

**Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para
Neumoconiosis
(Silicosis, Neumoconiosis del minero de carbón y Asbestosis)
(GATI- NEUMO)**



Ministerio de la Protección Social
República de Colombia



SUBCENTRO DE SEGURIDAD SOCIAL Y RIESGOS PROFESIONALES
VICERECTORIA ACADÉMICA – EDUCACIÓN CONTINUA

**Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para
Neumoconiosis
(Silicosis, Neumoconiosis del minero de carbón y Asbestosis)**

ISBN 978-958-98067-3-9

Guía de atención integral basada en la evidencia para neumoconiosis (silicosis neumoconiosis del minero de carbón y asbestosis)

Autor Institucional: Ministerio de la Protección Social

Ministerio de la Protección Social

Año de la publicación: 2006

Bogotá, Diciembre de 2006

© Derechos reservados

La reproducción total o parcial de este documento, puede realizarse previa autorización del Ministerio de la Protección Social.

Interventoría: Francisco José Tafur Sacipa, Dirección General de Riesgos Profesionales, Ministerio de la Protección Social

Impresión:



Ministerio de la Protección Social
República de Colombia

DIEGO PALACIO BETANCOURT
Ministro de la Protección Social

RAMIRO GUERRERO CARVAJAL
Viceministro Técnico

BLANCA ELVIRA CAJIGAS
Viceministro de Salud y Bienestar (E)

JORGE LEÓN SÁNCHEZ MESA
Viceministro de Relaciones Laborales

ROSA MARIA LABORDE CALDERÓN
Secretaria General

MARCELA GIRALDO SUAREZ
Directora General de Riesgos Profesionales



SUBCENTRO DE SEGURIDAD SOCIAL Y RIESGOS PROFESIONALES
VICERECTORIA ACADÉMICA – EDUCACIÓN CONTINUA

Directora del Proyecto

BERTHA EUGENIA POLO ALVARADO

Médico Especialista en Salud
Ocupacional

Equipo Base de Investigación

OSCAR NIETO ZAPATA

Médico MSc en Salud Ocupacional

ADRIANA CAMACHO HERRERA

Médico Especialista en Salud
Ocupacional

JORGE HUMBERTO MEJÍA ALFARO

Médico Epidemiólogo

ALVARO DE JESUS ARAQUE

Ingeniero Químico. Especialista en
Seguridad, Higiene y Gestión Ambiental

JULLY MARIANA SANCHEZ

Médico Especialista en Neumología

IVÁN SOLARTE RODRIGUEZ

Médico Especialista en Medicina Interna
y Neumología

PRESENTACIÓN

La Dirección General de Riesgos Profesionales del Ministerio de la Protección Social publicó en el año 2004 el informe de enfermedad profesional en Colombia 2001 – 2002, en el cual se define un plan de trabajo cuyo objetivo fundamental es **incrementar el diagnóstico y prevenir las enfermedades profesionales de mayor prevalencia en Colombia**. Dicho plan de trabajo fue incluido en el Plan Nacional de Salud Ocupacional 2.003 – 2.007, refrendando de esta manera el compromiso del Ministerio frente al tema de la prevención de las enfermedades profesionales.

El seguimiento realizado a los diagnósticos de enfermedad profesional, durante el período comprendido entre los años 2001 a 2005, permite llegar a las siguientes conclusiones: a) se consolida el síndrome del conducto carpiano como la primera causa de morbilidad profesional en el régimen contributivo. Dicha patología pasó de representar el 27% de todos los diagnósticos en el año 2.001, a representar el 32% de los diagnósticos realizados durante el año 2.004, presentando una tendencia continua al incremento; b) el dolor lumbar continua siendo la segunda causa de morbilidad profesional reportada por las EPS, su porcentaje se incremento entre el año 2.001 al 2.003, pasando de 12% al 22% y se redujo en el año 2.004 cuando representó el 15% de los diagnósticos. Lo anterior, tal vez se puede explicar debido al aumento de otro diagnóstico relacionado: los trastornos de disco intervertebral, los cuales se han incrementado de manera notable durante los años 2.003 y 2.004; c) la sordera neurosensorial ocupó el tercer lugar durante los años 2.001 a 2.003, pero en el año 2.004 fue desplazada al cuarto lugar por los trastornos de disco intervertebral, los cuales se triplicaron al pasar de 3% durante el año 2.002 a 9% durante el año 2.004; y d) tres diagnósticos merecen destacarse por su tendencia continua al incremento durante los años 2.002 a 2.004, ellos son síndrome de manguito rotador, epicondilitis y tenosinovitis del estiloides radial (De Quervain).

