

## RADIOLOGÍA EN IMÁGENES

# Silicosis pulmonar: hallazgos radiológicos en la tomografía computarizada

M. González Vázquez\*, C. Trinidad López, D. Castellón Plaza, J. Calatayud Moscoso Del Prado y F. Tardáguila Montero

*Departamento de Radiodiagnóstico, Hospital POVISA, Vigo, Pontevedra, España*

Recibido el 13 de julio de 2011; aceptado el 12 de diciembre de 2011

Disponible en Internet el 11 de agosto de 2012

### PALABRAS CLAVE

Silicosis;  
Silicotuberculosis;  
Pneumoconiosis;  
Síndrome de Caplan;  
Enfermedad ocupacional;  
Tomografía computarizada

### KEYWORDS

Silicosis;  
Silicotuberculosis;  
Pneumoconiosis;  
Caplan syndrome;  
Occupational disease;  
Computed tomography

**Resumen** La silicosis es una enfermedad pulmonar ocupacional, causada por la inhalación de sílice, que afecta a un amplio abanico de profesiones. Existen varias formas clínicas. La silicosis aguda, que resulta de la exposición a cantidades muy grandes de sílice en un período inferior a 2 años. La silicosis crónica simple, el tipo más frecuente que podemos ver en la actualidad, resulta de la exposición a bajas cantidades de sílice durante un período de entre 2 y 10 años. La silicosis crónica complicada, con conglomerados silicóticos.

En muchos casos el diagnóstico se realiza por los datos epidemiológicos y radiológicos, sin confirmación histológica.

Es importante conocer las distintas manifestaciones radiológicas de la silicosis para diferenciarla de otras enfermedades pulmonares y reconocer sus posibles complicaciones concomitantes.

El objetivo de este trabajo es describir los hallazgos radiológicos, típicos y atípicos, de la silicosis y sus complicaciones en la TC de tórax helicoidal y de alta resolución (TCAR).

© 2011 SERAM. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

### Silicosis: computed tomography findings

**Abstract** Silicosis is an occupational lung disease, which is caused by the inhalation of silica and affects a wide range of jobs. There are many clinical forms of silicosis: acute silicosis, results from exposure to very large amounts of silica dust over a period of less than 2 years. Simple chronic silicosis, the most common type that we see today, results from exposure to low amounts of silica between 2 and 10 years. Chronic silicosis complicated, with silicotic conglomerates.

In many cases the diagnosis of silicosis is made according to epidemiological and radiological data, without a histological confirmation.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [maria511250@hotmail.com](mailto:maria511250@hotmail.com) (M. González Vázquez).

It is important to know the various radiological manifestations of silicosis to differentiate it from other lung diseases and to recognize their complications.

The objective of this work is to describe typical and atypical radiological findings of silicosis and their complications in helical and high resolution (HRCT) thorax CT.

© 2011 SERAM. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Introducción

La silicosis es una enfermedad pulmonar de origen ocupacional causada por la inhalación de sílice o dióxido de silicio, el cual, después del oxígeno, es el elemento más abundante en la corteza terrestre. Las formas cristalinas del sílice, como el cuarzo, son las principales causantes de la enfermedad, que afecta a un amplio abanico de profesiones (tabla 1)<sup>1,2</sup>.

Las partículas de sílice son inhaladas y las de mayor tamaño se depositan en el tracto respiratorio superior y son expulsadas a través del sistema mucociliar. Las que alcanzan el epitelio de los bronquiolos respiratorios pasan al intersticio adyacente, donde se depositan en el interior de los macrófagos y ocasionan una reacción inflamatoria con fibrosis<sup>3</sup>.

La radiografía de tórax es la prueba diagnóstica inicial ante la sospecha de silicosis. La lectura debe realizarse según la normativa ILO (*International Labour Organization*) de 1980. Sin embargo, la TC helicoidal combinada con la TC de alta resolución (TCAR), poseen una mayor sensibilidad tanto para el diagnóstico de silicosis, sobre todo en los estadios iniciales, como para delimitar la extensión de la enfermedad<sup>4,5</sup>.

El objetivo de este trabajo es describir los hallazgos radiológicos, típicos y atípicos, de la silicosis y sus complicaciones, en la TC de tórax helicoidal y TCAR.

## Formas clínicas de la silicosis

Están en función de la cantidad de sílice a la que ha estado expuesto el paciente y del tiempo de evolución antes de la aparición de la enfermedad<sup>6-9</sup>.

### Silicosis aguda

Resulta de la exposición a cantidades muy grandes de polvo de sílice en un período inferior a 2 años, y se llama también «silicoproteínosis»<sup>6</sup>. Esta forma hace unos años solía verse íntimamente relacionada con los trabajadores de limpieza mediante chorro de arena, pero actualmente es muy rara. En los estudios de TC helicoidal y TCAR se caracteriza por un patrón de consolidación o en vidrio deslustrado, bilateral,

de distribución perihiliar y con presencia de broncograma aéreo.

### Silicosis crónica simple

Es el tipo más frecuente que podemos ver en la actualidad. Resulta de la exposición a bajas cantidades de sílice durante un período entre 2 y 10 años.

#### Patrones radiológicos en la tomografía computarizada

**Patrón micronodular.** Se manifiesta como nódulos múltiples, bien delimitados, con un diámetro entre 2 y 5 mm, que aunque afectan a todo el pulmón, predominan en los lóbulos superiores (sobre todo en los segmentos posteriores y apicales) y también en los segmentos apicales de los lóbulos inferiores. Presentan una distribución simétrica y pueden estar calcificados (figs. 1 y 2).

Los nódulos se localizan frecuentemente en la región centrolobulillar, alrededor de los bronquiolos centrolobulillares, y en localización subpleural. Pueden tener una distribución perilinfática en los septos interlobulillares, aunque esta es infrecuente.

Histológicamente, los nódulos silicóticos están compuestos por tejido hipocelular fibroso, rodeado por un anillo de macrófagos cargados de partículas de sílice. Los silicatos birrefringentes, en forma de aguja, pueden ser visualizados en los macrófagos mediante luz polarizada al microscopio<sup>3</sup>.

