

Trabajo Original

Toxicología analítica

Concentración urinaria de zinc en dos poblaciones de trabajadores de la minería artesanal del oro, Antioquía, Colombia.

Molina, Carlos Federico¹; Suárez, Ana Maria¹; Cuesta, Fanny².

1. MD del Departamento de Farmacología y Toxicología. Facultad de Medicina.

Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. Teléfonos: 57- 4-2106020 – 57-4-2106022 AA 1226

2. Ingeniera Química, Jefa del Departamento.

Correspondencia a:

Fanny Cuesta.

E-mail: fcuesta@quimbaya.udea.edu.co

Resumen

El zinc es utilizado junto a cianuro en procesos mineros de recuperación de oro. El exceso de zinc libre es tóxico para los tejidos del organismo: ha sido asociado con muerte neuronal y con anomalías hematológicas. Este estudio evaluó la concentración urinaria de zinc en los trabajadores de dos municipios del Departamento de Antioquia, al norte de Colombia, que utilizan diferentes técnicas de explotación minera. En el municipio de Amalfi la técnica es del tipo aluvión, sin utilizar cianuro ni zinc, mientras que en la localidad de Segovia las explotaciones son de tipo subterráneo y la recuperación es mediante la técnica de precipitación con zinc y cianuro.

Se midió la concentración urinaria de zinc mediante absorción atómica con llama, en orina de 24 horas de 148 trabajadores mineros del municipio de Amalfi y 67 trabajadores de Segovia, con el fin de establecer comparaciones.

En Amalfi un 80.4% de la población estudiada tenía concentraciones inferiores y un 0,6% tenía cifras superiores a los valores de referencia. En Segovia, el 55.2% de la población tenía concentraciones inferiores y el 10,4% tenía cifras superiores a los valores de referencia, diferencia que resulta estadísticamente significativa.

Se deben hacer estudios adicionales para evaluar el impacto clínico que el exceso de zinc pudiera tener en la población minera de Segovia.

Palabras claves: Minería a pequeña escala, concentración urinaria de Zinc, Antioquia, Colombia

Abstract

Urinary zinc levels in two populations of workers of the mining on small scale of gold, Antioquía, Colombia.

Zinc is used concomitantly with cyanide in the recovery of the auriferous residues; it has been related to the neuronal death and haematologic disturbances. This study evaluates the workers of two locations of the department of Antioquia, Colombia. The municipality of Amalfi where the mining operation is of the type of alluvium without using cyanide and zinc, and in the locality of Segovia where the operations are of underground type is made by means of precipitation technique with zinc and cyanide.

148 workers in the location of Amalfi and 67 in the Segovia location were evaluated, in which the excreted zinc levels were measured in urine of 24 hours with the purpose of establishing and comparing their level of zinc exposition.

An 80,4% workers who showed zinc deficit were observed in the locality of Amalfi, whereas in Segovia this percentage was of 55, 2%. However, the high zinc levels was 10, 4% in workers of Segovia, whereas in the location of Amalfi was of 0, 6%. This difference is statistically significant.

These results suggest the need to evaluate the clinical impact that the excess of zinc could have in the mining population of Segovia.

Key words: Mining on small scale, urinary zinc levels, Antioquía, Colombia.

Introducción

El zinc es utilizado con cianuro en el proceso de recuperación de oro, que se produce luego de la amalgamación con mercurio del material extraído de la mina. Se sabe que el zinc es un micronutriente esencial requerido para el crecimiento normal y la viabilidad del organismo. Tiene un amplio rango de funciones pues es cofactor de cerca de 200 enzimas y es componente estructural en un gran número de proteínas (1). El zinc se mueve a través de canales de la membrana modulando la función de las proteínas. Sin embargo al igual que el calcio, el exceso de zinc libre es tóxico para los tejidos del organismo (1). Se han descrito anomalías hematológicas debido a que induce deficiencia de cobre, al interferir con su metabolismo por su similitud química y bioquímica, produciendo anemia sideroblástica(2). Se ha relacionado con la muerte neuronal y en exposiciones crónicas se pueden presentar polineuropatía y mielopatía por desmielinización, así como alteraciones en el perfil lipídico (3, 4,5). Existen pocas referencias en la literatura mundial que evalúen la exposición al zinc, en trabajadores de la minería del oro (6).

Este trabajo evalúa las concentraciones de zinc en trabajadores de la minería artesanal en dos municipios del departamento de Antioquia, al Norte de Colombia, que utilizan diferentes técnicas de explotación minera. Uno es el municipio de Amalfi donde la técnica es del tipo aluvión, en los lechos y márgenes de los ríos Porce y Nechí sin utilizar cianuro y zinc en la recuperación del oro, y la segunda localidad es el municipio de Segovia donde las explotaciones son de tipo subterráneo y la recuperación del oro utiliza la técnica de precipitación con zinc y cianuro.

Se midió los niveles de zinc excretados en orina de 24 horas con el fin de establecer y comparar su nivel de exposición al zinc.