Cuando se agrupan los diagnósticos por sistemas se hace evidente que los desórdenes músculo esqueléticos (DME) son la primera causa de morbilidad profesional en el régimen contributivo del SGSSS, además con una tendencia continua a incrementarse, pasando de representar el 65% durante el año 2.001 a representar el 82% de todos los diagnósticos realizados durante el año 2.004. Estos DME están afectando dos segmentos corporales miembro superior y columna vertebral.

Este panorama de la morbilidad profesional sustenta la elaboración de las cinco Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional basadas en la evidencia (GATI-SO) que el Ministerio de la Protección Social entrega a los actores del Sistema Integral de la Seguridad Social: 1) GATI para desórdenes músculo esqueléticos relacionados con movimientos repetitivos de miembros superiores; 2) GATI para

hipoacusia neurosensorial inducida por ruido en el lugar de trabajo; 3) GATI para dolor lumbar inespecífico y enfermedad discal relacionados con manipulación manual de cargas y otros factores de riesgo en el lugar de trabajo; 4) GATI para hombro doloroso relacionado con factores de riesgo en el trabajo; y 5) GATI para neumoconiosis.

Las mencionadas Guías, como su nombre lo indica, se han elaborado desde un enfoque integral, es decir, que emiten recomendaciones basadas en la mejor evidencia disponible para prevenir, realizar el diagnóstico precoz, el tratamiento y la rehabilitación de los trabajadores en riesgo de sufrir o afectados por las enfermedades profesionales objeto de las GATI.

Este enfoque involucra a las diferentes disciplinas de la salud ocupacional, desde las cuales se concretan las intervenciones para el control de los factores de riesgo ocupacional. Es así, como la prevención de las neumoconiosis y de la hipoacusia neurosensorial se aborda fundamentalmente desde la higiene industrial, mientras que la prevención de los desórdenes musculoesqueléticos se acomete desde la ergonomía. La vigilancia de la salud de los trabajadores se realiza desde la medicina del trabajo y el diagnóstico precoz y tratamiento implica a las diferentes especialidades médicas. Finalmente la rehabilitación hace énfasis en lo laboral sin olvidar el enfoque integral propuesto por el Manual Guía de Rehabilitación.

La metodología para la construcción de estas guías se basó en la utilizada para la elaboración de guías de práctica clínica, que involucra el rigor científico de la Medicina Basada en la Evidencia (MBE). La MBE es una disciplina que aporta herramientas para mejorar la toma de decisiones en salud, tanto aquellas que deben adoptarse en la atención individual del paciente, como las que comprometen a un servicio clínico, a un hospital, o a una red de prestadores. La MBE en un comienzo estuvo orientada al manejo de los pacientes individuales por parte de los clínicos tratantes, se ha extendido a la toma de decisiones en todos los niveles de los sistemas de salud, incluidos los de salud pública y salud ocupacional. La MBE puede concebirse como el uso consciente, explícito y juicioso de la mejor evidencia disponible actualmente, en la toma de decisiones acerca del cuidado de pacientes individuales.” (Sackett, 1996).

Dicha metodología involucró una fase de planeación, de búsqueda, clasificación y valoración de la evidencia, de formulación de las recomendaciones preliminares y de validación. Esta última se llevó a cabo a través de evaluación por pares y de discusiones públicas, en las que participaron en promedio 40 asistentes, con representación de los diferentes actores del Sistema de Seguridad Social Integral: EPS, ARP, Sociedades, Academia, Trabajadores, empleadores, IPS, ETC. Lo anterior garantiza la aceptación de las Guías por parte de los potenciales usuarios.

De esta manera el Ministerio de la Protección Social suministra cinco Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional basadas en la evidencia, con la seguridad de que constituyen un aporte fundamental al desarrollo científico y tecnológico de la práctica de la salud ocupacional en Colombia, y con la certeza de que se

erigirán en una herramienta fundamental para la prevención de las enfermedades profesionales de mayor frecuencia en el país.

