



CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA Y TOXICOLÓGICA DE ASBESTOS DE YACIMIENTOS ARGENTINOS

Leticia Lescano^{1,2}, Norberto A. Gandini³, Silvina A. Marfil^{1,2} y Pedro Maiza¹

¹ Dpto. de Geología, Universidad Nacional del Sur, San Juan 670, Bahía Blanca, Argentina. leticia.lescano@uns.edu.ar

² Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. de Buenos Aires

³ Dpto. de Biología, Bioquímica y Farmacia – UNS – CONICET

El término asbesto agrupa minerales que poseen características morfológicas particulares: son de hábito fibroso, resistentes a la tracción y flexibles, dependiendo del tipo de mineral; poseen muy baja conductibilidad térmica y alta resistencia eléctrica. Por estas propiedades se han utilizado en diversas industrias y en volúmenes muy importantes. Numerosos estudios epidemiológicos han relacionado a los asbestos con la salud humana. Se ha comprobado que la exposición e inhalación de estos materiales provoca enfermedades pulmonares como asbestosis (fibrosis pulmonar), cáncer de pulmón, mesotelioma maligno (pleural o peritoneal) y placas pleurales (Roggli y Vollmer, 2008). El estudio mineralógico contribuye a evaluar su potencial incidencia en la salud humana -especialmente porque se puede determinar el tipo de asbesto al que se estaría exponiendo el ser humano-, prever el grado de nocividad, analizar la evolución de la morfología de los minerales usados en la fabricación de los productos manufacturados, e interpretar la degradación natural en yacimientos activos o abandonados, en menas o en pasivos ambientales. Los antecedentes que existen en Argentina acerca de estudios patológicos relacionados con asbestos, son aislados y escasos.

En este trabajo se caracterizaron minerales asbestiformes (serpentina (crisotilo) y anfíboles (tremolita – actinolita)) y otros de hábito fibroso análogo a los asbestos (sepiolita), procedentes de yacimientos de Argentina, con el objeto de precisar las características asbestiformes y evaluar su peligrosidad biológica. A su vez se trabajó con materiales utilizados como sus sustitutos (fibra de vidrio y fibra cerámica). Se utilizó un microscopio electrónico de barrido JEOL JSM 35 CP equipado con una sonda EDAX para el análisis químico cualitativo de microáreas sobre muestras metalizadas con oro, y un difractor de rayos X Rigaku D-Max IIIC con radiación de Cu K α y monocromador de grafito, con 35 Kv y 15 mA.

Se analizaron anfíboles de mina Salamanca, provincia de Mendoza, explotada por talco (Figura 1a), determinados como tremolita-actinolita. El crisotilo se obtuvo de mina La Bélgica, en la provincia de Córdoba, uno de los yacimientos de asbesto-crisotilo más explotados en Argentina; denunciada por amianto en el año 1947, su explotación a cielo abierto se extendió hasta fines de los años 70. Además se analizó sepiolita de mina La Adela, provincia de Río Negro, explotada por materiales carbonáticos en décadas pasadas, y fibra de vidrio y cerámica de uso comercial.

Los estudios patológicos se realizaron con animales de laboratorio, con el objetivo de determinar la peligrosidad de los minerales y materiales sustitutos. Se utilizaron 60 ratones (30 hembras y 30 machos) de 8 semanas de edad. Se distribuyeron en 6 grupos de 10 (5 hembras y 5 machos) cada uno, denominados control, tremolita, fibra de vidrio, crisotilo, sepiolita y fibra cerámica, a los que se les hizo inhalar una atmósfera con estos materiales previamente molidos a tamaño menor a 3 micrones (Figura 1b). Durante cada experiencia se realizaron observaciones del comportamiento de los animales frente a los diversos materiales inhalados con el objetivo de interpretar las diferencias por la exposición. Al finalizar el tratamiento (14 días), los animales fueron anestesiados y sacrificados para realizar el análisis macroscópico externo e interno y el estudio microscópico del bloque traqueo pulmonar. Se contemplaron las guías propuestas por la OECD (2009), donde se normalizan las condiciones de simulación de corriente de aire e inhalación de material particulado incorporado en cada etapa. Luego se incluyeron en parafina para el armado del taco histológico. Se obtuvieron cortes de 5 μ m de espesor y se tiñeron según la técnica de hematoxilina (según Harris) y eosina y tricrómico de Masson para evaluar el tejido conectivo. Se analizaron las secciones histológicas utilizando un score histoquímico para evaluar la intensidad de tinción del tricrómico de Masson (TRS). El TRS se calculó multiplicando el score de la intensidad de la coloración del tricrómico con el porcentaje de fibras coloreadas y observadas. El valor medio del TRS para cada sección histopatológica se determinó por la observación de 10 campos histológicos al azar. Las secciones histológicas con un TRS>0 se consideraron con aumento de tejido conectivo. Se realizó un estudio estadístico de los datos utilizando análisis de varianza (ANOVA) de una vía para comparar los grupos en estudio.

