



doi: 10.4321/s0465-546x2022000100002

Artículo original

Silicosis en trabajadores expuestos a conglomerados de cuarzo

Silicosis in workers exposed to quartz conglomerates

Cesar Enrique Rattia-Rivas^{1,6} 0000-0002-9337-2027

Sergio Martinez-Aguirre^{2,6} 0000-0002-6480-9269

Marianna Affinito^{3,6} 0000-0002-9067-3561

Sherry Sue, Lonighi^{4,6} 0000-0002-6480-9269

Jerónimo Maqueda^{5,7} 0000-0002-9891-0170

¹Hospital Universitario Basurto, Unidad Básica de Prevención, Bilbao, España.

²Hospital Universitario Central de Asturias, Servicio de Prevención de Riesgos Laborales, Oviedo, España.

³Hospital San Pedro, Servicio de Prevención de Riesgos Laborales del Servicio Riojano de Salud, Logroño, España.

⁴Hospital Clínico San Carlos, Servicio de prevención de riesgos laborales, Madrid, España.

⁶Instituto de Salud Carlos III, Escuela Nacional de Medicina del Trabajo, Madrid, España.

⁷Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, Madrid, España.

Correspondencia

César Enrique Rattia Rivas
rattiacesar@gmail.com

Recibido: 27.01.2022

Aceptado: 28.01.2022

Publicado: 30.03.2022

Contribución de autoría

Los autores CERR, SMA, MA y SSL han contribuido por igual en el desarrollo de la idea, diseño, recolección de datos y escritura del borrador de la investigación. JSV ha realizado contribuciones importantes análisis e interpretación de los datos y resultados, como en las revisiones de los mismos. JM ha participado en el desarrollo de la idea y el anteproyecto inicial de la investigación, así como en la revisión y aprobación final de la versión a ser publicada.

Cómo citar este trabajo

Rattia-Rivas CE, Martinez-Aguirre S, Affinito M, Lonighi SS, Maqueda J. Silicosis en trabajadores expuestos a conglomerados de cuarzo. *Med Segur Trab (Internet)*. 2022;68(266):11-24. doi: 10.4321/s0465-546x2022000100002

BY-NC-SA 4.0

Agradecimientos

Agradecemos al equipo médico del Instituto Nacional de Silicosis, quienes han contribuido considerablemente al desarrollo de la idea inicial del proyecto y han aportado la base de datos de la cual ha sido extraída la muestra de trabajadores incluidos en el estudio.

Igualmente extendemos nuestro agradecimiento a Javier Sanz Valero, quien ha aportado una muy valiosa ayuda y oportunos consejos en el proceso de análisis de datos de la investigación.

Financiación

Este trabajo ha sido financiado por los investigadores del proyecto.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses entre las entidades afiliadas a la investigación.

Resumen

Introducción: la silicosis, enfermedad crónica, causada por la inhalación de polvo de sílice cristalina, sigue siendo un problema de salud laboral vigente. El objetivo de la investigación consistió en estimar el riesgo de silicosis complicada y/o acelerada en trabajadores expuestos a polvo de sílice de conglomerados de cuarzo frente al riesgo de los trabajadores expuestos a roca ornamental.

Método: se desarrolló un estudio analítico de casos y controles prevalentes en trabajadores cuya vigilancia de la salud se realizó en el Instituto Nacional de Silicosis (España), entre el 1 de enero de 2008 y el 31 de diciembre de 2018 (N = 90). El valor de la significación de todos los contrastes de hipótesis realizados fue $\alpha = 0,05$.

Resultados: se determinó mayor riesgo de silicosis complicada en los trabajadores expuestos a polvo de sílice proveniente del uso de conglomerados de cuarzo mediante el cálculo de Chi cuadrado, con un total de 7 casos (46,67%) de silicosis complicada ($p = 0,046$).

Conclusiones: existe mayor riesgo de silicosis complicada en los trabajadores expuestos a polvo de sílice proveniente del uso de conglomerados de cuarzo frente a los expuestos a polvo de sílice de roca ornamental. No se observó relación entre el riesgo de desarrollar silicosis acelerada y la exposición a conglomerados de cuarzo en la muestra analizada.

Palabras clave: silicosis; cuarzo; conglomerados de cuarzo; piedra artificial; roca ornamental; silicosis complicada; silicosis acelerada.

Abstract

Introduction: silicosis, a chronic disease caused by the inhalation of crystalline silica dust, continues to be a current occupational health problem. The objective of the research was to estimate the risk of complicated and/or accelerated silicosis in workers exposed to silica dust from quartz conglomerates compared to the risk of workers exposed to ornamental rock.

Method: an analytical study of cases and controls prevalent in workers whose health surveillance was carried out at the National Institute of Silicosis (Spain), between January 1, 2008 and December 31, 2018 was developed (N = 90). The significance value of all the hypotheses tests performed was $\alpha = 0.05$.

Results: a higher risk of complicated silicosis was determined in workers exposed to silica dust from the use of quartz conglomerates by calculating Chi square, with a total of 7 cases (46.67%) of complicated silicosis ($p = 0.046$).

Conclusions: there is a higher risk of complicated silicosis in workers exposed to silica dust from the use of quartz conglomerates compared to those exposed to silica dust from ornamental rock. No relationship was observed between the risk of developing accelerated silicosis and exposure to quartz conglomerates in the analyzed sample.

Keywords: silicosis; quartz; quartz conglomerates; artificial stone; ornamental rock; complicated silicosis; accelerated silicosis.

Introducción

La silicosis es una enfermedad pulmonar intersticial que se produce a consecuencia de la inhalación de sílice cristalina. Es considerada la enfermedad ocupacional más letal y duradera del siglo XX. Se caracteriza por generar un daño progresivo que provoca fibrosis pulmonar, con el consiguiente riesgo de desencadenar discapacidad e incluso la muerte del individuo.