**Pseudoplasmas.** Los nódulos subpleurales aparecen como opacidades redondas o triangulares que cuando confluyen simulan placas pleurales, las cuales pueden presentarse con calcificaciones (fig. 3).

**Adenopatías.** En la forma crónica simple también se pueden ver adenopatías hiliares y mediastínicas, que suelen calcificar sobre todo en la periferia de los ganglios, patrón conocido como «calcificación en cáscara de huevo» y que es altamente sugestivo de silicosis (fig. 4).

Este patrón de calcificación también puede verse en la sarcoidosis, tuberculosis, neumoconiosis de los trabajadores de carbón y, raramente, en el linfoma tratado con radioterapia y en la amiloidosis.

Otros patrones de afectación ganglionar en la silicosis son (fig. 5):

- Ganglios sin calcificaciones.
- Ganglios con calcificaciones puntiformes.
- Ganglios totalmente calcificados.

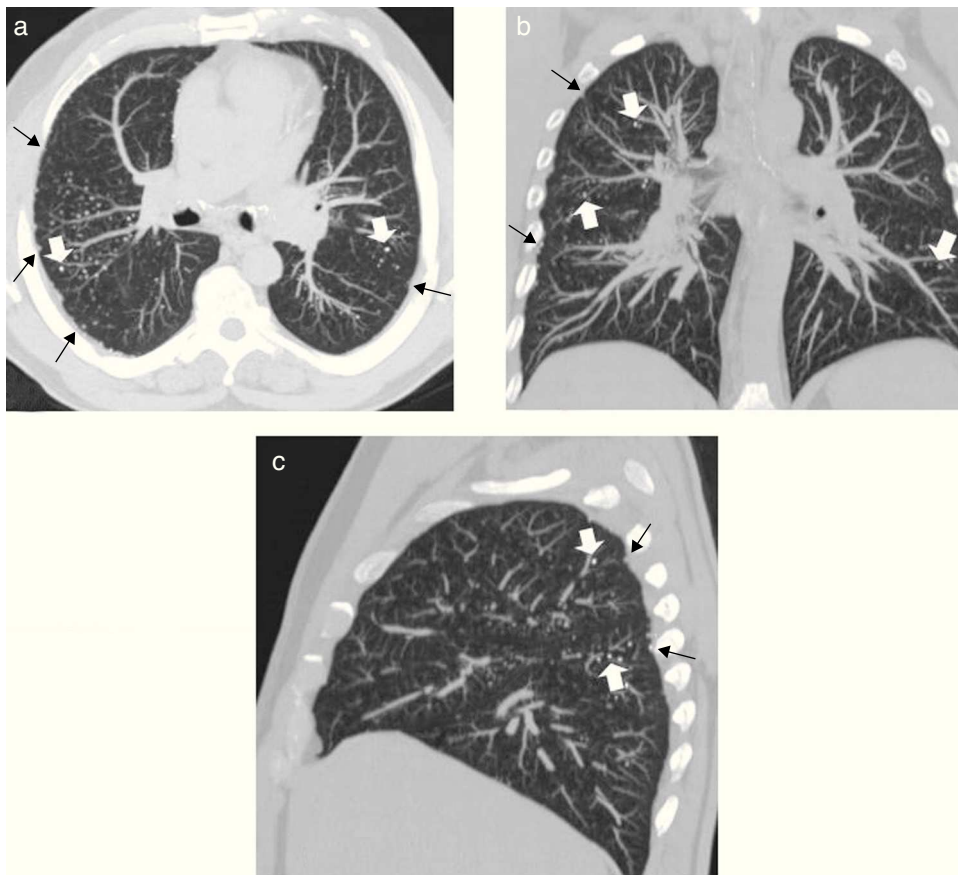
### Silicosis crónica complicada

#### Conglomerados silicóticos

La silicosis simple puede complicarse dando lugar a esta forma, que se origina a partir de la confluencia de los

**Tabla 1** Profesiones afectadas por la silicosis

- Sector de la minería, canteras y construcción de túneles
- Tallado y pulido de granito y pizarra
- Manejo de cementos
- Fabricación de vidrio, cerámica y ladrillos refractarios
- Limpieza mediante chorro de arena

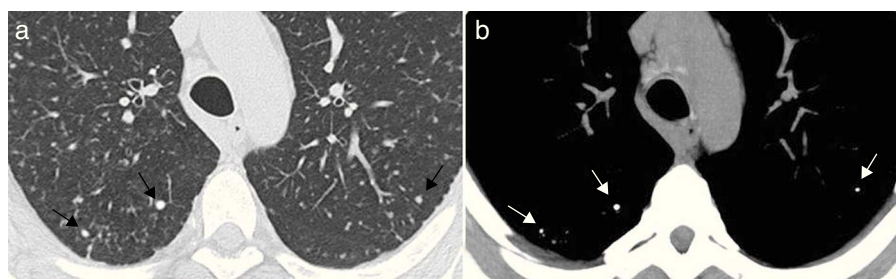


**Figura 1** TC con reconstrucción MIP (proyección de máxima intensidad) en planos a) axial, b) coronal, y c) sagital. Se observan múltiples nódulos bien definidos, de distribución centrolobulillar (flechas blancas) y subpleural (flechas negras), que predominan en los lóbulos superiores.