Marcela Giraldo Suárez
Director General de Riesgos Profesionales

SUBCENTRO DE SEGURIDAD SOCIAL Y RIESGOS PROFESIONALES
VICERECTORIA ACADÉMICA – EDUCACIÓN CONTINUA

Directora

BERTHA EUGENIA POLO ALVARADO, Médico Especialista en Salud Ocupacional

Equipo Base de Investigación

OSCAR NIETO ZAPATA, Médico MSc en Salud Ocupacional

ADRIANA CAMACHO HERRERA, Médico Especialista en Salud Ocupacional

JORGE HUMBERTO MEJÍA ALFARO, Médico Epidemiólogo

ALVARO DE JESÚS ARAQUE. Ingeniero Químico. Especialista en Seguridad, Higiene y Gestión Ambiental.

JULLY MARIANA SANCHEZ Médico Especialista en Neumología

IVÁN SOLARTE RODRIGUEZ Médico Especialista en Medicina Interna y Neumología

Asesores Metodológicos

Juan Manuel Lozano. Médico Pediatra, MSc Epidemiología Clínica.

Rodolfo Dennis Médico Neumólogo MSc Epidemiología Clínica

Participantes en las validaciones

Edgar Velandia B.- FASECOLDA

Rubén Reyes – Liberty ARP

Carlos Ceballos – SURATEP

Juan Manuel Puerto - LA EQUIDAD Seguros O.C.

Sandra Liliana Quintero - PreviATEP

Angela Marulanda– Colpatria ARP

Fúlver Amado Zárate – ARP Instituto de Seguros Sociales

Alfredo Pasuy Arciniegas – ARP ALFA

Humberto Gómez Adaime – La Previsora Vida ARP

Patricia Bravo – BOLIVAR ARP

Jairo Jiménez – BOLIVAR ARP

José David Mejía - COMFENALCO VALLE

Angela Reyes – Grupo SALUDCOOP

Fernando Galindo – Grupo SALUDCOOP

Claudia Azuero – EPS SANITAS

Cristian Alonso Ramírez – EPS FAMISANAR

Carlos Alberto Hurtado - SALUDVIDA EPS

Jeanette Jurado – SALUD TOTAL

Adriana Acevedo – COLMEDICA

Mireya Rodríguez – COLMEDICA

Diana Constanza Cuervo – COLMEDICA

Adriana Velásquez – COMPENSAR EPS

Norma Vargas Acosta – SOS EPS

Luisa Marcela Arévalo L. – SUSALUD

Clara Inés Herrera – RED SALUD EPS

Angela Susana Piñeros – Hospital San José

Edgar Gómez – Universidad del Valle

Leonardo Briceño – Universidad del Rosario

Juan Sebastián Ortiz - Universidad del Rosario

Claudia Patricia Carreño - UPTC de Tunja

Maria Teresa Espinosa. – Universidad El Bosque
Enrique Guerrero - – Universidad El Bosque
Mayaris Pizarro B. – Universidad Nacional
Agustín Vega – Universidad Distrital
Edna Sánchez – Universidad Manuela Beltrán
Asociación Colombiana de Empresas de Medicina Integral –ACEMI
Carmen Moreno - ANEC
José Delgadillo – Confederación de Pensionados de Colombia CPC
Wilmar Estrada Gil – Maxiflores LTDA
Moisés Guerrero – Instituto Nacional de Salud
Silvia Helena Rodríguez - Sociedad Colombiana de Medicina del Trabajo
Jorge Estrada – Eternit
Rigoberto Quinchía – E y C Ambiental
Sergio Toro – SUTIMAC
Libardo Sandoval – SUTIMAC

FECHA EN LA CUAL SE TERMINÓ DE ELABORAR: Noviembre 30 de 2006
VALIDA HASTA: Noviembre 30 de 2009.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN ESTRUCTURADO DE LA GUIA.....	12
CONFLICTO DE INTERÉS.....	16
INTRODUCCION	17
1. OBJETIVO	20
2. METODOLOGIA	20
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	20
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA EMPLEADA PARA FORMULAR LAS PREGUNTAS DE LA GUÍA	20
2.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS UTILIZADAS PARA BUSCAR LA EVIDENCIA	21
2.4 DESCRIPCIÓN DE PROCESO PARA SELECCIONAR, REVISAR Y LA RESUMIR LA EVIDENCIA	21
2.5 CALIFICACIÓN DE LA EVIDENCIA. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO UTILIZADO POR EL GRUPO PARA EMITIR LAS RECOMENDACIONES	22
2.6 FORMULACIÓN DE RECOMENDACIONES CON NIVELES DE EVIDENCIA Y GRADO DE RECOMENDACIÓN	25
2.7 BENEFICIOS, RIESGOS Y COSTOS.....	27
2.8 DESCRIPCIÓN DE PROCESO UTILIZADO PARA VALIDAR LAS RECOMENDACIONES.....	28
2.9 SEGUIMIENTO Y ACTUALIZACIÓN DE LA GUÍA	28
3. POBLACIÓN USUARIA	29
4. POBLACIÓN OBJETO	29
5. RESUMEN DE LAS RECOMENDACIONES ALGORITMO	30
5.1 VIGILANCIA AMBIENTAL	30
5.2 VIGILANCIA MÉDICA.....	33
5.3 RESUMEN DE LAS RECOMENDACIONES	33
6. MARCO CONCEPTUAL.....	36
6.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS AGENTES	36