Tanto la detección precoz como el control de las condiciones laborales son fundamentales para prevenirla y modificar su curso clínico. La exposición laboral al polvo de sílice cristalina se da en numerosas industrias y en múltiples actividades laborales, una de las más recientes y novedosas se encuentra en relación con las actividades laborales con relación a los conglomerados de cuarzo^(1,2).

El riesgo de desarrollar la enfermedad se encuentra en estrecha relación con la magnitud de la exposición acumulada a polvo de sílice a lo largo de la vida laboral. La exposición se puede deducir del producto existente entre la fracción de polvo respirable por el porcentaje de sílice libre medido en mg/m³ y por el número de años de exposición.

Diferentes estudios muestran que la relación entre la exposición a sílice y el desarrollo de producir silicosis con una exposición de 0,05 mg/m³ durante una vida laboral de 30 años es de un 20-30%. Sin embargo, esto no es una condición *sine qua non*, no cumpliéndose en todos los pacientes expuestos. No existe umbral seguro y sin riesgo. Disminuir la exposición supone reducir el riesgo. El polvo de sílice que más riesgo muestra es aquel que presenta concentración elevada de sílice seca y recién fracturada. Respecto a las partículas inhaladas, las más peligrosas son aquellas cuyo tamaño se encuentra entre 0,5-6 micrómetros, debido a su capacidad para alcanzar el alveolo. Los factores de riesgo que implican una progresión de la enfermedad son: los altos niveles de exposición, la historia previa de tuberculosis (TBC) y la profusión de opacidades radiológicas en los estudios de imagen⁽²⁾.

Existen diversas formas clínicas de la silicosis de las cuales, la silicosis crónica simple y complicada forman parte de las presentaciones clínicas más frecuentes que aparecen tras 10-15 años de exposición a sílice cristalina. Su expresión clínica puede cursar desde asintomática como es el caso de la silicosis crónica simple, hasta la presencia de disnea y tos en las formas clínicas complicadas, pudiendo aparecer en esta última, alteración de las pruebas de función respiratorias y pudiendo progresar hacia la insuficiencia respiratoria y cor pulmonale crónico. La manifestación radiológica clásica de la silicosis simple es la presencia de un patrón nodular difuso y bilateral con tendencia a mayor afectación en los lóbulos superiores y en las zonas posteriores del pulmón. Desde la forma crónica simple puede progresar a una silicosis complicada. Dentro de este grupo se encuentra la fibrosis pulmonar intersticial siendo el síntoma más frecuente la tos. Los estudios de imágenes se comportan de forma similar a la fibrosis pulmonar idiopática (FPI), aunque se trata de una forma clínica poco estudiada, su evolución parece transcurrir diferente a la FPI⁽³⁾.

La silicosis acelerada, es aquella que aparece tras 5-10 años de exposición a sílice cristalina y progresa hacia formas complicadas con mayor frecuencia y velocidad. Suele cursar con disnea secundaria al deterioro acelerado de la función pulmonar.

Por último, tenemos la silicosis aguda siendo aquella que aparece luego de una exposición masiva de altas dosis de sílice. Tanto la radiología como la sintomatología es muy similar a la proteinosis alveolar, de ahí su denominación de “silicoproteinosis”, los síntomas están dados por disnea, tos, pérdida de peso y progresión hacia insuficiencia respiratoria. En la radiografía de tórax se observan consolidaciones perihiliares bilaterales, y en la tomografía computarizada de alta resolución (TCAR), un patrón difuso en vidrio deslustrado o consolidaciones del espacio aéreo con calcificaciones nodulares y adenopatías hiliares bilaterales a veces calcificadas. Ésta forma clínica no tiene un tratamiento específico. Se han intentado glucocorticoides, lavado pulmonar completo y trasplante pulmonar. El tratamiento principal es evitar la exposición a la sílice⁽³⁾.

En casos más graves, pueden encontrarse en la radiografía masas de fibrosis pulmonar (FMP), u otros tipos de patrones radiológicos, como el patrón retículo-nodular difuso, o el patrón acinar bilateral.

El diagnóstico de silicosis se basa en una historia laboral de exposición a sílice cristalina, como segundo criterio los estudios radiológicos con hallazgos característicos (radiografía de tórax simple con profusiones 1/1 según la clasificación ILO) y como tercer o último criterio la exclusión de otras patologías. En 1995, la Organización Mundial de la Salud inició una campaña para disminuir la incidencia de silicosis para el año 2030, sin embargo, la silicosis sigue siendo un importante problema de salud a nivel

internacional. En 2016, el Global Burden of Disease Study estimó 10.400 muertes por año y 210.000 años de vida perdidos debido a la silicosis^(4,5).

En España la incidencia de silicosis parece ir aumentando según las últimas estadísticas del Instituto Nacional de Silicosis (INS), pasando de 115 casos en el 2007 hasta un aumento anual de 256 casos en el 2011, al igual que otra fuente oficial como el Observatorio de Enfermedades Ocupacionales con un mayor reporte de casos de 95 a 295 en el mismo periodo⁽²⁾.

Desde principios de la década de 2000, la piedra artificial también conocida como se ha convertido rápidamente en un material popular para la fabricación de encimeras de cocina y baño. La piedra artificial, también conocida como conglomerado de cuarzo, es un material compuesto de cuarzo como relleno principal, con la adición de vidrio coloreado, metales o espejos unidos por una resina de polímero⁽⁶⁾. El contenido de sílice cristalina de estos materiales es superior al 90%, mucho más alto que el de la roca ornamental utilizada tradicionalmente, como el granito (30%) o el mármol (3%)⁽⁷⁾. Los trabajadores modifican las losas de piedra artificial según las especificaciones del cliente, lo que incluye la producción de cortes para la instalación de topes de cocina, baños y grifería. El corte y pulido del material sin supresión del polvo con agua, está asociado con la generación de niveles extremos de polvo de sílice respirable, 300 veces por encima del límite de exposición^(7,8).