Metodología

Diseño de estudio: El personal médico del departamento de Farmacología y Toxicología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia, se desplazó a los municipios, e invitó a las personas que trabajaban en la minería o en el proceso de recuperación del oro, a participar en el estudio. Posteriormente los interesados firmaron el consentimiento informado y se inició la recolección de las muestras biológicas para luego ser analizadas.

Criterios de Inclusión: Trabajadores de la minería del oro o en la recuperación del oro de estas dos localidades.

Muestra: Se examinaron los niveles de zinc en orina en 148 trabajadores mineros en el municipio de Amalfi y 67 en el municipio de Segovia, en muestras tomadas de manera aleatoria de la población.

Diseño de estudio: Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal cross-sectional.

Recolección y análisis de las Muestras: Las muestras de orina de 24 horas fueron tomadas en recipientes tratados previamente con ácido nítrico al 10% para garantizar que estuvieran libres de metales, fueron refrigeradas a -4°C y transportadas al laboratorio del Departamento de Farmacología y Toxicología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia para luego ser analizadas.

Para la medición del zinc en orina se utilizó la técnica de absorción atómica con llama de acuerdo al siguiente procedimiento: Un mililitro de 0.3M de ácido nítrico fue adicionado a un mililitro de orina de la muestra de 24 horas, y la absorbancia fue medida a 215nm. La muestra de orina fue diluida (1:5) con una solución tampón que incluía una solución de oxalato de amonio saturada como modificador (6). Cada muestra fue analizada por duplicado. Esta prueba fue validada de acuerdo con los parámetros definidos por la FDA.

Los niveles de referencia en muestras de orina se encuentran en un rango de 0,1-0,7 mg/L.(7)

Análisis estadístico

El procesamiento de los datos fue automatizado y el análisis estadístico se realizó con el software Epidat versión 3.1, y el SPSS versión 10.0, ambos facilitados por la Facultad Nacional de Salud Pública de la Universidad de Antioquia; para la generación de cuadros de salida se utilizaron los programas Microsoft Excel y SPSS.

Se hizo un análisis univariado para describir los aspectos demográficos de los pacientes evaluados. El análisis de las variables de carácter descriptivo, se hizo a través del cálculo de frecuencias, porcentajes, también se utilizó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y las medidas de tendencia central, de posición y dispersión.

Se realizó una prueba Z para muestras independientes para determinar diferencia de proporciones para las variables de tipo nominal, se consideró un nivel de significancia estadística una $p < 0.05$.

Resultados

Las variables demográficas de las poblaciones estudiadas se muestran en la tabla I (Ver luego).

En el grupo de los pacientes de Segovia el promedio de la edad fue de 36 ± 9.68 años y para Amalfi fue de 36.34 ± 12.71 años, el mayor porcentaje eran de sexo masculino siendo para Segovia el 94,5% y para Amalfi 96.1%; el tiempo de trabajo en la minería y recuperación del oro en promedio para Segovia fue de 132 ± 100 meses y para Amalfi de 67.43 ± 102.63 meses.

Los valores de la concentración urinaria de Zinc en los trabajadores del Municipio de Amalfi y Segovia, distribuidos en rangos, frecuencias y proporciones y el valor de la prueba de significancia de la prueba Z de muestras independientes para la diferencia de proporciones se muestran en la tabla II (ver luego).

En la localidad de Amalfi se observa que el 80.4% de la población estudiada presenta concentración urinaria de zinc por debajo del rango de referencia. En Segovia dicho porcentaje es de 55.2%, esta diferencia es estadísticamente significativa ($p = 0.0002$).

En la localidad de Segovia un 10.4% de los trabajadores presentan niveles por encima del rango de referencia, en comparación en el municipio de Amalfi tan solo un 0.6% de la población presentan niveles superiores al rango de referencia, la diferencia entre las proporciones es estadísticamente significativa ($p= 0.0018$)

Por ultimo el porcentaje de trabajadores con concentración urinaria en el rango de referencia en Amalfi es de 19% y para Segovia del 34.3% encontrándose diferencias estadísticamente significativas en las dos poblaciones estudiadas ($p= 0.0222$)

Discusión

El objetivo de este estudio fue comparar la concentración urinaria de zinc en los trabajadores de dos municipios mineros que utilizan técnicas diferentes en la recuperación del oro al norte de Colombia, en el departamento de Antioquía.

Los resultados obtenidos indican que los trabajadores en Segovia que presentan concentración urinaria de zinc por encima de los valores de referencia son significativamente mayores que los de Amalfi, lo que potencialmente puede tener un impacto negativo en su estado de salud ya que aunque el zinc se ha considerado un compuesto no toxico, la evidencia actual demuestra sus efectos deletéreos sobre el sistema nervioso central (2, 3 ,5).