6.2 DEFINICIONES Y CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS DE LAS ENFERMEDADES ASOCIADAS .. 38

7. RECOMENDACIONES..... 43

7.1 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS 43

7.2 INTERVENCIONES PARA EL CONTROL DE LOS FACTORES DE RIESGO..... 69

7.3 VIGILANCIA DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES 83

7.4 DIAGNÓSTICO 100

7.5 TRATAMIENTO..... 111

7.6 REHABILITACIÓN 113

BIBLIOGRAFÍA 116

APENDICES 127

RESUMEN ESTRUCTURADO DE LA GUIA

Objetivo. Emitir recomendaciones basadas en la evidencia para el manejo integral (promoción, prevención, detección precoz, tratamiento y rehabilitación) de tres FORMAS DE NEUMOCONIOSIS (silicosis, neumoconiosis del minero de carbón y asbestosis) asociadas con la exposición laboral a sílice, carbón y asbestos respectivamente.

Definición de la patología. Neumoconiosis (CIE 10: J64) Se define como “la acumulación de polvo en los pulmones y las reacciones tisulares provocadas por su presencia”. Usualmente se asocia con períodos de latencia prolongados que pueden ir de meses hasta décadas. Se excluyen por convención de esta definición, entidades tales como cáncer, asma, bronquitis o enfisema.

Alcance: La GATI-NEUMO trata sólo de las Neumoconiosis producidas por sílice, asbestos y carbón en el lugar de trabajo, sin incluir, por tanto, las otras patologías relacionadas con la exposición a estos agentes como bronquitis ó cáncer, entre otras. Aunque las recomendaciones fueron emitidas para la promoción, la prevención, la detección precoz, el tratamiento y la rehabilitación de las tres neumoconiosis, esta guía aporta elementos que contribuyen en los procesos relacionados con la determinación del origen y de pérdida de capacidad laboral. Las recomendaciones pretenden orientar la buena práctica del quehacer de los usuarios de la guía, no adoptarlas deberá tener una justificación suficientemente soportada, en tanto que evalúan la mejor evidencia disponible.

Opciones. Se consideraron las opciones de los factores de riesgo, las diferentes alternativas de promoción y prevención, los aspectos de vigilancia, algunas de las estrategias de diagnóstico, manejo y rehabilitación.

Desenlaces. Las consecuencias evaluadas fueron el grupo de neumoconiosis compuesto por la silicosis, la neumoconiosis del minero de carbón y la asbestosis, algunas de sus complicaciones y su repercusión sobre la salud y desempeño laboral de los trabajadores.

Valores. En el desarrollo de esta guía no se utilizaron técnicas de maximización de utilidades ni se incorporó la opinión de la población objeto. La valoración de la importancia de los desenlaces la hicieron los autores y no se utilizaron técnicas explícitas de análisis de decisiones en las que se comparan riegos-costos y utilidades.

Metodología. La evidencia se obtuvo mediante la búsqueda exhaustiva en bases de datos especializadas, realizada por el epidemiólogo asesor metodológico, orientada por una serie de preguntas relacionadas con la

promoción, la prevención, el diagnóstico, el tratamiento y la rehabilitación de las tres Neumoconiosis (Silicosis, asbestosis y Neumoconiosis del minero de carbón), formuladas por el equipo de trabajo. Los artículos se clasificaron de acuerdo con: el tipo de estudio, la calidad del artículo, el nivel de evidencia: que aportaba, y finalmente se evaluaron con base en la lista de chequeo ajustada para este fin (Ver diagrama de flujo 1 y apéndice 1) Luego en trabajo conjunto con todos los miembros del equipo se realizó una valoración de dichas calificaciones.