Aunque hasta la fecha no se han publicado estudios longitudinales relevantes sobre el riesgo de silicosis relacionado a esta actividad, se han descrito series de casos de silicosis en trabajadores de este sector industrial. En estos estudios, destacan formas complicadas de la enfermedad con períodos relativamente cortos, lo que sugiere exposiciones intensas debidas a las concentraciones elevadas de sílice cristalina en los conglomerados de cuarzo. Uno de los estudios más relevantes publicado recientemente es el realizado por Guarnieri et al, en el cual se aprecia una alta incidencia de silicosis en trabajadores expuestos a polvo de sílice de conglomerados de cuarzo, evidenciándose una exposición acumulativa a la sílice en polvo, tanto entre los casos con silicosis y sin silicosis. Una de las evidencias aportadas en este estudio es la correlación existente entre el volumen de dilución y la espirometría, mostrando un descenso importante del mismo a lo largo del estudio, en los trabajadores que presentaron silicosis⁽⁹⁻¹¹⁾.

Las tareas que pueden implicar riesgo de exposición son la fabricación de tableros de conglomerados, la elaboración de piezas de marmolería o la instalación de piezas elaboradas en edificios. Para controlar el riesgo derivado de la exposición a sílice, es necesario el empleo adecuado de medidas específicas de prevención y protección, sin las cuales aumentará el riesgo de inhalación de sílice⁽¹⁰⁾.

La silicosis es una enfermedad prevenible, esto se fundamenta en la necesidad urgente de identificar a los trabajadores y la exposición excesiva al polvo de sílice. La presente investigación se basa en estimar el riesgo de silicosis complicada y/o acelerada en trabajadores expuestos a polvo de sílice proveniente del uso de conglomerados de cuarzo en su lugar de trabajo frente a los trabajadores expuestos a polvo de sílice en la transformación de roca ornamental, mediante la estimación de indicadores de riesgo, así como el estudio de las características individuales que determinen mayor susceptibilidad de desarrollar la enfermedad.

Como hipótesis de esta investigación se plantea que los trabajadores expuestos a polvo de sílice cristalina de conglomerados de cuarzo presentan mayor riesgo a padecer silicosis complicada y/o acelerada que los trabajadores expuestos a polvo de sílice de roca ornamental.

Se propuso como objetivo principal, estimar la frecuencia de riesgo de silicosis complicada y/o acelerada en trabajadores expuestos a polvo de sílice proveniente del uso de conglomerados de cuarzo en su lugar de trabajo frente a los trabajadores expuestos a polvo de sílice en la transformación de roca ornamental.

Como objetivos específicos se plantea establecer las características individuales que determinan una mayor susceptibilidad de desarrollar silicosis complicada y/o acelerada en trabajadores expuestos, describir la frecuencia y porcentaje de puestos de trabajo con mayor riesgo de desarrollo de silicosis complicada y/o acelerada y determinar y analizar el tipo de silicosis que desarrollan los trabajadores a riesgo.

Métodos

Se diseñó un estudio de casos y controles prevalentes, distribuidos en función de la exposición a conglomerados de cuarzo o a roca ornamental.

Al objeto de mejorar la potencia del estudio se estableció una ratio de dos controles por cada caso, con la finalidad de controlar posibles factores de confusión o interacciones entre factores.

Población

La población de esta investigación estuvo compuesta por trabajadores de empresas de conglomerados de cuarzo o roca ornamental que acudieron al INS para realizar una vigilancia de la salud en el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2008 al y el 31 de diciembre de 2018. La base de datos de la cual fue seleccionada la muestra de esta investigación fue aportada por el Instituto Nacional de Silicosis.

Se definió como caso aquel trabajador con exposición a conglomerados de cuarzo o a roca ornamental, que cumplió con los criterios definidos por el instituto nacional de silicosis: historia laboral de exposición a sílice cristalina, con antigüedad de exposición mayor de 5 años; estudios radiológicos con hallazgos característicos: radiografía de tórax simple con profusiones $\geq 1/1$ (según clasificación ILO) y exclusión de otras entidades posibles. Se definió como control aquel trabajador de empresas de conglomerados de cuarzo o roca ornamental sin diagnóstico de silicosis.

Tanto los casos como los controles se trataron de trabajadores expuestos a polvo de sílice, distribuyéndose la muestra en dos grupos de acuerdo al entorno industrial en el que se produjo la exposición a sílice cristalina: empresas de conglomerados de cuarzo y en empresas de roca ornamental.

Los controles fueron obtenidos aleatoriamente de la lista de trabajadores atendidos en el INS en el periodo mencionado. Se seleccionaron 2 controles por cada caso, clasificados por exposición a polvo de sílice cristalina de conglomerados de cuarzo y a roca ornamental, con más de 5 años de exposición.

La muestra estuvo constituida por 15 casos expuestos a polvo de sílice proveniente del uso de conglomerados de cuarzo, 15 casos expuestos a polvo de sílice proveniente del uso de roca ornamental y 30 controles para cada grupo de exposición (N = 90).

Los criterios de inclusión y exclusión para casos figuran en la Tabla 1.

Tabla 1: Criterios de inclusión y exclusión para los casos.

Criterios de inclusión para casos	
Diagnóstico de silicosis	Historia laboral de exposición a sílice cristalina Estudios radiológicos con hallazgos característicos: radiografía de tórax simple con profusiones $\geq 1/1$ (ver clasificación ILO). Exclusión de otras entidades posibles.
Exposición	Trabajadores con Silicosis que hayan estado expuestos a polvo de sílice de conglomerados de cuarzo/ roca ornamental en función del grupo de estudio.
Edad	Trabajadores con edad superior o igual a 18 años.
Lugar	Trabajadores de empresas con sede en España.
Criterios de exclusión para casos	
Antecedentes de Neumococinosis u otras enfermedades.	Trabajadores con diagnóstico de enfermedades respiratorias previas como: Asbestosis, TBC miliar, Fibrosis idiopática, neumonitis alérgica intersticial.
Exposición a fuente desconocida	Trabajadores expuestos a polvo de sílice de fuente desconocida.
Historia clínico- laboral	Historia clínico- laboral incompleta.