Se ha encontrado asociación entre concentraciones tóxicas de zinc y daño agudo cerebral así como en procesos neurodegenerativos como enfermedad de Alzheimer (8-12) y esclerosis lateral amiotrofica (13-15). La exposición toxica crónica se ha relacionado con la inducción de apoptosis neuronal (16-19).

Se deben hacer estudios adicionales que evalúen el impacto clínico que podría tener la concentración urinaria de zinc por encima de los valores de referencia en este tipo de poblaciones. También se deberían establecer programas de vigilancia epidemiológica e higiene ocupacional en este grupo de personas expuestas al zinc que se dedican a la minería informal y poco tecnificada.

Bibliografía

1. Barregård. GS. Urinary excretion of mercury, copper and zinc in subjects exposed to mercury vapour. *BioMetals* 1997; 10:357-361.
2. Peter Hedera. Myelopolineuropathy and pancytopenia due to copper deficiency and high zinc levels of unknown origin. *Arch Neurol* 2003; 60:13003-1306.
3. Christopher J. Frederickson J-Y. The Neurobiology of Zinc in Health and Disease. *Neuroscience* 2005; Volume 6:449-462.
4. Yokoyama M, Koh, J. & Choi, D. W. Brief exposure to zinc is toxic to cortical neurons. *Neurosci. Lett* 1986; 71:351-355.
5. C.I. Prodan N. CNS demyelination associated with copper deficiency and hyperzincemia. *Neurology* 2002; 59:1453-1456.
6. Parker HE. Atomic absorpt. newsletter 1963; 2:23.
7. Silvan S. atomic absorpt. newsletter 1965; 4:228.
8. Weiss JH, Hartley, D. M, Koh, J. Y. & Choi, D. W. AMPA receptor activation potentiates zinc neurotoxicity. *Neuron* 1993; 10:43-49.
9. Glenner GG. Alzheimer's disease: initial report of the purification and characterization of a novel cerebrovascular amyloid protein. *Biochem. Biophys. Res. Commun* 1984; 120:885-890.
10. Bush A Iea. Rapid induction of Alzheimer A β amyloid formation by zinc. *Science* 1994; 265:1464-1467.

11. Regland Bea. Treatment of Alzheimer's disease with clioquinol. *Dement. Geriatr Cogn. Disord.* 2001; 12:408-414.
12. Ritchie CW. Metal-protein attenuation with iodochlorhydroxyquin (clioquinol) targeting A β amyloid deposition and toxicity in Alzheimer disease: a pilot phase 2 clinical trial. *Arch. Neurol* 2003; 60:1685-1691.
13. Sillevis Smitt PA, Blaauwgeers, H. G., Troost, D. & de Jong, J. M. Metallothionein immunoreactivity is increased in the spinal cord of patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Neurosci. Lett.* 1992; 144:107-110.
14. Sillevis Smitt PA. Metallothionein in amyotrophic lateral sclerosis. *Biol. Signals* 1994; 3:193-197.
15. Kelland EE, Kelly MD. Pyruvate limits zinc induced rat oligodendrocyte progenitor cell death. *Eur. J. Neurosci* 2004; 19:287-294.
16. Frederickson CJ, Hernandez, M. D. & McGinty, J. F. Translocation of zinc may contribute to seizure-induced death of neurons. *Brain Res* 1989;480: 317-321.
17. Kim YH, Kim, E. Y, Gwag, B. J, Sohn, S. & Koh J. Y. Zinc-induced cortical neuronal death with features of apoptosis and necrosis: mediation by free radicals. *Neuroscience* 1999; 89:175-182.
18. Seo SR. Zn²⁺-induced ERK activation mediated by reactive oxygen species cause cell death in differentiated PC12 cells. *J. Neurochem* 2001; 78:600-610.
19. Liao. C-J. Zinc toxicity on neonatal cortical neurons: involvement of glutathione chelation. *Journal of Neurochemistry* 2003;85:443-453.

Tablas

Tabla I Características de los pacientes del estudio "Concentración urinaria de zinc en dos poblaciones de trabajadores de la minería artesanal del oro, Antioquía, Colombia.

	AMALFI	SEGOVIA
Edad	36.34 \pm 12.71 años	36 \pm 9.68 años

Sexo masculino	96.1%	94,5%
Tiempo de trabajo	67.43 ± 102.63 meses	132 ± 100 meses

Tabla II Concentración urinaria de Zinc en los trabajadores de la minería artesanal del oro del Municipio de Amalfi y Segovia, Antioquia, Colombia.

Rangos de concentración urinaria de Zinc	Frecuencia		Valor p
	Municipio de Amalfi	Municipio de Segovia	
Déficit menor de 0,1 mg/L	119 (80.4%)	37 (55.2%)	0.0002
Normal 0,1-0,7 mg/L	28 (19%)	23 (34.3%)	0.0222
Aumento mayor de 0,7 mg/L	1 (0.6%)	7 (10.4%)	0.0018
Total	148 (100%)	67 (100%)	

Recibido: 02/05/2007

Aceptado: 06/05/2007