Beneficios, riesgos y costos. Con la implementación de esta guía se obtendrán beneficios para los empleadores y los trabajadores, principalmente desde el punto de vista preventivo, con la disminución en la incidencia y en la prevalencia de las NEUMOCONIOSIS. Igualmente al clarificar y unificar los sistemas de registro, se dispondrá de una estadística real acerca de la magnitud del problema, y al hacer el proceso más estandarizado, se logrará disminuir tiempo y recursos, tanto en la realización de los diagnósticos, como en la decisión terapéutica de cada caso. Con todos esos aspectos, junto con la corrección de las condiciones generadoras del riesgo e incentivando el reintegro laboral temprano, se logrará contribuir directamente a reducir los costos por carga de enfermedad en el Sistema de Salud Colombiano.

Los riesgos que pueden derivarse de la aplicación de la guía se relacionan con la toma de radiografías y la toma de la espirometría.

Aunque un estudio formal de las consecuencias de implementar la guía, en cuanto a los costos y el impacto, trasciende al presente ejercicio, se cree que los costos que se puedan derivar de ello, se relacionan directamente con la verificación de la adherencia a las recomendaciones por parte de la población usuaria, la evolución de las condiciones ambientales, implementación de los controles, principalmente los de ingeniería y de los programas de vigilancia médica que se recomiendan y que involucran la participación activa de profesionales de varias disciplinas y de los trabajadores (incluye la capacitación y actualización). Adicionalmente, se derivan de la búsqueda activa de casos para la intervención precoz y oportuna, así como de la aplicación de las opciones terapéuticas. También se impactarán los costos del sistema por la implementación de programas de rehabilitación integral.

Diagramas de flujo de la intervención ambiental y vigilancia médica. Ver diagramas de flujo 2 y 3 más adelante.

Resumen de Recomendaciones Clave. La totalidad de las recomendaciones se presenta resumida en el numeral 5.3 y de manera detallada en el capítulo 7 de este documento.

- En la evaluación del riesgo para la salud derivado de la exposición al sílice, el polvo de carbón y los asbestos, se recomienda tener en cuenta las propiedades físicas y químicas de los agentes y la interacción de las
-

mismas con el organismo, así como las condiciones del ambiente de trabajo (espacios abiertos o cerrados), sistemas de control instalados (ventilación industrial, humectación), concentración de las partículas en el aire respirable, forma y tamaño de las partículas, porcentaje de formas geométricas de la sílice en el caso de polvos minerales y de carbón y duración de la exposición.

- Para la estimación de la concentración en el aire de polvos y fibras causantes de neumoconiosis se recomiendan los métodos específicos mencionados en la recomendación 7.1.3.
- Ante diferentes criterios internacionales en cuanto a los niveles de referencia o valores límites permisibles, se sugiere que se aplique aquel que mejor favorezca la salud del trabajador. Los valores indicados deben ser revisados anualmente y deben ajustarse cuando las jornadas de trabajo son diferentes a las 8 horas día o 40 horas a la semana, utilizando el modelo matemático desarrollado por Brief & Scala (1986).
- Se debe definir la periodicidad de las evaluaciones ambientales con base en la concentración de los agentes encontradas en los lugares de trabajo.
- Se recomienda la aplicación de medidas de control técnico y administrativa como estrategias para el control de los riesgos de exposición a polvos y fibras en los sitios de trabajo.
- Los elementos de protección personal respiratoria deben utilizarse como medida provisional mientras se establecen medidas de ingeniería en la fuente y en el medio y deben poseer el etiquetado de aprobación NIOSH/MSHA.
- Se recomienda que todos aquellos trabajadores expuestos a agentes etiológicos de neumoconiosis sean objeto de un programa de vigilancia médica, con los siguientes componentes mencionados en las recomendaciones 7.3.1 – 7.3.3.
- Se recomienda establecer un programa de seguimiento postocupación para los trabajadores que hayan estado expuestos a asbesto y a sílice.
- De acuerdo con los resultados de los exámenes recomendados en la aproximación inicial de una paciente con neumoconiosis, puede ser necesario complementarlas con otras pruebas de función pulmonar, imágenes diagnósticas e incluso estudios invasivos tales como fibrobroncoscopia, o biopsias.

