligoelementos dentro de la nutrición convencional.

## GENERALIDADES

Se denominan oligoelementos, o elementos traza, a aquellas sustancias presentes en pequeñas cantidades dentro del organismo y que, por lo tanto, son requeridos en iguales proporciones. Constituyen menos del 0,01% de la masa corporal, circunstancia que hizo muy difícil averiguar su existencia, pudiendo detectarse con el advenimiento y desarrollo de técnicas analíticas complejas y sofisticadas. Por esta razón, en las décadas anteriores, sólo se encontraban «trazas» de estas sustancias.

El carácter de *esencial*, a diferencia de su existencia en el interior del cuerpo como contaminación o intoxicación, como sucede con el cadmio o el mercurio, lo da la presencia de una alteración funcional o anatómica en ausencia de tal elemento y que se revierte o previene con su administración a dosis fisiológicas.

Muchos han comparado la revolución que produjo el progreso en el conocimiento de las vitaminas a

comienzos de siglo con el desarrollo de los oligoelementos en el tiempo actual, poseyendo grandes perspectivas y proyecciones.

Paradójicamente, existe gran similitud entre sus acciones, ya que forman parte de una gran cantidad de reacciones enzimáticas presentes dentro del organismo; pero, en el caso de los minerales traza, además de ser necesaria su presencia para que una reacción se desarrolle, muchas veces forman parte estructural de una enzima o un complejo multienzimático.

Aunque hasta el momento se postulan más de quince minerales como esenciales en la nutrición, ocho o diez de ellos son actualmente de reconocida importancia: zinc, cobre, selenio, cobalto, flúor, silicio, manganeso, cromo, yodo y molibdeno.

Actualmente existen estudios que demuestran la existencia de lo que se ha dado en llamar un déficit marginal de oligoelementos, donde niveles subóptimos van a llevar a desfavorecer o menoscabar capacidades y funciones del ser humano, sin llegar a constituir una enfermedad carencial.

En Chile existen muy pocos estudios que evalúan el estado nutricional de oligoelementos. Entre ellos destaca el realizado por Gattás y colaboradores en el INTA (Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Chile, en Santiago), donde se determinó la existencia de bajos niveles plasmáticos de zinc en adultos jóvenes de nivel socioeconómico medio y bajo.

Los grupos de mayor riesgo son constituídos por aquellos que poseen los mayores requerimientos, como es el caso de la etapa pre y post natal, la infancia y adolescencia, y el embarazo. Se considera también grupo de riesgo a los ancianos, básicamente por su baja ingesta alimentaria. En este sentido, las últimas recomendaciones de la Academia Nacional de Ciencias (U.S.A.) preconizan el incremento de la actividad física para aumentar la ingesta alimentaria y evitar así

déficits en elementos traza esenciales, al igual que recomienda el uso de legumbres y granos enteros, no refinados.

Existen variadas circunstancias que van a predisponer la existencia de déficits de oligoelementos y que constituyen un déficit marginal, ya mencionado, como parte de un problema de salud pública, como es el procesamiento y refinamiento de alimentos con importantes pérdidas de elementos traza y otros nutrientes. Por otro lado, el uso de técnicas agrícolas tradicionales con una sobreexplotación irracional de los terrenos de cultivo, con el uso de fertilizantes químicos que presentan antagonismos con los oligoelementos, en especial los abonos nitrogenados y los potásicos, demuestra que a medida que estos compuestos aumentan en los terrenos, las plantas absorben menos cantidad de ciertos minerales.

Otro aspecto interesante son las interacciones que se establecen entre los oligoelementos de tipo aniónico, como el selenio el yodo y el flúor, que son ampliamente absorbidos en la dieta, y la homeostasis que se establece a través de la secreción. En ellos el determinante más importante del estado nutricional lo constituye el ambiente geoquímico, existiendo áreas de prevalencia mayor de este déficit.

En contraste, los microelementos catiónicos como el cobre, el zinc, el manganeso y el hierro, son regulados en su absorción, y allí ejercen interacciones negativas por competencia frente a los receptores de membranas o enlaces intracelulares, teniendo ésto grandes repercusiones en el uso de preparados minerales a dosis farmacológicas.

Existen variados cuadros que cursan con deficiencias en microelementos, entre los que destacan las patologías nutricionales como la desnutrición calórico-proteica, el alcoholismo, la nutrición parenteral, trastornos de la absorción, y enfermedades crónicas renales y hepáticas, entre otras.

## FITATO Y ZINC

Desde 1960 se sabe que muchos cuadros donde se observaba retraso en el crecimiento, en la maduración, y en la función sexual, y en casos de fallos en la integridad de los tegumentos, entre otros, respondían a la suplementación con zinc.