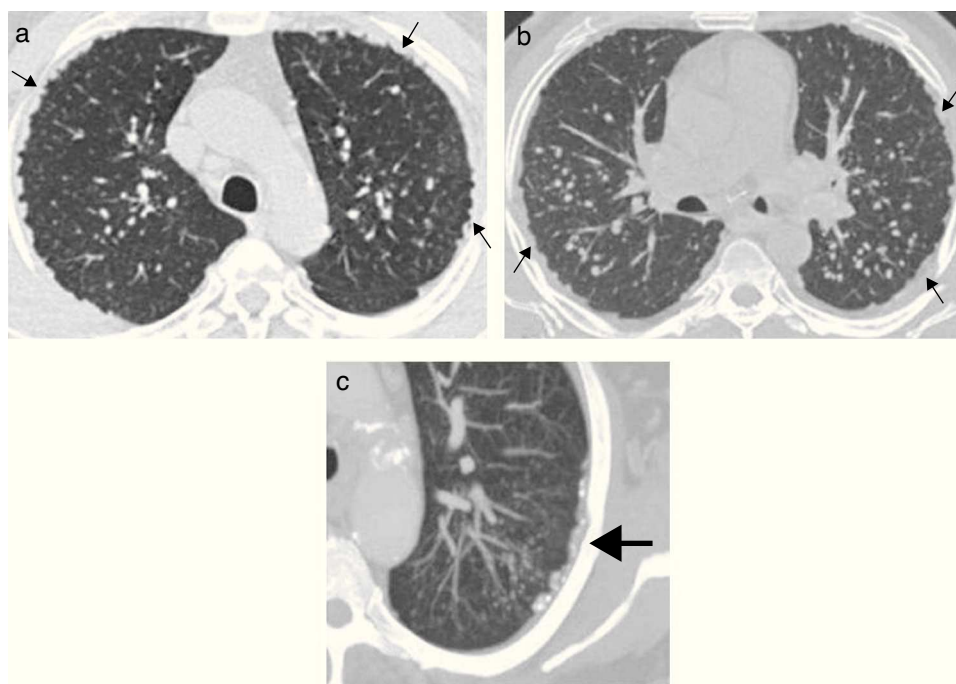
nódulos formando masas o conglomerados. Esta forma está asociada a un incremento de la cantidad de tejido fibroso, por lo que también recibe el nombre de «fibrosis masiva progresiva».

**Patrón radiológico típico<sup>2,7,8</sup>.** Masas de tamaño superior a 1 cm, de bordes espiculados, bilaterales, simétricas y en los lóbulos superiores, que pueden presentar calcificaciones en su interior. Estos conglomerados suelen iniciarse en la periferia del pulmón, pero a medida que

pasa el tiempo tienden a migrar hacia el hilio, observándose áreas de enfisema entre el tejido fibroso y la pleura (fig. 6). *Debe recordarse que:* el borde liso de la zona en contacto con el enfisema permite diferenciar el conglomerado silicótico de un nódulo tumoral<sup>4</sup>. *Debe recordarse que:* el enfisema es el factor independiente más importante como predictor de deterioro de la función respiratoria. En ausencia de fibrosis masiva progresiva, la silicosis, por sí sola, no se asocia



**Figura 2** TC axial con a) reconstrucción de alta resolución (TCAR) donde se identifican micronódulos en un paciente con silicosis y b) reconstrucción MIP con ventana de mediastino, donde observamos que algunos de estos micronódulos se encuentran calcificados (flechas).

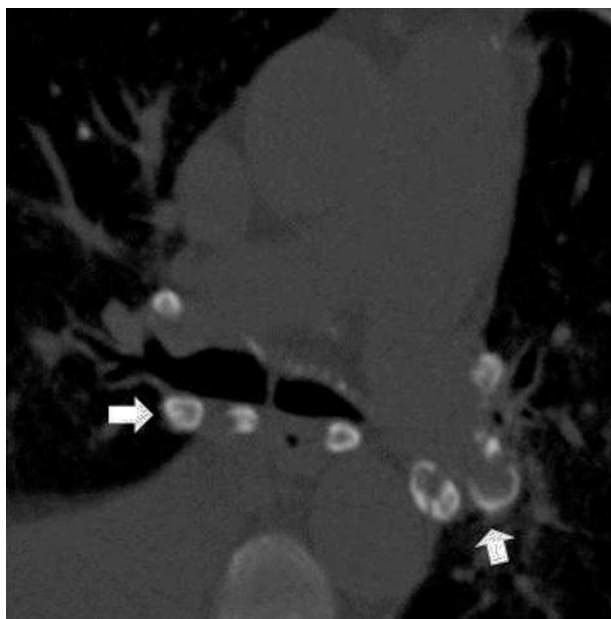


**Figura 3** a) TC en axial y b-c) TC axial con reconstrucción MIP. Se visualizan múltiples nódulos subpleurales que confluyen formando pseudoplaquetas (flechas), algunas de las cuales presentan calcificaciones (flecha de mayor tamaño).

con enfisema significativo en pacientes no fumadores (fig. 6)<sup>4,10</sup>.

*Patrones radiológicos atípicos (fig. 7).*

- Conglomerados bilaterales y asimétricos.
- Un único conglomerado.
- Conglomerados con calcificaciones de gran tamaño.
- Conglomerados de bordes lisos.



**Figura 4** TC axial con reconstrucción MIP. Adenopatías con patrón de calcificación lineal periférico «en cáscara de huevo» (flechas).

- Conglomerados en localizaciones diferentes a los lóbulos superiores.

#### Afectación pleural

La afectación pleural en la silicosis es poco conocida. *Debe recordarse que:* podemos encontrar un engrosamiento pleural con o sin calcificaciones, derrame pleural, invaginación de la pleura hacia los conglomerados silicóticos (figs. 8 y 9) y atelectasias redondas. Es más frecuente en las formas de silicosis complicada con conglomerados silicóticos.