Los criterios de inclusión y exclusión para controles figuran en la Tabla 2.

Tabla 2: Criterios de inclusión y exclusión para los controles.

Criterios de inclusión para controles	
Ausencia de Silicosis	Trabajadores sin silicosis.
Tiempo de exposición	Exposición a polvo de sílice de conglomerados de cuarzo/roca ornamental durante un periodo superior o igual a 5 años.
Edad	Trabajadores con edad superior o igual a 18 años.
Lugar	Trabajadores de empresas con sede en España.
Criterios de exclusión para controles	
Antecedentes de Neumociosis u otras enfermedades.	Trabajadores con diagnóstico de enfermedades respiratorias previas como: Asbestosis, TBC miliar, Fibrosis idiopática, neumonitis alérgica intersticial.
Exposición a fuente Desconocida	Trabajadores expuestos a polvo de sílice de fuente desconocida.
Historia clínico- laboral	Historia clínico- laboral incompleta.

Los criterios de selección de trabajadores se describen en la Tabla 3.

Tabla 3: Criterios de selección y exclusión para la exposición.

Criterios de selección para la exposición	
Exposición a polvo de sílice cristalina en empresa de aglomerados	Trabajadores que hayan estado expuestos a polvo de sílice de conglomerados de cuarzo durante un periodo igual o superior de 5 años
Exposición a polvo de sílice cristalina en empresa de piedra ornamental	Trabajadores que hayan estado expuestos a polvo de sílice de piedra ornamental durante un periodo igual o superior de 5 años
Criterios de exclusión para la exposición	
Exposición a fuente desconocida	Trabajadores expuestos a polvo de sílice de fuente desconocida.

Recolección de datos y consentimientos

Tanto casos como controles se eligieron de forma aleatoria a partir del registro de historias clínicas de trabajadores de empresas de conglomerados de cuarzo y roca ornamental registradas en el INS.

De la base de datos global del INS, se seleccionaron de forma aleatoria trabajadores que acudieron a consulta en el periodo de tiempo comprendido entre el 1 enero 2008 hasta el 31 de diciembre de 2018.

Se revisaron las historias clínicas de los individuos que cumplieron con los criterios de inclusión, así como el diagnóstico y clasificación de la enfermedad.

La información recogida en el INS consta de una entrevista clínica que aborda todos los temas concernientes a la actividad laboral actual y previa del paciente, matizando puesto de trabajo que haya realizado, exposición a polvo de sílice cristalina y tiempo de estancia en dicho puesto. A su vez, se encuentran aspectos como alergias medicamentosas, comorbilidades, enfermedades previas, etc.

Todo paciente dispone de al menos un radiografía anteroposterior y lateral de tórax, así como una espirometría; pruebas objetivas con las que se valoró las características de los sujetos al momento de la recolección de datos.

En aquellos casos que suscitaban dudas se realizó otra serie de pruebas complementarias, dentro de las cuales destacó la tomografía de tórax con contraste de alta definición. Todo ello con la finalidad de objetivar la presencia o no de silicosis, siguiendo los lineamientos de las guías del INS para el diagnóstico de la enfermedad. Si en el TAC hubieran surgido dudas, este se habría debatido en una sesión multidisciplinar en la cual se habrá emitido un diagnóstico definitivo.

Para la realización del presente estudio se solicitó la aprobación del COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS previa realización del estudio, habiéndose obtenido informe FAVORABLE N°: 2021.244 para la realización del mismo (Anexo 1).

Variables

Edad de trabajador: variable cuantitativa, que corresponde al valor numérico desde su fecha de nacimiento hasta la fecha de inclusión en el estudio.

Edad al inicio de la exposición: variable cuantitativa, que corresponde al valor numérico de la edad al inicio de la exposición a sílice cristalina.

Tiempo de exposición: variable cuantitativa, que corresponde a el tiempo transcurrido desde la edad de inicio de exposición hasta la edad de inclusión en el estudio.

Tipo silicosis: variable cualitativa nominal (crónica simple, crónica complicada, silicosis acelerada, silicosis aguda o silicoproteinosis).

Masas FMP: cualitativa dicotómica (si o no).

Categoría de las masas FMP: cualitativa ordinal (A, B, C y D).

Sexo: cualitativa dicotómica (hombre o mujer).

Hábito tabáquico: cualitativa dicotómica (fumador o no fumador).

Índice paq/año: variable cuantitativa, que corresponde a la cantidad estimada de paquetes por año consumidos por el trabajador.

Uso de EPIS: cualitativa dicotómica (si o no).

Comorbilidades asociadas:

- Cardiopatía: cualitativa dicotómica (si o no).
- TBC: cualitativa dicotómica (si o no).
- Asma: cualitativa dicotómica (si o no).
- EPOC: cualitativa dicotómica (si o no).

FEV1: Cuantitativa (valor numérico medido en ml).

Análisis de datos

Las observaciones de la investigación fueron recogidas en tablas de matrices de datos. Fueron definidas las variables anteriormente descritas para describir los grupos de estudio de acuerdo a las características epidemiológicas de los trabajadores (sexo, edad, hábito tabáquico, comorbilidades, etc.), así como el nivel de función pulmonar determinado por el flujo espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1).

La matriz de datos está construida por las variables en las columnas y los trabajadores estudiados en filas. Se empleó el software estadístico SPSS Statistics Versión 28.0.1.0 para el análisis epidemiológico y estadístico de datos.