La gran importancia del zinc es que ejerce un rol en la síntesis y el metabolismo proteico. Forma parte de más de cien enzimas.

El zinc es parte integrante de las enzimas DNA y RNA polimerasa, que forman los precursores de las proteínas a partir del código genético o DNA. Múltiples estudios realizados con fibra no han sido consistentes en evidenciar un comprobado efecto negativo en la absorción del zinc.

En relación al fitato, o hexafosfato de inositol, que se encuentra presente en los vegetales, en el salvado de cereales y leguminosas, se puede establecer que, dado sus características aniónicas, interactúa con cationes como el zinc y el calcio formando complejos no absorbibles.

Los efectos nocivos del fitato son disminuidos en el proceso de elaboración de los alimentos donde al

fermentar los cereales, las fitasas de la levadura y de la propia harina hidrolizan este compuesto. De ahí el marcado problema en los pueblos donde se utiliza el pan ácimo, como los países de Oriente Medio, donde precisamente se han descrito los casos más severos de deficiencias de zinc.

Junto a ello, estudios realizados en los últimos años dan cuenta de la importancia de establecer relaciones dietéticas que incluyan las relaciones fitato/zinc y fitato x calcio/zinc.

Una relación de fitato x calcio/zinc igual a 200 produce interferencia con la biodisponibilidad de zinc en ratas.

No se conoce exactamente la influencia de la relación dietética molecular en nutrición humana.

Se determinó que la relación fitato/zinc para dietas cárnicas fue de 3,3; para la dieta ovolactovegetariana fue de 4,5; y para dietas vegetarianas basadas en soja un 7,6; valores todos más bajos que aquellos que disminuyeron la absorción de zinc en ratas.

En un posterior estudio con ingestas de 10 miligramos de zinc, se dieron con relaciones de fitato/zinc de 4,17 y 27; sin embargo no se observaron diferencias significativas en relación a posibles deficiencias.

Así, la inclusión de granos enteros y legumbres en la alimentación aumentaría la cantidad de zinc absorbible, llegando a formar parte de las recomendaciones de la Academia Nacional de Ciencias (U.S.A.).

Dado que en la literatura existente habitualmente se exponen las funciones y patologías relacionadas con los Oligoelementos en forma separada, en este artículo los incluiré en grupos funcionales donde se puede observar la acción de distintos elementos en las mismas actividades.

## CRECIMIENTO Y DESARROLLO

Como se ha mencionado, entre los grupos que poseen las mayores necesidades en oligoelementos figuran las embarazadas y la etapa embrionaria y fetal.

Se ha observado asociación entre anomalías fetales del Sistema Nervioso Central y un aporte insuficiente de **zinc**.

En crías amamantadas por ratas deficientes en zinc el contenido de este elemento en la leche disminuyó y el crecimiento de las crías se retardó. Junto a ello disminuye la incorporación de timidina al DNA cerebral y la síntesis de histonas proteicas cerebrales, y se producen anomalías en la composición cerebral y en la división y maduración celular, disminuyendo el peso cerebral.

El zinc de la leche materna humana es mucho mejor absorbido que el de la leche de vaca. Los lactantes alimentados con leche materna tienen niveles de zinc mayor que los alimentados con leche de vaca.

El contenido de zinc de la leche humana varía de acuerdo a la etapa de lactancia, siendo mayor en el calostro y durante los primeros días, por la gran necesidad que tiene de él el recién nacido.

Por su parte, el **cobre** también es de importancia vital en el desarrollo fetal y del lactante, dentro del



proceso de mielización del sistema nervioso. En los estudios realizados en ratas dicha alteración fue corregida con la suplementación dietética con cobre.

## TEJIDO CONECTIVO

Son muchos los minerales implicados en los distintos procesos de síntesis del tejido conectivo.

Cuando existe un tejido en cicatrización, el **zinc** plasmático disminuye y se produce su acumulación en los tejidos donde se realiza la reparación. Actúa activando la replicación de fibroblastos, la síntesis de colágeno y el entrecruzamiento de las fibras de colágeno entre sí.

El déficit de **cobre** altera el entrecruzamiento de las proteínas, colágeno y elastina, del tejido conectivo. Dependiendo del caso provoca trastornos óseos, defectos en el sistema cardiovascular o en la estructura pulmonar. En estos procesos actúa la enzima lisiloxidasa, participando el cobre en su síntesis y activación, además de ser uno de sus componentes. Sin una adecuada cantidad de cobre la actividad de dicha enzima es baja, los enlaces cruzados no se forman y el tejido conectivo sufre cambios patológicos.

