

Silicosis: Herramientas de detección y su utilidad en medicina laboral.

Diemen D Delgado¹

La neumoconiosis es una enfermedad ocupacional, su palabra deriva del griego *pneuma*: aire y *kovni*: polvo. Se caracteriza por una marcada fibrosis progresiva del pulmón.¹ La silicosis es actualmente la más común de las neumoconiosis, esta enfermedad se detecta mediante imágenes convencionales del tórax, clasificándose de acuerdo a su evolución natural.

El cuarzo, un mineral compuesto de sílice que corresponde al 60% de la corteza terrestre, se encuentra en muchas rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. La inhalación de sílice y su contacto con el alveolo pulmonar puede llegar a producir reacción local e inmunológica, cuya patogenia y evolución depende de la condición individual de la persona está expuesta a residuos sólidos inorgánicos.²

La lesión elemental de la neumoconiosis, es el nódulo de silicosis de aspecto redondeado, el cual se detecta mediante la radiología convencional. Al realizar biopsia este nódulo presenta una parte central fibrosa, a veces hialinizada, rodeada de capas concéntricas de colágeno y una zona periférica con macrófagos cargados de sílice y otras células.³ La silicosis complicada se caracteriza por la presencia en los pulmones de masas de diámetro superior a 1 centímetro llamadas silicomas. En etapas iniciales esta enfermedad ocupacional no produce síntomas; Sin embargo, los silicomas distorsionan los bronquios determinando obstrucción, alterando notablemente los parámetros de función pulmonar e intercambio de gases en etapas muy avanzadas. Los pacientes con silicosis son particularmente susceptibles a infecciones oportunistas del pulmón como la aspergilosis y la tuberculosis;⁴ Sin embargo, lo más frecuente que se observa en estos pacientes, es el desarrollo de bronquitis crónica, enfisema, neumotórax e hipertensión pulmonar.^{5,6} Ocasionalmente la silicosis se asocia a esclerodermia,^{7-9,11} lupus eritematoso sistémico,^{10,11} nefritis¹¹ y cáncer.¹²

En muchos países del mundo, los trabajos de minería, canteras, construcción de túneles y galerías, limpieza por abrasión a chorro y fundición continúan presentando riesgos importantes de exposición al sílice, y siguen produciéndose epidemias de silicosis, incluso en los países desarrollados.¹³

La detección precoz de la silicosis desde sus inicios como problema de salud pública, ha sido ampliamente abordada por la Organización Internacional del Trabajo

(OIT), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Instituto Nacional para la Salud y la Seguridad Profesional de Estados Unidos (NIOSH, por sus siglas en inglés). Ellos han propuesto un programa para trabajar en cooperación en una lucha global contra la silicosis. Este programa se ha basado en la evaluación y clasificación de radiografías convencionales de tórax para ayudar al diagnóstico de esta neumoconiosis.¹⁴ El objetivo de esta clasificación ha sido codificar las anomalías radiográficas de manera sencilla y reproducible. Este esquema ha conducido a una mejor comparabilidad internacional de las estadísticas sobre esta enfermedad pulmonar, lo que ha conllevado en la última década a utilizar otras técnicas imagenológicas para evaluar el tejido pulmonar, entre ellas la tomografía axial computarizada (TAC) de tórax con alta resolución en el 2008 y la radiografía digital de tórax en el 2011.¹⁴

Respecto a la radiografía convencional de tórax, se puede decir que la primera clasificación de esta técnica radiográfica se propuso en la Primera Conferencia Internacional de Expertos sobre Neumoconiosis, que tuvo lugar en Johannesburgo en 1930. En 1958, en Ginebra se estableció una nueva clasificación basada únicamente en los cambios radiográficos. Desde entonces, se ha revisado varias veces: 1968, 1970, 1972, 1980, 1989, 1992, 1995, 1997, 1998, 2000, 2008 y la última en el 2011.¹⁵ El objetivo de estas revisiones ha sido proporcionar versiones mejoradas para usar de forma extensa con fines clínicos y epidemiológicos. Cada nueva versión de la clasificación propuesta por la OIT ha dado lugar a modificaciones y cambios basados en la experiencia internacional adquirida en el uso de clasificaciones previas. La clasificación se basa en una serie de radiografías estándar, un texto escrito y una serie de notas. Está compuesta por 22 radiografías de tórax, las cuales han sido seleccionadas después de ensayos internacionales con el fin de ilustrar las normas de categorías intermedias de profusión de pequeñas opacidades redondas y para proporcionar ejemplos de las normas de las categorías A, B y C para opacidades grandes (Silicomas).¹⁵

Respecto al TAC de tórax con alta resolución, se ha demostrado que es más sensible y específico para el diagnóstico de silicosis al detectar precozmente opacidades redondas subpleurales en los lóbulos superiores o ganglios mediastínicos que no son visibles en la radiografía convencional, inclusive en la detección precoz de cáncer.^{16,17} Como consecuencia esto ha permitido intervenir en el inicio de esta enfermedad pulmonar.¹⁸⁻²²

La radiografía digital de tórax se considera actualmente como el mayor avance tecnológico en sistemas de imágenes. En el año 2011 el NIOSH de Los Estados Unidos y la OIT publicaron la guía para la detección y clasificación de neumoconiosis.²³ La base diagnóstica de la silicosis la constituye el hallazgo

¹ PhD Ciencias de la Salud en el Trabajo. Secretario de la Asociación Internacional de Doctores en Ciencias de la Salud en el Trabajo. Profesor e Investigador de la Universidad de Guadalajara, Guadalajara, (México). diemendelgadogarcia@gmail.com

radiológico de opacidades pulmonares difusas, asociado con el antecedente de riesgo inhalatorio a polvo sílice.²⁴ Es decir, la historia ocupacional es uno de los elementos clave de orientación clínica frente al hallazgo de nódulos pulmonares difusos.