Para las variables cuantitativas se calculó la media aritmética con su correspondiente error, así mismo se calculó la mediana, el máximo y el mínimo de dichas variables. La diferencia de medias entre estas variables se realizó mediante la t de Student para muestras independientes. Cuando se asoció estas variables con otra con más de dos categorías se utilizó la prueba ANOVA con post hoc de Tukey. La asociación entre dos variables cuantitativas se realizó mediante la correlación de Pearson.

El valor de la significación de todos los contrastes de hipótesis realizados fue alfa = 0,05.

Los datos perdidos o ausentes en la recolección de información de las historias clínicas se corrigieron mediante el cálculo de la media de la serie estudiada.

Partiendo de las variables e hipótesis planteadas en el diseño del estudio se realizaron los análisis y cálculos correspondientes para responder a los objetivos de la investigación.

La verificación de la hipótesis según la cual los trabajadores expuestos a sílice cristalina de conglomerados de cuarzo tienen un mayor riesgo de desarrollar silicosis complicada y acelerada, que los trabajadores expuestos a sílice cristalina de roca ornamental se realizó mediante el cálculo de Chi cuadrado (X^2) y su intervalo de confianza.

Para establecer las características individuales que determinan una mayor susceptibilidad a desarrollar complicada y/o acelerada en los trabajadores expuestos se efectuó el cálculo de la X^2 en la comparación de las variables cualitativas como puesto de trabajo, hábito tabáquico, cardiopatía, asma y EPOC frente a los tipos de silicosis desarrollada. Para determinar el riesgo en relación a las variables como edad, edad al inicio de exposición, índice paquete/año y el tipo de silicosis desarrollada, se empleará el cálculo de ANOVA y su intervalo de confianza.

Para determinar y analizar el tipo de silicosis que desarrollan los trabajadores estudiados, se estudiaron las variables: masas de FMP, categoría de las masas y la función pulmonar determinada por el FEV1.

Resultados

La muestra seleccionada estuvo compuesta por 90 individuos, constituida por 15 casos (16,67%) de trabajadores con silicosis expuestos a conglomerados de cuarzo, 15 casos (16,67%) de silicosis en trabajadores expuestos a roca ornamental y 60 controles (66,67%) separados según el tipo de exposición respectivamente.

Respecto al sexo de los sujetos estudiados cabe destacar que 89 de los trabajadores (98,89%) fueron hombres, con la excepción de una (1) mujer (1,11%) en el grupo de los controles expuestos a conglomerados de cuarzo.

La media de edad de la muestra estudiada fue de 55,63 años, con un error estándar de 1,67 y una desviación de 15,84 años. Respecto a la edad de los trabajadores al momento de la inclusión en el estudio se observó una media de 55,63 años, con una desviación de 15,838 años. La mínima edad observada fue 26 años mientras la máxima fue de 94 años. La mínima edad observada al inicio de exposición a polvo de sílice fue de 15 años, la edad máxima fue de 40 años, con una media de 24,06 años y una desviación de 5,03. El tiempo medio de exposición fue de 28,41 años con una desviación de 11,68. El tiempo mínimo de exposición de 4 años y el máximo de 47.

Los estadísticos descriptivos de las variables demográficas de la investigación se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4: Variables demográficas.

	Variables demográficas						
	N Estadístico	Mínimo Estadístico	Máximo Estadístico	Media Estadístico	Error estándar	Desv. estándar Estadístico	Varianza Estadístico
Edad (años)	90	26	94	55,63	1,669	15,838	250,842
Edad al inicio de exposición (años)	90	15	40	24,06	,530	5,031	25,311
Tiempo de exposición (años)	90	4	47	28,41	1,231	11,683	136,492

Al analizar los grupos según el tipo de exposición, se observó que el grupo de expuestos a conglomerados de cuarzo presentó una media de edad al momento de inclusión en el estudio de 45,04 años con una desviación estándar de 9,24, mientras el grupo de expuestos a roca ornamental presentó una media edad de 63,22 años con una desviación de 13,88. Con una diferencia de medias según la t de Student calculada de 21,18 años ($p < 0,001$).

No se observaron diferencias en relación a la media de edad de inicio de exposición a polvo de sílice entre los grupos ($p = 0,80$).

El tiempo de exposición en el grupo de expuestos a polvo de sílice de conglomerados de cuarzo fue de $20,84 \pm 9,23$ años frente a $35,98 \pm 8,56$ años en el grupo de expuestos a roca ornamental, con un p valor $< 0,001$.

Las variables demográficas según el tipo de exposición se encuentran resumidas en la Tabla 5.

Tabla 5: Variables demográficas según el tipo de exposición

Categoría de las masa FMP según el tipo de silicosis					Categoría de las masa FMP		
Recuento		Categoría de las masas			Recuento		
Tipo de silicosis		A	B	Total	Tipo de silicosis	Crónica complicada	Silicosis acelerada
	Crónica complicada	7	2	9			
	Silicosis acelerada	0	2	2			
Total		7	4	11	Total		

El puesto de trabajo con mayor frecuencia observada fue el de picador (32,2%), más habitual en la muestra de trabajadores expuestos a roca ornamental, mientras el puesto de pulidor (28,9%) fue el más frecuente, predominando en los expuestos a conglomerados de cuarzo. En tercero y cuarto lugar se identificaron los puestos de barrenista (8,9%) y labrador (4,4%) respectivamente.

En relación al hábito tabáquico, se observó una prevalencia de 66,7% de fumadores entre los sujetos estudiados. La media de paquetes/año evidenciado en los fumadores fue de 19,85 con una desviación estándar de 14,17.

Se determinó un porcentaje de 7,8% de trabajadores con enfermedades cardiovasculares entre las cuales destacaron la hipertensión arterial, la pericarditis, cardiopatía isquémica y la fibrilación auricular, entre otras. El 6,7% de los trabajadores tuvo antecedentes de TBC, el 4,4% antecedentes de asma y 17,8% historial de EPOC.