El **silicio** es el elemento más abundante en el planeta junto al oxígeno, y la sílice cristalina, en forma de cuarzo, es el mineral más abundante de la corteza terrestre.

Los niveles más altos en el organismo se encuentran en la epidermis y sus anexos, y en general en el tejido conectivo.

Su carencia ha inducido manifestaciones consistentes en alteraciones de la conformación del cráneo, de los huesos largos y del tejido conectivo. Existe una relación entre silicio, manganeso y flúor en el hueso en crecimiento. Además, la carencia de silicio produce anomalías en la formación de la matriz cartilaginosa, alterándose la síntesis de glucosaminoglucanos. Este elemento se encuentra en elevada concentración en el osteoblasto.

También con el **manganeso** se observa que su déficit conlleva defectos en la formación del cartilago y de la matriz ósea, encontrándose también alteración de los mucopolisacáridos (glucosaminoglucanos).

El **flúor** es un componente normal de los tejidos calcificados y su concentración está directamente relacionada con su exposición a este elemento.

Se reconoce su efecto en la prevención de la caries dental y se ha postulado una acción en el tratamiento de la osteoporosis ya que se forman cristales de hidroxiapatita de flúor; sin embargo no se ha llegado a conclusiones satisfactorias.

## SISTEMA INMUNOLOGICO

Siempre se ha mencionado la relación que existe entre desnutrición calórico-proteica y la susceptibilidad a infecciones; sin embargo, estudios en aborígenes australianos con dietas moderadamente deficientes en proteínas, mostró que, si bien la producción de anticuerpos se encontraba alterada, varios aspectos de la inmunidad celular se encontraban

incrementados, incluso la respuesta proliferativa linfocitaria a ciertos mitógenos que estimulan las células T. La inmunidad de origen tímico también estaba incrementada con actividad normal o aumentada de células T destructoras o «killer». Estos hallazgos contradictorios hicieron plantear la presencia de un elemento, cuya ausencia concomitante en la desnutrición marásmica contribuía a generar los déficits inmunitarios. Así fue como desde comienzos de 1970 los inmunólogos empiezan a descubrir que alteraciones inmunológicas en pacientes desnutridos se normalizaban con la administración de **zinc**, recuperándose la inmunodeficiencia celular aún antes de la normalización nutricional. Se establece al zinc como un mitógeno natural de linfocitos, poseyendo una gran relevancia en la actividad del timo.

Por otro lado, en un estudio en el cual se disminuyó la ingesta proteica de un 28% a un 5%, asociando una suplementación de zinc, se observó una actividad tímica aumentada, con actividad normal o incrementada de células T destructoras.

Además las inmunodeficiencias asociadas a deficiencias de zinc que se desarrollan en pacientes con cáncer, a menudo se corrigen con la administración de este elemento.

Todos estos conceptos nos llevan a reforzar la idea y el inmenso valor terapéutico de la «subnutrición equilibrada» en el paciente neoplásico.

## ENVEJECIMIENTO Y OXIDACION CELULAR

Es de conocimiento general las propiedades antioxidantes y protectoras celulares de la vitamina E contra la acción de los radicales libres generados por el metabolismo celular.

Sin embargo, el mecanismo con que cuenta la célula es de una gran complejidad donde se interaccionan una gran cantidad de enzimas que son conformadas por distintos minerales.

La glutatión peroxidasa es una **selenio**-enzima que cataliza el peróxido de hidrógeno, e hidroperóxidos, utilizando equivalentes reductores del glutatión. Su deficiencia hace más susceptibles los déficits de vitamina E. Diversos estudios han demostrado que el selenio puede reducir la incidencia de cáncer en algunos modelos animales.

La superoxidodismutasa está constituida por dos fracciones enzimáticas, una **manganeso** dependiente, de localización intramitocondrial, y otra intracitosólica dependiente de **cobre y zinc**.

El envejecimiento se acompaña de cambios importantes en el tejido conectivo, donde no es sorprendente encontrar una asociación entre la disminución tisular de **silicio** y el envejecimiento de ciertos tejidos. Con la edad existe una disminución del contenido de silicio en la aorta, los vasos arteriales y en la piel; no así en otros parénquimas. Además el contenido de dicho elemento en la pared arterial disminuye asociándose al desarrollo de aterosclerosis, pero todavía no se ha logrado determinar la relación causa-efecto.