Dada la frecuente variabilidad interobservador existente en la interpretación de una placa radiológica convencional y digital, la OIT en conjunto con organizaciones internacionales preocupadas por la salud del trabajador, han desarrollado una clasificación radiológica de amplia difusión, basada en el tipo, tamaño y profusión de las lesiones pulmonares causada por la exposición a sílice.^{15,23}

En la actualidad la utilización de otras técnicas de diagnóstico por imágenes, como el TAC de alta resolución, ha permitido precozmente detectar alteraciones parenquimatosas ocasionadas por la exposición a sílice;^{16,19} Sin embargo, las técnicas antes mencionadas, no disponen de información sistemática que permita utilizarlas como método estándar de evaluación para la detección precoz de silicosis debido a que su interpretación sigue siendo dependiente del operador.²⁵

En conclusión, la radiografía convencional de tórax, es relativamente específica en ciertas condiciones, observándose dificultades técnicas en personas obesas, es adecuada para la evaluación de enfermedad pleural benigna, pero existe menos acuerdo intra e inter observador comparado con la radiografía digital de tórax; aunque genera menos radiación ionizante que la radiografía digital de tórax. El TAC de tórax con alta resolución, es más sensible para el compromiso intersticial, posee mayor especificidad en ciertas condiciones, es adecuada en pacientes obesos, existe mayor acuerdo intra e inter observador comparado con la radiografía de tórax convencional y digital, pero genera mayores dosis de radiación. La radiografía digital de tórax, permite analizar el resultado a través de un ordenador personal o portátil, evaluar imágenes de manera simultánea y a varios kilómetros de distancia, existe más acuerdo intra e inter observador comparado con la radiografía convencional de tórax, pero genera mayor radiación ionizante que la radiografía convencional de tórax.

Estas técnicas radiológicas generan radiaciones ionizantes que logran afectar el funcionamiento de órganos y tejidos.²⁶ Si la dosis es baja o se recibe a lo largo de un periodo amplio es probable que las células alcancen una reparación exitosa; sin embargo, la exposición a radiaciones ionizantes es acumulativa llegando a producir efectos mutagénicos y cancerígenos a lo largo del tiempo.

Entre los desafíos que enfrenta la salud ocupacional respecto a la neumoconiosis, se incluye la sensibilización de los gobernantes de la magnitud del problema de salud pública que produce la silicosis y como consecuencia

impulsar la creación de organismos reguladores que se preocupen de garantizar las condiciones de trabajo al interior de las empresas. Adicionalmente, impactar las políticas de estado, incentivar a las universidades en la constitución de programas de especialización en medicina ocupacional y con ello difundir el arte del conocimiento al empresario y trabajador, diseñando medidas preventivas para conservar la salud y la vida. Esto incluye el fomento al entrenamiento en la identificación precoz de alteraciones pulmonares producidas por la exposición a sílice mediante programas con reconocimiento internacional (Ej NIOSH de Los Estados Unidos – Universidad de Fukui, Japón).

El impacto del moderno concepto de la cascada de acontecimientos en la patogenia de la silicosis no ha modificado el método tradicional de vigilancia de los trabajadores, pero ha mejorado de forma significativa la capacidad de diagnóstico médico precoz de la enfermedad, en un momento en que ésta sólo ha tenido un impacto limitado sobre la función pulmonar. Son sin duda los sujetos que se encuentran en las fases precoces los que deben ser identificados y retirados de exposiciones importantes adicionales si queremos conseguir prevenir la discapacidad mediante la vigilancia médica.

Los programas de control de riesgos son claves en este panorama. El mejoramiento de los sistemas de ventilación y aspiración, el aislamiento del proceso, las técnicas húmedas, la protección personal incluida la selección adecuada respiradores, reducen la exposición. También es importante instruir a los trabajadores y a la empresa sobre los peligros de la exposición al polvo de sílice y las medidas destinadas a controlar dicha exposición. Si se identifica un caso de silicosis en un trabajador, es aconsejable retirarlo de la exposición. Por desgracia, la enfermedad puede progresar incluso en ausencia de más exposición a sílice. El hallazgo de un caso de silicosis, debe poner en marcha una evaluación del lugar de trabajo para proteger a otros trabajadores que también se encuentren en situación de riesgo.