Tipo de silicosis y conglomerados de cuarzo

Al analizar en conjunto la asociación entre la exposición a conglomerados de cuarzo frente al tipo de silicosis desarrollada en los casos, se observó una asociación estadísticamente significativa y un p valor de 0,03.

Al analizar de forma separada los tipos de silicosis frente a la exposición, se determinó un mayor riesgo de silicosis complicada en los trabajadores expuestos a polvo de sílice proveniente del uso de conglomerados de cuarzo con diferencias estadísticamente significativas, mediante el cálculo de X^2 , con un total de 7 casos (46,67%) de silicosis complicada y una significación de 0,046.

No se observaron diferencias significativas respecto riesgo de desarrollar silicosis acelerada en los trabajadores expuestos a polvo de sílice proveniente del uso de conglomerados de cuarzo ($p = 0,14$). Solo dos casos expuestos a conglomerados de cuarzo presentaron este tipo de silicosis en los expuestos.

Características individuales y tipo de silicosis

Para establecer las características individuales que determinan una mayor susceptibilidad a desarrollar silicosis complicada y/o acelerada, se realizaron los cálculos que involucraron las variables: edad, edad al inicio de exposición, tiempo de exposición, hábito tabáquico, índice paquete/año, cardiopatía, TBC, asma y EPOC.

Edad y tiempo de exposición

Respecto a la edad al momento de inclusión en el estudio, la edad al inicio de exposición y el tiempo de exposición a polvo de sílice de las diferentes fuentes, no se encontraron diferencias significativas que determinen un mayor riesgo de padecer silicosis complicada y/o acelerada ($p = 0,47$ para silicosis complicada; $p = 0,69$ para silicosis acelerada).

No se encontró asociación entre la edad al inicio de la exposición y el tipo de silicosis desarrollada ni con el tiempo de exposición a polvo de sílice frente al tipo de silicosis, con p valores de 0,13 y 0,34 respectivamente, calculados mediante ANOVA.

Tabaquismo

No se observaron diferencias respecto al hábito tabáquico y el tipo de silicosis desarrollada ($p = 0,46$). Tampoco se observó un mayor riesgo dependiente del índice paquete/año en los casos mediante el cálculo de ANOVA ($p = 0,32$).

Cardiopatía, TBC, Asma y EPOC

Los antecedentes de las diferentes comorbilidades estudiadas no influyeron en el tipo de silicosis padecida [enfermedad cardiovascular ($p = 0,11$); TBC ($p = 0,78$), EPOC ($p = 0,74$)]. No se detectaron antecedentes de asma en los casos.

Puesto de trabajo y tipo de silicosis

No se observaron diferencias estadísticamente significativas que relacionen tareas específicas de los diferentes puestos de trabajo estudiados frente a los tipos de silicosis desarrollada ($p = 0,36$). Al analizar individualmente los tipos de silicosis complicada y acelerada se comprobó de igual forma que no existió tal asociación, ($p = 0,28$ y $p = 0,57$ respectivamente).

Características de los tipos de silicosis

Los tipos de silicosis observados en el estudio se presentan en la Tabla 6:

Tabla 6: Tipos de silicosis

		Categoría de las masas		Total	Tipo de
		A	B		
Tipo de silicosis	Crónica complicada	7	2	9	Total
	Silicosis acelerada	0	2	2	
Total		7	4	11	

Para describir las características de los tipos de silicosis observados se estudió la presencia de masas de fibrosis pulmonar y su categoría, así como la función pulmonar medida mediante el FEV1 obtenido en la espirometría practicada durante el reconocimiento médico.

Se observaron 7 casos (77,78%) de masas de categoría A y 2 (22,22%) de categoría B en trabajadores con silicosis crónica complicada, por otra parte, los 2 casos (100%) de trabajadores con silicosis acelerada presentaron masas de categoría B; la significación estadística de estas observaciones fue de 0,04.

Las observaciones respecto a las masas de FMP encontradas según el tipo de silicosis se reflejan en la Tabla 7.

Tabla 7: Categoría de las masas FMP

		Categoría de las masas		Total
		A	B	
Tipo de silicosis	Crónica complicada	7	2	9
	Silicosis acelerada	0	2	2
Total		7	4	11

No se encontró relación entre al tipo de silicosis desarrollada y la función pulmonar medida en la espirometría mediante el FEV1 ($p = 0,53$ para silicosis crónica complicada y $p = 0,31$ para silicosis acelerada), sin embargo, se observó correlación entre el tiempo de exposición a polvo de sílice y una disminución progresiva de la capacidad pulmonar, observándose un descenso del FEV1 de $-0,618$ mL por cada año de exposición ($p < 0,001$).

Se observaron diferencias significativas respecto función pulmonar de acuerdo al tipo de exposición, determinándose una menor capacidad pulmonar en los expuestos a roca ornamental ($FEV1 = 2768,67$ mL \pm 922,32) con una diferencia de medias de 1029,33 mL respecto al grupo expuesto a conglomerados de cuarzo.

Del mismo modo, se encontró una correlación entre la edad al momento de inclusión en el estudio y la función pulmonar con un descenso de FEV1 de $-0,749$ mL por cada año de edad ($p < 0,001$).