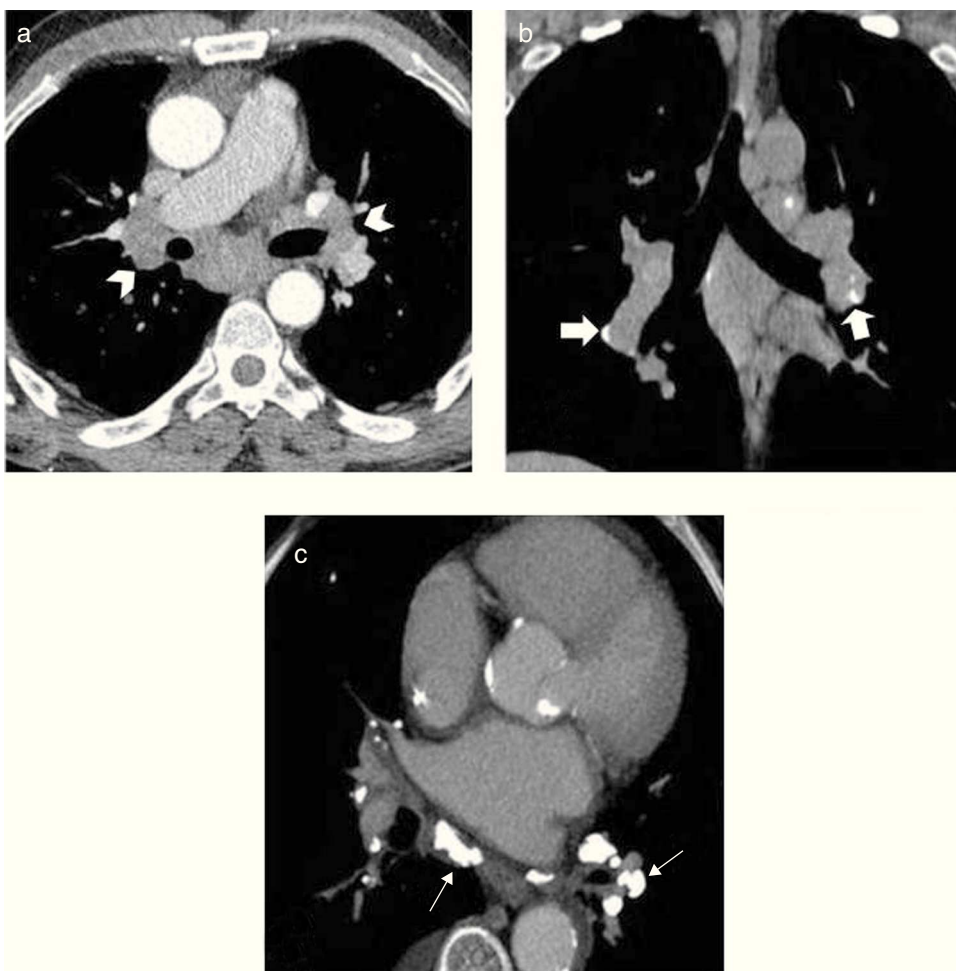
Histológicamente, el engrosamiento pleural de la silicosis se caracteriza por la afectación de ambas pleuras, visceral y parietal, a diferencia de la asbestosis donde típicamente solo está afectada la pleura parietal.

El derrame pleural es raro, puede aparecer hasta en un 35% de los pacientes, aunque en la mayoría de los casos, es secundario a otros procesos como neumonía, insuficiencia cardíaca o afección abdominal (fig. 10). El derrame directamente relacionado con la silicosis solo se ve en un 11% de los pacientes<sup>11</sup>.

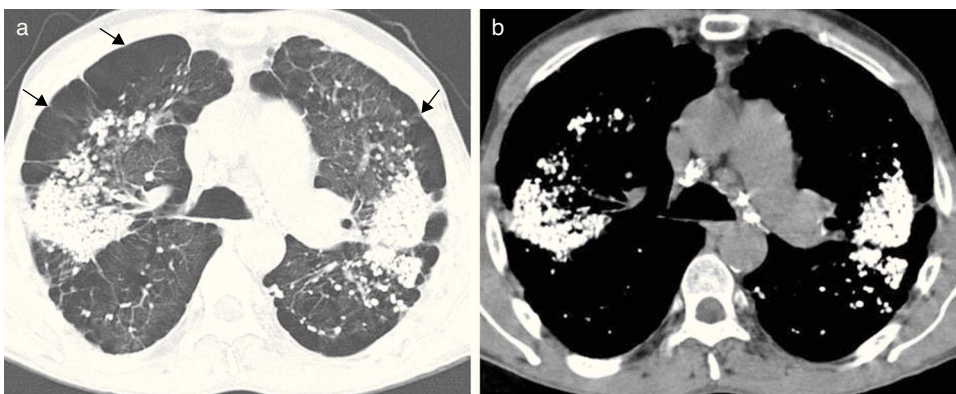
#### Complicaciones concomitantes de la silicosis

##### Tuberculosis<sup>2,4,7,8</sup>

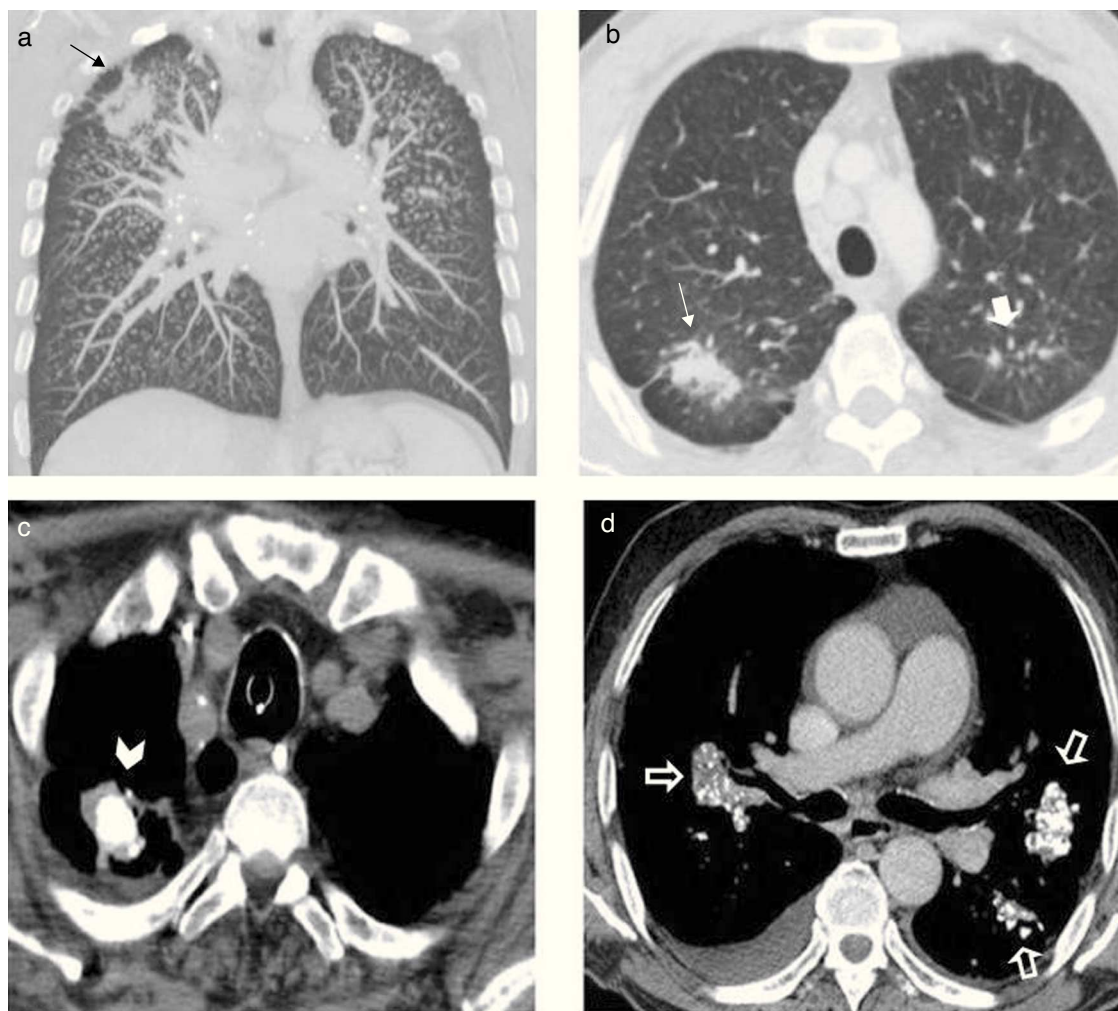
Ocurre en la cuarta parte de los pacientes, y es casi 3 veces más frecuente en los pacientes con silicosis que en la población general. Los hallazgos que encontramos en la TC helicoidal incluyen nódulos o consolidaciones de distribución asimétrica. Las cavitaciones son el mejor indicador de silicotuberculosis (fig. 11). *Debe recordarse que:* la



