

Problemática de la extracción y tratamiento de minerales en la salud humana

The problem of mineral extraction and processing over human health

RODRÍGUEZ, I., GONZÁLEZ, I., Y CARRETERO, M.I.

Los problemas de la salud ocupacional producidos por inhalación de partículas o gases nocivos han sido estudiados en los últimos años, como resultado de las consecuencias trágicas producidas por la exposición de los trabajadores a distintos tipos de contaminación, aunque la situación es conocida desde muy antiguo. Agrícola en *De Re Metallica* (1556) menciona por primera vez el efecto perjudicial que causa el polvo de las minas a los mineros. Refiere también que los mineros de Joachimsthal usaban mascarillas como protección, siendo ésta una de las primeras referencias conocidas a un equipo de protección respiratoria (Chisholm, 1994). Sin embargo, ha sido a partir de la Revolución Industrial cuando la influencia patógena de los minerales en el hombre comenzó a convertirse además en un grave problema económico, ya que provocaba un alto absentismo laboral, y se comenzaban a exigir cuantiosas sumas de dinero en concepto de indemnizaciones por los daños sufridos tras el contacto profesional o accidental con estos minerales. La investigación en este campo también se impulsó a raíz del creciente interés por los temas medioambientales que cobraron auge a partir de la “ Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano “ celebrada en Estocolmo en 1972. En los últimos años existen numerosos trabajos dedicados a investigar los efectos patológicos que tienen los minerales en la salud humana, cuando se está expuesto a elevadas dosis de un determinado mineral o bien cuando el contacto es prolongado en el tiempo (Stanton *et al.*, 1981; Davis, 1981; Guthrie, 1992; Hume & Rimstidt, 1992;

Chisholm, 1994; Soria *et al.*, 1995; Wagner *et al.*, 1998; Van Oss *et al.*, 1999).

La mayoría de los efectos nocivos están relacionados con el contenido en la atmósfera de gases (SO₂, NO_x, y compuestos halogenados) o partículas contaminantes (sílice, minerales fibrosos, caolín, barita, óxidos de hierro, cromo, cadmio, manganeso, titanio) generados por la extracción y/o tratamiento de minerales. Para tener una idea de la magnitud de las emisiones atmosféricas de partículas hay que decir que sólo en la Comunidad Autónoma Andaluza la extracción de minerales metálicos origina una emisiones de 37.765 T/año, la de minerales no metálicos 2.071 T/año y los productos de cantera 73.886 T/año. En concreto, el papel patógeno de las partículas está relacionado con la vía inhalatoria, aunque también puede afectar por vía digestiva y a través de la piel. La respuesta patológica del organismo se produce cuando esa exposición supera las barreras defensivas naturales que existen, principalmente a nivel pulmonar, aunque también del aparato digestivo y de la piel. Esa reacción puede ser en forma de irritación, inflamación, fibrosis o cáncer, siendo los pulmones el órgano más frecuentemente dañado. La intensidad de la respuesta estará en función del amplio rango de actividad biológica que presentan los minerales, pasando desde los aparentemente inactivos o ligeramente activos, como la hematites, a los altamente fibrogénicos o cancerígenos, como la brucita fibrosa. Los asbestos y el cuarzo , junto con otros anfíboles fibrosos, producen sin duda gran número de enfermedades pulmonares. Con menor incidencia, o sólo en casos extraordinarios

de exposición, están algunos minerales de la arcilla y otros filosilicatos (caolinita, sepiolita, palygorskita, clorita, talco, micas) y algunas zeolitas fibrosas como la erionita (Guthrie, 1992).

Los efectos dependen de a) la dosis, b) forma y tamaño de partícula, c) composición química de la misma, d) tiempo e intensidad de la exposición y e) la solubilidad en los tejidos. En general la toxicidad o patogenicidad de los minerales está relacionada directamente con las propiedades morfológicas y mecánicas (forma, resistencia a la flexión, fractura) y las propiedades químicas (mecanismos de disolución, cinética, actividad catalítica, propiedades de superficie). Lo principal para prever el efecto nocivo de los minerales es conocer su metabolización en el organismo, y la susceptibilidad individual ante el contacto con el mineral (cómo se disuelve el mineral en los fluidos citoplásmicos, qué cationes se lavan y cuál es la parte insoluble). Por consiguiente se necesita mucha más investigación sobre las propiedades de disolución de los minerales en condiciones fisiológicas. Este aspecto es un campo fascinante de la Mineralogía Aplicada.