Discusión

La muestra seleccionada del registro de trabajadores que realizan seguimiento en el Instituto Nacional de Silicosis tiene una serie de características que permitieron diferenciar al colectivo de trabajadores expuestos a polvo de sílice proveniente de conglomerados de cuarzo frente a los expuestos a roca ornamental en su lugar de trabajo. La muestra de trabajadores expuestos a conglomerados de cuarzo consistió en un grupo con una media de edad menor que la del grupo de expuestos a roca ornamental, esto influyó en que el tiempo de exposición al momento de la realización del estudio fuera mayor en el grupo de expuestos a roca ornamental, con una diferencia de medias de 15,13 años \pm 1,88 ($p < 0,001$). Estas diferencias encontradas tanto en la edad al momento de inclusión en el estudio como la del tiempo de exposición puede corresponderse a que el sector de los conglomerados de cuarzo es relativamente nuevo respecto a los métodos tradicionales de explotación de roca ornamental (granito y pizarra)^(3,4,12), por lo que los trabajadores de este sector pertenecen a empresas generalmente más nuevas. A pesar de esta observación, se observó una mayor frecuencia de silicosis complicada (46%) y silicosis acelerada (13,33%) en los casos expuestos a conglomerados de cuarzo frente a los expuestos a roca ornamental, en los que dicho porcentaje fue de 13,33% para silicosis complicada y 0% para silicosis acelerada. Se requiere un mayor esfuerzo de carácter mundial para controlar las fuentes conocidas y emergentes de exposición a la sílice. El aumento de casos de silicosis asociados a la utilización de conglomerados de cuarzo es un claro ejemplo de la necesidad de mantener un alto nivel de precaución cuando se utilizan materiales que contienen sílice. Siempre que sea posible, estos materiales deben eliminarse o sustituirse por alternativas más seguras⁽⁴⁾.

En la manipulación de los conglomerados son más típicas las tareas de acabado y tallado del material previamente aglomerado mediante otro procedimiento industrial, destacando puestos como el de pulidor y colocador, mientras las tareas de extracción de la roca ornamental son más similares a las labores tradicionales de minería en las que se extrae el material de canteras de granito y pizarra, destacando los puestos de picador, barrenista y serrador entre otros. Los puestos de trabajo más frecuentemente observados en los participantes de esta investigación fueron similares a los encontrados por otras investigaciones, en las que destacaron las tareas de acabado en la industria de los conglomerados de cuarzo, frente a las tareas de extracción del mineral en las de roca ornamental^(13,14).

Con los resultados obtenidos en este estudio se corrobora la principal hipótesis de la investigación, al observarse mayor riesgo de silicosis complicada en los trabajadores expuestos a polvo de sílice proveniente del uso de conglomerados de cuarzo frente a los expuestos a polvo de sílice de roca ornamental, con el asociado desarrollo de masas de FMP. Otros estudios reflejan datos similares de estas complicaciones en reportes de casos a nivel internacional^(15,16). Observaciones diferentes han sido las realizadas por Pérez-Alonzo et al (2014) y Pascual et al (2011) en el que el tipo de silicosis padecida por los trabajadores expuestos a estos conglomerados fue la forma crónica simple^(2,13).

En este estudio no se observó asociación entre la exposición a conglomerados de cuarzo y el riesgo de silicosis acelerada, a diferencia de los resultados encontrados por Martínez et al (2019) y Guarniere et al (2019) en cuyos estudios se observó una mayor prevalencia de este tipo de silicosis^(1,9), sin embargo, la diferencia fundamental en estas observaciones radica en el tiempo de exposición de las muestras evaluadas, ya que en la presente investigación los trabajadores valorados tenían un tiempo de exposición superior a 16 años al momento de su primer reconocimiento médico en el Instituto Nacional de Silicosis. Otras investigaciones describen presentaciones de silicosis más agresivas y con mayor afectación de la función pulmonar en periodos de exposición inferiores a 10 años por lo que sería conveniente diseñar estudios similares en poblaciones con menor tiempo de exposición.

Informes preliminares de trabajadores de conglomerados de cuarzo señalaron que una proporción significativa tenía una radiografía de tórax normal a pesar de las características de silicosis en la tomografía de alta resolución. Los protocolos de vigilancia de la salud se han desarrollado para identificar las características precoces de la silicosis crónica. Estas medidas, en particular el uso de radiografías de tórax, no han sido suficiente para evaluar a los trabajadores que han estado expuestos a altos niveles de polvo respirable de sílice proveniente del uso de conglomerados de cuarzo⁽¹⁵⁾. Por este motivo, es fundamental el diseño y ejecución temprana de estrategias de vigilancia de la salud en los trabajadores expuestos.

Es posible encontrar diferentes factores de confusión que intervienen en el desarrollo de silicosis como es el caso del hábito tabáquico⁽¹⁷⁾, sin embargo en este estudio el tabaquismo no se asoció significativamente con un mayor riesgo de desarrollar silicosis. Así mismo se descartó la asociación de otras comorbilidades detectadas frente al tipo de silicosis desarrollada como el antecedente de cardiopatía, TBC, asma y EPOC.

Respecto a las características individuales evaluadas y los datos de función pulmonar recogidos, los resultados observados son compatibles con los detectados en otras investigaciones, en las que también se distinguió un deterioro progresivo de la función pulmonar en los trabajadores expuestos a conglomerados de cuarzo^(1,9).

La exposición a altas concentraciones de polvo de sílice presentes en los conglomerados artificiales de cuarzo puede producir un deterioro rápidamente progresivo de la función pulmonar en los trabajadores expuestos, manifestándose en formas más agresivas y aceleradas de la enfermedad^(10,15,18,19). Los hallazgos de esta investigación reflejan una correlación entre el deterioro progresivo de la función pulmonar y la exposición al polvo de sílice proveniente de los conglomerados de cuarzo, así como en función del tiempo de exposición a estos conglomerados, lo que pone de manifiesto, una vez más, la necesidad de desarrollar estrategias de vigilancia de la salud que permitan identificar precozmente a los trabajadores en riesgo de desarrollar estas formas clínicas.

El desarrollo de masas de fibrosis masiva progresiva (FMP) es una característica de las formas clínicas complicadas de la enfermedad. Los datos obtenidos en este estudio reflejan un mayor riesgo a desarrollar masa de categoría A y B en los casos expuestos a conglomerados de cuarzo frente a los expuestos a roca ornamental. En otras series de casos se han encontrado asociaciones similares entre la aparición de masas de fibrosis masiva progresiva (FMP) con la exposición al polvo de sílice proveniente del uso de piedra artificial o conglomerados de cuarzo^(16,20).