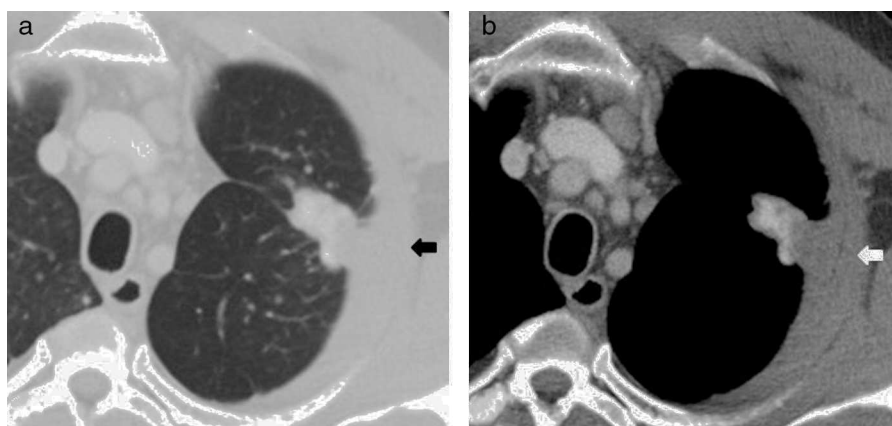
**Figura 5** a) TC axial. Adenopatías mediastínicas que no presentan calcificaciones (puntas de flecha). b) TC coronal. Adenopatías subcarinales e hiliares con calcificaciones puntiformes excéntricas (flechas gruesas). c) TC axial. Adenopatías mediastínicas e hiliares totalmente calcificadas (flechas finas).



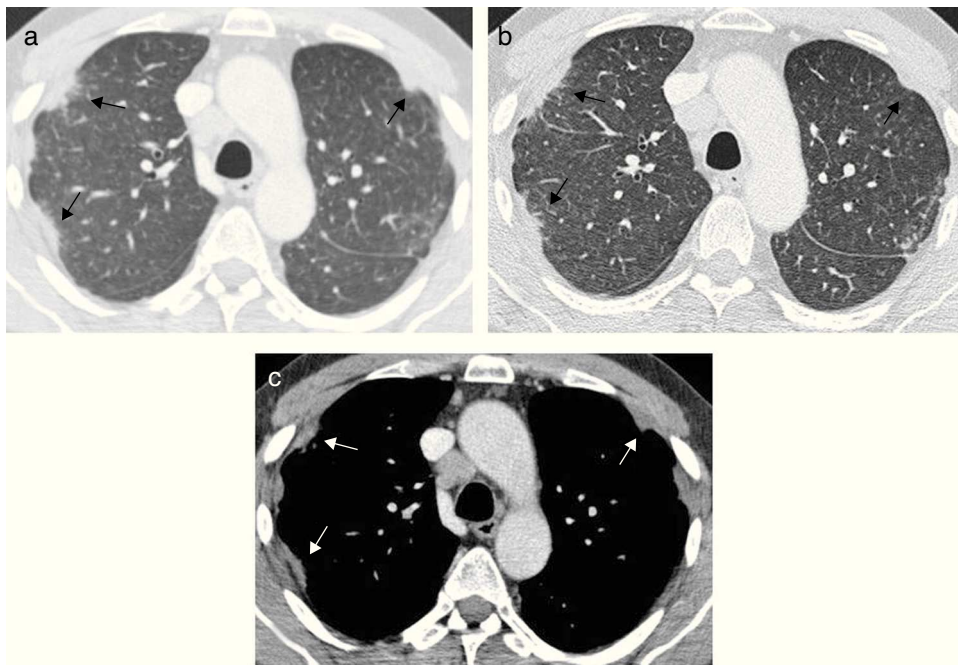
**Figura 6** TC axial con a) ventana de pulmón y b) ventana de mediastino. Se visualizan masas bilaterales y simétricas, localizadas en los lóbulos superiores con múltiples calcificaciones en su interior. Se observan áreas de enfisema entre las masas y la pleura (flechas).