## METABOLISMO DE HIDRATOS DE CARBONO Y LIPIDOS

Diversos estudios han evidenciado que la administración de levadura de cerveza mejora la tolerancia a la glucosa y la sensibilidad a la insulina y a los niveles de lípidos plasmáticos. Se aisló en ella un factor potenciador de la insulina relacionado con un compuesto proteico asociado al **chromo**, cuya acción no se podía repetir con el uso de cromo inorgánico. Se ha sugerido una de sus acciones a nivel de la lipasa lipoproteica. Junto a dicha acción, se ha informado que la suplementación con cromo orgánico procedente de levadura, se traduce en regresión de placas ateromatosas formadas por suplementación dietética de colesterol durante ocho semanas.

Los bajos niveles plasmáticos de cromo son una consecuencia del procesamiento y refinamiento de los alimentos con pérdidas de hasta un 80% de éste oligoelemento.

El **manganeso** juega un importante rol al conformar la enzima piruvato carboxilasa, enzima reguladora de la vía gluconeogénica.

Es fundamental la presencia de **zinc** para que pueda desarrollarse, a partir de los ácidos grasos esenciales, la síntesis de prostaglandinas, sustancias que median en un sinnúmero de procesos metabólicos.

Existe asociación entre el nivel de determinados minerales y el de los lípidos plasmáticos. Tal es el caso del **cobre** y del zinc cuyo déficit genera elevación de colesterol y triglicéridos séricos, situación en que se encuentra también el cromo, como fue ya mencionado. Se ha observado una relación entre el déficit de cromo y **silicio** la génesis de la placa ateromatosa.

## FUNCION CEREBRAL

Minerales como el zinc, el cobre, el manganeso y el yodo han sido involucrados en la síntesis y/o modulación de algunos neurotransmisores. El déficit de **zinc** produce alteraciones en la esfera sensorial, como hiposmia o anosmia, asociadas o no a anorexia. Se describen alteraciones del metabolismo de la norepinefrina. Junto a ello su déficit intrauterino produce secuelas que incluyen, entre otras, disminución de memoria de corto y largo plazo. Se sugiere que el déficit de **cobre** deprime la función catalítica en las vías adrenérgicas y altera algún componente estructural del sistema dopaminérgico, produciendo un cuadro parkinsoniano.

Contrariamente, la toxicidad por **manganeso** produce trastornos similares a aquellos producidos por la enfermedad de Parkinson, existiendo interacción entre manganeso y L-Dopa. Se sugiere además que la maduración del aparato dopaminérgico podría ser manganeso dependiente. Existe un umbral convulsivante menor en déficit de manganeso.

Finalmente, es fundamental en la maduración cerebral, la participación de las hormonas tiroideas, que son sintetizadas a partir del **yodo**, cuyo déficit se manifiesta en el cretinismo.

## OLIGOELEMENTOS COMO MEDIADORES Y FACILITADORES DE LA ACCION DE OTROS MINERALES Y VITAMINAS

Otro mineral esencial es el **cobalto**, un precursor de la síntesis de vitamina B12 a través de la flora intestinal.

Su participación es de crucial importancia en la nutrición vegetariana que presenta carencia de dicha vitamina y que sin embargo puede ser aportada por la flora intestinal. Es de notar el marcado déficit de cobalto que se genera en los alimentos refinados.

El **cobre**, a través de su proteína transportadora ceruloplasmina, tiene una acción importantísima en la absorción y metabolismo del hierro, permitiendo el paso de Fe<sup>+++</sup> (hierro de depósito) a Fe<sup>++</sup> (ferroso).

En la deficiencia de cobre, el hierro sérico (ferroso) tiende a ser bajo, y se genera anemia hipocroma en presencia de altos niveles de hierro (férrico) en la mucosa intestinal e hígado. □

## BIBLIOGRAFIA

- *Conocimientos actuales en nutrición*, Quinta edición, 1984, The Nutrition Foundation Inc, Washington DC. USA.
- FORDYCE, ELL., *Journal of food science*, Vol. 52, nº 2, 1987.
- MOSSER-VEILLON P., *J. Am. Diet assoc* 90, Pag. 1089-1093, 1990.
- OMS, *Los oligoelementos en la nutrición*, Quinta edición, 1984, The Nutrition foundation Inc, Washington DC. USA.
- SHAW, J., *Trace Elements in the Fetus and young infant*, Am. J. Dis Child. Vol 133, Pag. 1260 a 1268, Dec. 1979.
- SOLOMONS, N., *Biological availability of zinc in humans*, Am. J. Clin Nutr. 35, Pag. 1048 a 1075, Mayo 1982.
- VERNON R. YOUNG, *Selenium bioavailability with reference to human nutritive*, Am. J. Clin Nutr. 35, Pag. 1076-1088, 1982.

\* Del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Chile. Médico Naturista de la Clínica Ellen White.