Se observaron diferencias significativas, entre los distintos tratamientos, en la cantidad de tejido conectivo en los pulmones y la presencia de macrófagos alveolares en los animales expuestos a tremolita, crisotilo y sepiolita en relación al grupo control (solo expuesto a corriente de aire), sin embargo no se encontraron diferencias entre los grupos tratados. Una de las características más llamativas fue la pérdida de la morfología típica del tejido pulmonar, observándose aumento de polimorfismo nuclear en los pulmones de animales expuestos a tremolita (Figura 1c) y crisotilo (las flechas blancas indican el engrosamiento de la pared alveolar por aumento del tejido

conectivo). Los resultados expresan que la incidencia fue positiva sin una evaluación previa de hábitos cristalinos de las partículas utilizadas, coincidiendo con lo enunciado por Davis et al. (1991).

La extrapolación de los resultados obtenidos con modelos animales a humanos es difícil, ya que los asbestos poseen variables complejas, principalmente el tamaño y la morfología, factores que influyen en la determinación de la peligrosidad y dificultan las evaluaciones. Algunos de éstos minerales, crocidolita, amosita o tremolita son patógenos en cortos períodos de exposición (menos de un año) y otras formas, como el crisotilo, son patógenos sólo después de un largo tiempo (Van Oss et al., 1999). En esta experiencia se observó que, de todos los materiales utilizados, los anfíboles generaron un daño mayor y un desarrollo incipiente de carcinogénesis en un lapso muy exiguo. Los otros, principalmente el crisotilo, desarrollaron un menor daño. Ross et al. (1993) fueron uno de los primeros investigadores en llegar a la conclusión de que no todas las formas de asbestos son igualmente cancerígenas o deletéreas para la salud. A partir de los estudios preliminares realizados en este trabajo, con sepiolita de origen argentino, se comprobó que los resultados fueron negativos, coincidiendo con los mencionados Santarén y Álvarez (1994). Tampoco se vieron afectados los ratones expuestos a fibra de vidrio y fibra cerámica. Teniendo en cuenta que la exposición no fue prolongada y que la inhalación no fue continua, los resultados obtenidos fueron positivos, ya que los animales desarrollaron incipiente carcinogénesis. Debido a esto deberían extenderse las experiencias en el tiempo para comprobar estas conclusiones. Los materiales naturales utilizados fueron extraídos de minas de Argentina, que durante décadas se mantuvieron en explotación, por lo que el personal que trabajó en ellas pudo haber estado expuesto a este tipo de riesgos y correspondería hacer un seguimiento de los mismos.

Davis J., Addison J., McIntosh C., Miller B. y Niven K. 1991. Variations in the carcinogenicity of tremolite dust samples of differing morphology. Third wave of asbestos disease: Exposure to asbestos. En: Annals of the New York Academy of Sciences. Landrigan P.J., Kazemi H. (ed.). 643: 473-490.

OECD. 2009. Guidance document on acute inhalation toxicity testing. Environmental Health and Safety Monograph Series on Testing and Assessment. 39. OECD (Organization for Economic and Development). Paris. Available at: [<http://www.oecd.org/env/testguidelines>].

Rogli V.L., Vollmer R.T. 2008. Twenty-five years of fiber analysis: what have we learned. Hum. Pathol. 39: 307-315.

Ross M., Nolan R. Langer A. y Cooper W. 1993. Health effects of mineral dusts other than asbestos. In Health Effects of Mineral Dusts, Rev. in Mineralogy, Volume 28, G. Guthrie and B. Mossman, eds., Min. Soc. of America, Washington, D.C.: 361-407.

Santarén J. y Álvarez A. 1994. Assessment of the health effects of mineral dusts. The sepiolite case. Ind. Minerals: 1-12

Van Oss C.J., Naim J.O., Costanzo R.M., Giese R.E, Wu W. Jr. y Sorling A.E. 1999. Impact of different asbestos species and other mineral particles on pulmonary pathogenesis. Clays and Clay Minerals. 47 (6): 697-707.



Figura 1: a) Anfíboles de hábito prismático dentro de la roca esteatizada en Mina Salamanca, b) Sistema de inhalación, c) Sección histopatológica de un pulmón de un animal expuesto a tremolita. Las flechas blancas indican el engrosamiento de la pared alveolar por aumento del tejido conectivo.