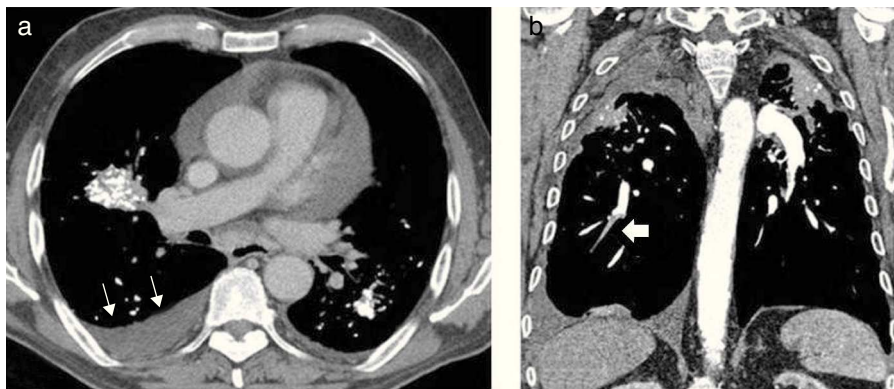
**Figura 7** a) TC coronal con reconstrucción MIP donde se identifica un conglomerado unilateral en el lóbulo superior derecho (flecha). b) TC axial. Conglomerado en el lóbulo superior derecho (flecha fina) e incipiente formación de otro en el izquierdo (flecha gruesa). c) TC axial. Conglomerado localizado en el lóbulo superior derecho con una gran calcificación en su interior (punta de flecha). d) TC axial. Conglomerados bilaterales y asimétricos (flechas), localizados en los lóbulos superiores y en el hilio pulmonar derecho, con múltiples calcificaciones.



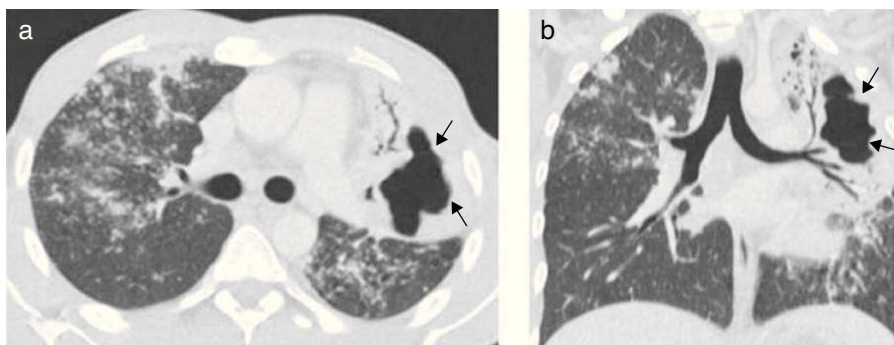
**Figura 8** TC axial con a) ventana de pulmón y b) ventana de mediastino. Se observa un engrosamiento pleural que se invagina (flecha) hacia un conglomerado silicótico situado en el lóbulo superior izquierdo.



**Figura 9** TC axial en los lóbulos superiores con a) ventana de pulmón, b) reconstrucción de alta resolución (TCAR) y c) ventana de mediastino. Se observan engrosamientos pleurales con imágenes radiales que se invaginan hacia el pulmón (flechas).



**Figura 10** a) TC axial. Derrame pleural derecho (flechas) y derrame pericárdico en relación con insuficiencia cardíaca en un paciente con conglomerados silicóticos bilaterales. b) TC coronal. Derrame pleural derecho secundario a TEP en una rama segmentaria de la arteria lobar inferior derecha (flecha), engrosamiento pleural apical y conglomerados bilaterales en los lóbulos superiores en un paciente con silicosis.



**Figura 11** TC a) axial y b) coronal. Patrón micronodular con formación de conglomerados en el LSD. En el LSI se muestra una cavitación extensa en un paciente con silicotuberculosis (flechas).



**Figura 12** TC axial. Se observa una cavitación secundaria a isquemia (flecha) en el interior de un conglomerado. Este paciente además presentaba conglomerados silicóticos atípicos, de bordes lisos y con calcificaciones groseras.

cavitación en un conglomerado silicótico puede ser debida a tuberculosis, infección por anaerobios o isquemia (fig. 12).

### Carcinoma pulmonar<sup>2,4,7,8</sup>

La asociación de la silicosis con el cáncer de pulmón se conoce desde el año 1996 cuando la IARC (*International Agency for Research on Cancer*) clasificó la sílice cristalina como carcinógeno ocupacional del grupo I (carcinógeno en humanos) (figs. 13 y 14).

**Tabla 2** Hallazgos que nos hacen sospechar un carcinoma

- Masa pulmonar unilateral
- El carcinoma puede presentarse indistintamente en cualquier localización
- El carcinoma tiene un crecimiento rápido
- Los conglomerados presentan un tamaño más estable al realizar controles sucesivos
- El carcinoma no suele tener calcificaciones

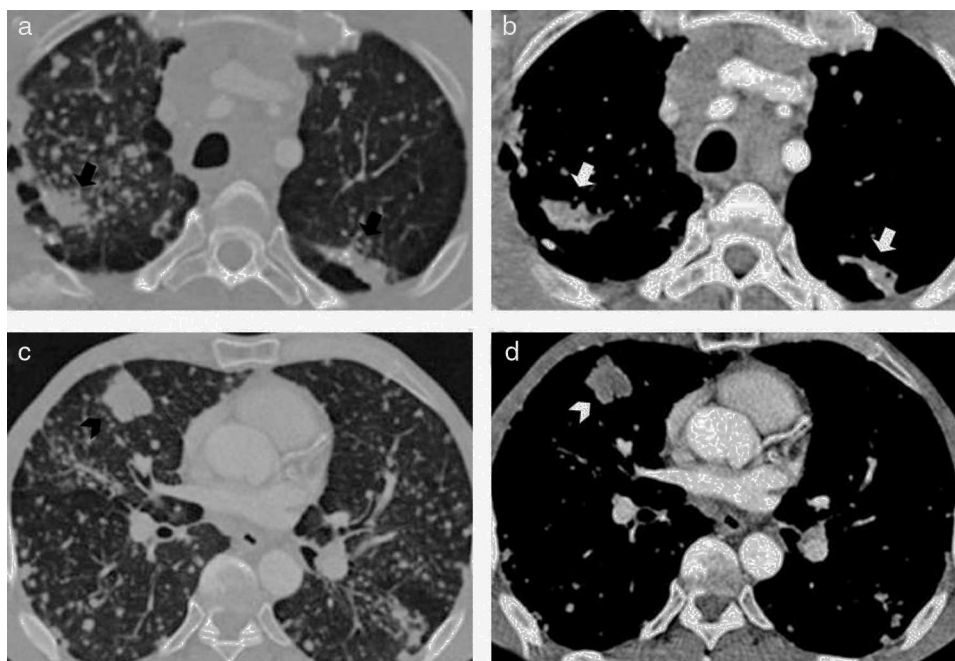
Debemos de hacer el diagnóstico diferencial con los conglomerados silicóticos (fig. 15). En la tabla 2 resumimos los hallazgos que deben hacernos sospechar carcinoma.