REFERENCIAS

1. Suzanne L, et al. The Nalp3 inflammasome is essential for the development of silicosis. *Pnas* 2008; 105 (26): 9035-9040.
2. Hamilton R, Thakur S and Holian A. Silica binding and toxicity in alveolar macrophages. *Free Radic Biol Med* 2008; 44:1246-1258.
3. Keller M, Rüegg A, Werner S and Beer H. Active caspase-1 is a regulator of unconventional protein secretion. *Cell* 2008; 132:818-831.
4. Mariathasan S and Monack DM. Inflammasome adaptors and sensors: Intracellular regulators of infection and inflammation. *Nat Rev Immunol* 2007; 7:31-40.
5. González M, Trinidad C, Castellón D, Calatayud J y Tardáguila F. Silicosis pulmonar: hallazgos radiológicos en la tomografía computarizada. *Radiología* 2012; 55 (4): 2-10.
6. Pérez H, Valdés S, Rodríguez Y, Samper J y Crespo T. Enfermedades broncopulmonares en trabajadores expuestos a polvo sílice en una empresa siderometalúrgica. *Mafre Medicina* 2006; 17(4): 257-265

7. Erasmus L. Scleroderma in gold-miners on the Witwatersrand and with particular reference to pulmonary manifestations. *South Afr J Lab Clin Med* 1957; 3:209-231.
8. Souza P, et al. Associação entre silicose e esclerose sistêmica-Síndrome de Erasmus. *Pulmão RJ* 2005; 14(1):79-83.
9. Pinto F, et al. Cavitação pulmonar infectada em paciente con silicoesclerodermia (síndrome de Erasmus). *Pulmão RJ* 2006; 15 (3): 191-193.
10. Castro S, Do Socorro M y De Deus Antonio. Associação de silicose e lúpus eritematoso sistêmico. *J Pneumol* 2003;29(4): 221-224.
11. Otsuki T, et al. Dysregulation of autoimmunity caused by silica exposure and alteration of Fas-mediated apoptosis in T lymphocytes derived from silicosis patients. *Int J Immunopathol Pharmacol* 2011; 24(1): 11-16.
12. Erren T, Morfeld P, Glende C, Piekarski C and Cocco P. Meta-analyses of published epidemiological studies, 1979-2006, point to open causal questions in silica-silicosis-lung cancer research. *Med Lav* 2011; 102(4): 321-335.
13. Martínez C, Prieto A, García L, Quero A, González S y Casan P. Silicosis: a disease with an active present. *Arch Bronconeumol* 2010; 46:97-100
14. Webb WR, Higgins CH. Pneumoconioses. En: *Thoracic imaging, pulmonary and cardiovascular radiology*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2011. p. 482-485.
15. Occupational Safety and Health. Guidelines for the use of the ILO International Classification of Radiographs of Pneumoconioses. 2011 ed. rev. Geneva: International Labour Organization; 2011.
16. Kusaka Y, Hering K and Parker J. International classification of HRCT for occupational and environmental respiratory diseases. Tokyo: Springer-Verlag; 2005.
17. Arakawa H, et al. Pulmonary malignancy in silicosis: Factors associated with radiographic detection. *Europ J Radiol* 2009; 69:80-86.
18. Mosiewicz J and Myslinsky W. Diagnostic value of high resolutions computed tomography in the assessment of nodular changes in pneumoconiosis in foundry workers in Lublin. *Ann Agric Environ Med* 2004; 11:279-284.
19. Arakawa H, Honma K, Saito Y, Shida H, Morikubo H, and Suganuma N. Pleural disease in silicosis: pleural thickening, effusion, and invagination. *Radiology* 2005; 236: 685-693.
20. Arakawa H, Johkoh T, Honma K, Saito Y, Fukushima Y, Shida H. Chronic interstitial pneumonia in silicosis and mix-dust pneumoconiosis: its prevalence and comparison of CT findings with idiopathic pulmonary fibrosis. *Chest* 2007; 131:1870-1876.
21. Arakawa H, Fujimoto K, Honma K, Suganuma N, Morikubo H and Saito Y. Progression from near normal to end stage lungs in chronic interstitial pneumonia related to silica exposure: long term CT observations. *AJR Am J Roentgenol*. 2008; 191:1040-1045.
22. Suganuma N, et al. Reliability of the proposed international classification of high-resolution computed tomography for occupational and environmental respiratory diseases. *J Occup Health* 2009; 51: 210-222.
23. Guidelines for the use of the ILO International Classification of Radiographs of Pneumoconioses: ILO Standard Digital Images (ILO 2011-D) in DICOM Format.
24. Delgado D, Salazar J, Aguilera, MA, Delgado F, Parra L, Ramírez O y González R. Efectos en el tiempo de la reubicación laboral y la calidad de vida en trabajadores mineros con silicosis de la División Andina-Codelco, Chile. *Medicina y Seguridad del Trabajo* 2011;57 (225): 339-347. Spanish.
25. Lopes A, et al. High-resolution computed tomography in silicosis: correlation with chest radiography and pulmonary function tests. *J Bras Pneumol* 2008; 34 (5): 264-272.
26. Alegre N. Reacción celular ante la radiación. *Radiobiología*. 2001: 9-11.