El principal grupo de enfermedades provocadas por los minerales son las causadas por el contacto mantenido con minerales en el lugar de trabajo. En este apartado destacan las Neumoconiosis, (Guthrie & Mossman 1993), grupo de enfermedades claramente definido por la Organización Internacional del Trabajo en Bucarest en 1971, siendo más frecuentes que los procesos neoplásicos y las reacciones alérgicas. Otro grupo sería el de las

intoxicaciones o envenenamientos debidas a la ingestión, inhalación o contacto con la piel, de modo accidental o suicida, de sustancias minerales. En este grupo destacan las intoxicaciones por mercurio, con el cuadro de Hidrargirismo crónico, que cursa con grave deterioro a nivel del sistema nervioso, tanto central como periférico, así como su acción teratogénica en exposiciones prenatales. Destacan también el plomo, por su capacidad de unión a los hematíes, compitiendo por el sitio del oxígeno, aprovechando esa unión para vehiculizarse por todo el cuerpo; y el arsénico, posiblemente el tóxico sobre el que existe más literatura de todo tipo, dado el halo de misterio que tienen sus efectos sobre las personas hasta terminar causando su muerte.

Hay que poner de manifiesto, aunque no tiene la misma importancia, que el contacto con el polvo de los minerales, no solo es posible en las minas donde se extraen o en las industrias donde se manejan, sino que también tiene lugar en las casas donde los tabiques, cables, conducciones de aire etc, contienen minerales nocivos. Los alimentos, cosméticos, cigarrillos, poseen sustancias minerales que en distintas cantidades pasan al aire y pueden introducirse en el organismo. También

el problema de salud, asociado a los gases nocivos producidos por la desintegración del uranio, tiene gran interés por el riesgo potencial de provocar neoplasias de distinta localización y gravedad evolutiva, causadas por el daño celular dependientes de la dosis y del tiempo de exposición a la radiactividad.

BIBLIOGRAFÍA

- AGRICOLA, G. (1556). *De Re Metalica*. *Dover Pub. Inc. N.Y. 1950*. 638 (traducido al inglés por F.C. and L.H. Hoover).
- CHISHOLM, J. (1994). Mineral dusts and occupational health. *Min. Soc. Bull.*, 102, 3-7.
- DAVIS, J.M.G. (1981). The biological effects of mineral fibres. *Annals of occupational Hygiene*, 24, 227-234.
- GUTHRIE, G.D. (1992). Biological effects of inhaled minerals. *Am. Mineral.* 77, 225-243
- GUTHRIER, G.D.& MOSSMAN, B. T. (1993). Health effects of minerals dusts. *Reviews in Mineralogy*, 28. Ed. Mineralogical Society of America.
- HUME, L.A. & RIMSTIDT, J.D. (1992). The bi durability of chrysotile asbestos. *Am. Mineral.* 77, 1125-1128.
- SORIA, M.L.; REPETTO, G. & REPETTO, M. (1995). Revisión general de la toxicología de los minerales. En: *Toxicología avanzada*. M. Repetto, (Ed). Diaz de Santos (Madrid); 293-358.
- STANTON, M.F; LAYARD, M.; TEGERIS, A.; MILLER, E.; MAY, M.; MORGAN, E. & SMITH, A. (1981). Relation of particle dimensions to carcinogenicity in amphibole asbestos and other fibrous minerals. *J. Nat. Cancer Inst.* 67, 965-975.
- VAN OSS, C.J.; NAIM, J.O.; COSTANZO, P.M.; GIESE, R.F.; WU, W.; SORLING, A.F. (1999). Impact of different asbestos species and other particles on pulmonary pathogenesis. *C.C.M.* 47. N°6 .697-707
- WAGNER, J.C.; CONNOCHIE, K.M.; GIBS, A.R.& POOLEY, F.D. (1998). Clay minerals and health. En: *Environmental Interactions of Clays*. A. Parker & J.E. Rae, (Ed). Springer; 243-250.