### Síndrome de Caplan (neumoconiosis reumatoidea)

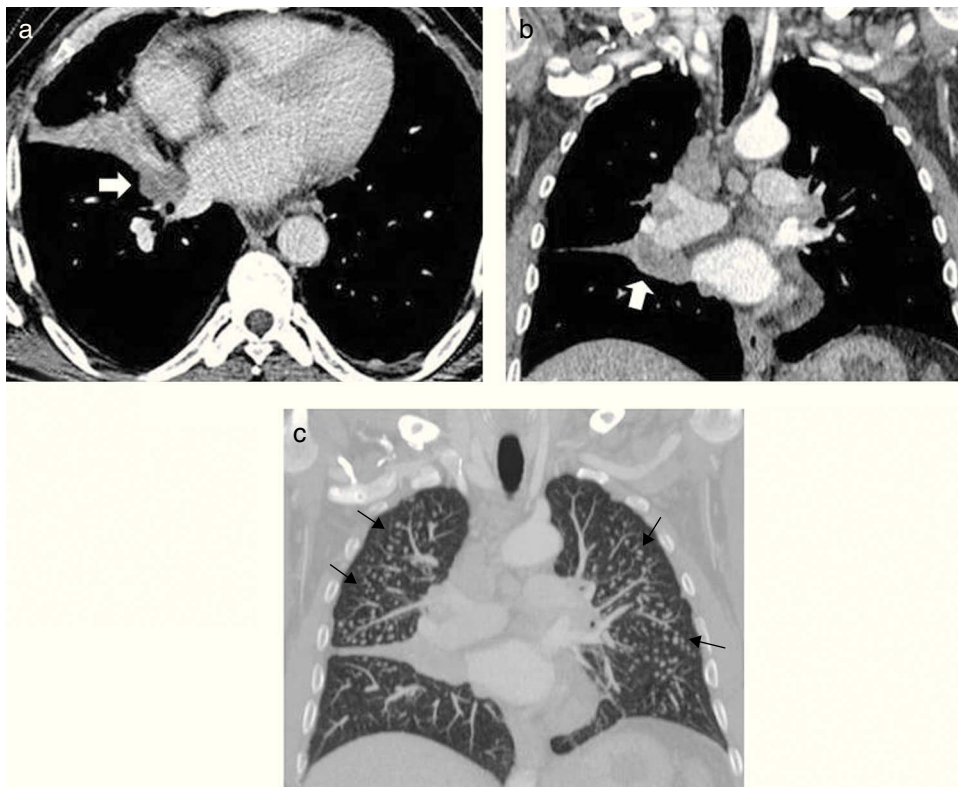
Es una complicación rara, que ocurre en un 0,48 a 0,74% de las silicosis. Se caracteriza por la presencia de nódulos necrobióticos (nódulos reumatoideos), que aparecen de forma rápida, como opacidades grandes que se localizan preferentemente en la periferia del pulmón<sup>4</sup>.

### Neumonía intersticial crónica

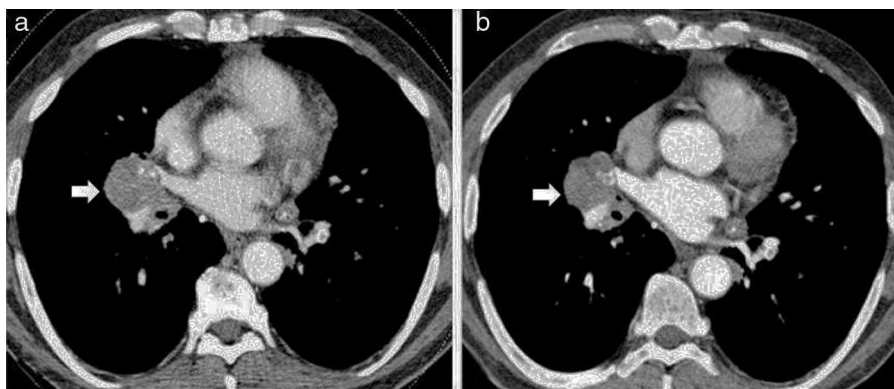
Se ve en un 11-19% de pacientes, con afectación de los lóbulos inferiores. En ocasiones, el patrón radiológico es diferente del patrón típico de neumonía intersticial usual, sin que predomine la afectación subpleural y con menos bronquiectasias por tracción<sup>12</sup>. La evolución hacia el pulmón en estadio final es muy lenta<sup>13</sup>.



**Figura 13** TC axial con a) ventana de pulmón y b) ventana de mediastino. Se muestran conglomerados bilaterales y simétricos en los lóbulos superiores (flechas), con calcio en su interior y con áreas de enfisema subpleural. TC axial del mismo paciente con c) ventana de pulmón y d) ventana de mediastino, donde se observa una masa unilateral en lóbulo medio, con bordes polilobulados y sin calcio, que correspondía a un carcinoma epidermoide (puntas de flecha).



**Figura 14** TC con ventana de mediastino y planos a) axial y b) coronal. Se observa una masa hiliar derecha (flechas gruesas), sin calcio, que provoca una atelectasia del lóbulo medio. c) TC coronal del mismo paciente, con ventana de pulmón, donde observamos un patrón micronodular de predominio en los lóbulos superiores (flechas finas). Estos hallazgos correspondían a un carcinoma de pulmón en un paciente con silicosis.