La principal limitación del estudio fue la dificultad para el acceso a la información de historias clínicas no digitalizadas correspondientes a los registros previos al año 2011 de la base de datos de INS. De igual manera, la información recogida en los registros antiguos en ocasiones se encontró incompleta o con datos perdidos, por lo que se excluyeron potenciales casos y controles que no cumplieron los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos.

Además de estas limitaciones, el desarrollo de esta investigación fue difícil por la compleja situación ocasionada por la pandemia de COVID-19, que requirió una importante demanda de tiempo y labor asistencial por parte de los investigadores para dar apoyo a sus respectivas Unidades de Salud Laboral, comprometiendo el tiempo disponible para el trabajo en este proyecto de investigación.

Como conclusiones, se establece que existe un mayor riesgo de silicosis complicada en los trabajadores expuestos a polvo de sílice proveniente del uso de conglomerados de cuarzo frente a los expuestos a polvo de sílice de roca ornamental. No se observó relación entre el riesgo de desarrollar silicosis acelerada y la exposición a conglomerados de cuarzo en la muestra analizada.

Se observó correlación entre el tiempo de exposición a polvo de sílice y el deterioro progresivo de la función pulmonar calculada en el FEV1 de la espirometría realizada a los trabajadores durante la valoración médica efectuada.

Son necesarios estudios de cohortes prospectivas con poblaciones de características similares a las de esta investigación para conocer la evolución de las complicaciones desarrolladas y las características de los tipos de silicosis presentadas por los sujetos de estudio.

Es necesario el desarrollo de una estrategia efectiva de vigilancia de la salud colectiva para los trabajadores expuestos, con el fin de disminuir la exposición a los conglomerados de cuarzo, y en los casos que no sea posible, detectar precozmente los casos vulnerables de desarrollar formas complicadas y aceleradas de esta patología. La medición periódica de los niveles ambientales de polvo de sílice respirable es fundamental para garantizar la eficacia de las medidas de control y el cumplimiento de las normas.

Bibliografía

1. Martínez González C, Prieto González A, García Alfonso L, et al. Silicosis en trabajadores con conglomerados artificiales de cuarzo. *Arch Bronconeumol* 2019; 55: 459–464.
2. Pérez-Alonso A, Córdoba-Doña JA, Millares-Lorenzo JL, et al. Outbreak of silicosis in Spanish quartz conglomerate workers. *Int J Occup Environ Health* 2014; 20: 26–32.
3. Fernández Álvarez R, Martínez González C, Quero Martínez A, et al. Normativa para el diagnóstico y seguimiento de la silicosis. *Arch Bronconeumol* 2015; 51: 86–93.
4. Hoy RF, Chambers DC. Silica-related diseases in the modern world. *Allergy* 2020; 75: 2805–2817.
5. GDB 2016 Cause of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet Lond Engl* 2017; 390: 1151–1210.
6. Ophir N, Shai AB, Alkalay Y, et al. Artificial stone dust-induced functional and inflammatory abnormalities in exposed workers monitored quantitatively by biometrics. *ERJ Open Res* 2016; 2: 00086–02015.
7. Hoy RF, Baird T, Hammerschlag G, et al. Artificial stone-associated silicosis: a rapidly emerging occupational lung disease. *Occup Environ Med* 2018; 75: 3–5.
8. Cooper JH, Johnson DL, Phillips ML. Respirable Silica Dust Suppression During Artificial Stone Countertop Cutting. *Ann Occup Hyg* 2015; 59: 122–126.
9. Guarnieri G, Bizzotto R, Gottardo O, et al. Multiorgan accelerated silicosis misdiagnosed as sarcoidosis in two workers exposed to quartz conglomerate dust. *Occup Environ Med* 2019; 76: 178–180.
10. Rose C, Heinzerling A, Patel K, et al. Severe Silicosis in Engineered Stone Fabrication Workers - California, Colorado, Texas, and Washington, 2017-2019. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2019; 68: 813–818.
11. Guarnieri G, Salasnich M, Lucernoni P, et al. Silicosis in finishing workers in quartz conglomerates processing. *Med Lav* 2020; 111: 99–106.
12. Pérez-Alonso A, Córdoba-Doña JA, León-Jiménez A. Silicosis por aglomerados artificiales de cuarzo: claves para controlar una enfermedad emergente. *Arch Bronconeumol* 2019; 55: 394–395.

- 13.** Pascual S, Urrutia I, Ballaz A, et al. Prevalencia de silicosis en una marmolería tras la exposición a conglomerados de cuarzo. *Arch Bronconeumol* 2011; 47: 50–51.
- 14.** Leso V, Fontana L, Romano R, et al. Artificial Stone Associated Silicosis: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health* 2019; 16: E568.
- 15.** Hoy RF, Baird T, Hammerschlag G, et al. Artificial stone-associated silicosis: a rapidly emerging occupational lung disease. *Occup Environ Med* 2018; 75: 3–5.
- 16.** León-Jiménez A, Hidalgo-Molina A, Conde-Sánchez MÁ, et al. Artificial Stone Silicosis: Rapid Progression Following Exposure Cessation. *CHEST* 2020; 158: 1060–1068.
- 17.** Gamble JF, Hessel PA, Nicolich M. Relationship between silicosis and lung function. *Scand J Work Environ Health* 2004; 30: 5–20.
- 18.** Paolucci V, Romeo R, Sisinni AG, et al. Silicosis en trabajadores expuestos a conglomerados artificiales de cuarzo: ¿es distinta a la silicosis crónica simple? *Arch Bronconeumol* 2015; 51: e57–e60.
- 19.** Martínez C, Prieto A, García L, et al. Silicosis, una enfermedad con presente activo. *Arch Bronconeumol* 2010; 46: 97–100.
- 20.** Jones CM, Pasricha SS, Heinze SB, et al. Silicosis in artificial stone workers: Spectrum of radiological high-resolution CT chest findings. *J Med Imaging Radiat Oncol* 2020; 64: 241–249.