**Figura 15** a) TC axial. Masa hiliar derecha (flecha) en un paciente con silicosis. En un principio se sospechó una neoplasia de pulmón. b) TC de control, 2 años después, donde vemos que esa misma masa (flecha) no ha variado y presenta un tamaño estable, por lo que finalmente se trataba de un conglomerado silicótico atípico.

## Conclusión

La prevalencia de la silicosis ha disminuido en los últimos años, pero persiste un número no despreciable de casos relacionados con el trabajo en las canteras de granito. Además, hay que mencionar que la silicosis es una enfermedad con presente activo debido a los nuevos casos que están apareciendo en los trabajadores expuestos a la manipulación de encimeras de cocina y sanitarios de conglomerados artificiales de cuarzo como el Silestone<sup>®14,15</sup> y al lavado de

tejido vaquero con arena de sílice<sup>16</sup>. El Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) recomienda notificar todos los casos de silicosis a los departamentos de salud del estado. *Debe recordarse que:* en muchos casos el diagnóstico de silicosis se basa en los datos clínicos, epidemiológicos y radiológicos, sin que exista una confirmación histológica<sup>14</sup>. De ahí se deriva la trascendencia médico-legal y el compromiso de responsabilidad que tiene el radiólogo ante el diagnóstico de una enfermedad como es la silicosis y el deber de declararla.

Es importante conocer las distintas manifestaciones radiológicas de la silicosis para diferenciarla de otras enfermedades pulmonares, especialmente la sarcoidosis, y reconocer sus posibles complicaciones concomitantes, como son la tuberculosis, el carcinoma pulmonar, el síndrome de Caplan o la neumonía intersticial crónica.

## Autoría

1. Responsable de la integridad del estudio: MG.
2. Concepción del estudio: MG, CT, DC.
3. Diseño del estudio: MG, CT.
4. Obtención de datos: MG, CT, DC, JC.
5. Análisis e interpretación de los datos: MG, CT.
6. Tratamiento estadístico: MG, CT.
7. Búsqueda bibliográfica: MG, CT, DC, JC.
8. Redacción del trabajo: MG, CT.
9. Revisión crítica del manuscrito con aportaciones intelectualmente relevantes: MG, CT, DC, JC, FT.
10. Aprobación de la versión final: MG, CT, DC, JC, FT.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Webb WR, Higgins CH. Pneumoconioses. En: Thoracic imaging, pulmonary and cardiovascular radiology. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2011. p. 482-5.
2. Fraser RS, Colman N, Müller NL, Paré PD. Enfermedades pulmonares producidas por la inhalación de polvo inorgánico. En: Fundamentos de las enfermedades del tórax. 3rd ed. Barcelona: Ed. Masson; 2006. p. 716-20.
3. Müller NL, Fraser RS, Lee KS, Johkoh T. Occupational lung disease. En: Diseases of the lung: Radiologic and pathologic correlations. 1st ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2003. p. 183-9.
4. Ooi CG. Silicosis and coal workers' pneumoconiosis. En: Müller NL, Silva CI, editores. Imaging of the chest. 1st ed. Philadelphia: Saunders/Elsevier; 2008. p. 1117-36.
5. Hering KG, Tuengerthal S, Kraus T. Standardized CT/HRCT-classification of the German Federal Republic for work and environmental related thoracic diseases. Radiologe. 2004;44:500-11.
6. Marchiori E, Souza CA, Barbassa TG, Escuissato DL, Gasparetto EL, Souza Jr AS. Silicoproteinosis: high-resolution CT findings in 13 patients. AJR Am J Roentgenol. 2007;189:1402-6.
7. Chong S, Lee KS, Chung MJ, Han J, Kwon OJ, Kim TS. Pneumoconiosis: comparison of imaging and pathologic findings. Radiographics. 2006;26:59-77.
8. Kim KI, Kim CW, Lee MK, Lee KS, Park CK, Choi SJ, et al. Imaging of occupational lung disease. Radiographics. 2001;21:1371-91.
9. Ooi GC, Tsang KW, Cheung TF, Khong PL, Ho IW, Ip MS, et al. Silicosis in 76 men: qualitative and quantitative CT evaluation-clinical-radiologic correlation study. Radiology. 2003;228:816-25.
10. Kinsella M, Müller N, Vedal S, Staples C, Abboud RT, Chan-Yeung M. Emphysema in silicosis. A comparison of smokers with nonsmokers using pulmonary function testing and computed tomography. Am Rev Respir Dis. 1990;141:1497-500.
11. Arakawa H, Honma K, Saito Y, Shida H, Morikubo H, Suganuma N, et al. Pleural disease in silicosis: pleural thickening, effusion, and invagination. Radiology. 2005;236:685-93.
12. Arakawa H, Johkoh T, Honma K, Saito Y, Fukushima Y, Shida H, et al. Chronic interstitial pneumonia in silicosis and mix-dust pneumoconiosis: its prevalence and comparison of CT findings with idiopathic pulmonary fibrosis. Chest. 2007;131:1870-6.
13. Arakawa H, Fujimoto K, Honma K, Suganuma N, Morikubo H, Saito Y, et al. 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;191:1040-5.
14. Martínez C, Prieto A, García L, Quero A, González S, Casan P. Silicosis: a disease with an active present. Arch Bronconeumol. 2010;46:97-100.
15. Guía de Buenas Prácticas para la Elaboración de Silestone y Eco by Cosentino. Abril 2009. Silestone (Sede Web). Barcelona: Cosentino 2009 Health and Safety department. Guía de Buenas Prácticas para la elaboración de Silestone y Eco by Cosentino [consultado Dic 2010]. Disponible en: <http://www.silestone.com/in/quality-certificate/good-practice-guide-manufacture-silestone-and-eco.pdf>
16. Ozmen CA, Nazaroglu H, Yildiz T, Bayrak AH, Senturk S, Ates G, et al. MDCT findings of denim-sandblasting-induced silicosis: a cross-sectional study. Environ Health. 2010;9:17.