Validación. El proceso de validación de la guía comprendió la revisión por pares externos y dos reuniones de discusión pública. Con 10 días de anticipación a las dos (2) reuniones de discusión pública de la guía, llevadas a cabo en Bogotá, se remitieron cada una de las versiones preliminares de la GATI-NEUMO junto con el instrumento para su evaluación, a los diferentes actores del SSSI, al igual que a las asociaciones y sociedades científicas y profesionales relacionadas con la temática objeto de la guía, universidades, agremiaciones, centrales obreras y sindicatos, empresas y profesionales independientes. Las observaciones de los participantes fueron analizadas, discutidas y definida su inclusión en la guía por el grupo de trabajo y la

interventoría. Aquellas recomendaciones que fueron acogidas se sometieron al proceso metodológico descrito anteriormente.

Patrocinador. Este proyecto fue financiado en su totalidad por el Fondo de Riesgos Profesionales del Ministerio de la Protección Social. El interventor del contrato por parte del Ministerio fue el Dr. Francisco José Tafur Sacipa.

CONFLICTO DE INTERÉS.

Los conflictos de interés se presentan cuando un autor o las instituciones a las que esté afiliado tienen relaciones económicas o personales que influyen inadecuadamente (sesgan) sus juicios o acciones, y existen independientemente de que el individuo en cuestión crea que las mencionadas relaciones pueden afectar o no su juicio. Estos conflictos son inevitables en la práctica y rara vez descalifican a un autor para participar en el desarrollo de un trabajo como el de la presente Guía, por lo que no se aspira a eliminarlos, pero se considera que es importante advertir a los lectores sobre cualquier conflicto potencial.

En consecuencia, a todos los involucrados en el proceso de creación de la Guía se les pidió hacer explícitas todas las relaciones que puedan ser origen potencial de conflictos de interés mediante el diligenciamiento del formato correspondiente.

El resultado de la indagación a cada uno de los autores se presenta en el siguiente cuadro

AUTORES Y ASESORES	a	b	c	d	e	f	g
Iván Solarte	x						x
Jully Mariana Sánchez	x						x
Alvaro de Jesús Araque.		x			x		x
Bertha Eugenia Polo Alvarado							
Adriana Camacho Herrera							
Oscar Nieto Zapata							
Jorge Humberto Mejía.	x				x		x
Juan Manuel Lozano.							
Rodolfo Dennis	x						x

En la tabla anterior se marca con X las respuestas afirmativas que cada uno de los autores declaró como posible conflicto de intereses.

- En los últimos cinco años he tenido actividad clínica o profesional que incluye pacientes con la patología o sitios de trabajo en los que existe el factor de riesgo objeto de la Guía
- Tengo publicaciones científicas, actividad investigadora o de consultoría en curso, en el campo del objeto de la presente Guía (con independencia del origen de su financiación)
- En los últimos cinco años he aceptado financiación o patrocinio de una organización que se pueda beneficiar de los resultados de esta Guía
- En los últimos cinco años he sido empleado de una organización que se pueda beneficiar de los resultados de esta Guía
- Poseo acciones de bolsa, bonos, etc., de una organización que se puede beneficiar de los resultados de esta Guía
- Soy autor o co-autor de alguno de los estudios mencionados en las referencias de la Guía
- En consecuencia declaro que tengo un conflicto de interés potencial

INTRODUCCION

Las enfermedades pulmonares de origen ocupacional son un capítulo de especial relevancia en el campo de la medicina clínica y ocupacional. Dentro de las entidades que han llamado una gran atención se menciona a la neumoconiosis, la cual ha sido reconocida desde la antigüedad. Dentro de las neumoconiosis que más interés han generado están la silicosis, la neumoconiosis del minero de carbón y la asbestosis, entidades que constituyen un problema importante en los países del tercer mundo donde se requiere mejorar las estrategias sobre su prevención, reconocimiento y manejo. Surge de esta manera un especial interés para desarrollar una guía que permita optimizar el reconocimiento temprano, y las medidas de prevención en aquellas situaciones que involucran el potencial de desarrollar neumoconiosis.

En Estados Unidos desde 1990 hasta 1999, la neumoconiosis fue causa contribuyente o subyacente de más de 30.000 muertes, la tasa de mortalidad por esta causa, anual y ajustada por edad fue para ese periodo de 13.2 por millón para todas las neumoconiosis y de 6.9 para asbestosis. De este grupo de enfermedades se informa que todas han disminuido su magnitud a excepción de la asbestosis que ha aumentado en cerca de 10 veces su frecuencia¹, hasta llegar a contribuir con el 52 % del total de muertes relacionadas con las neumoconiosis en EEUU.

Para el año 2000, según el estudio de carga global de enfermedad respiratoria no maligna debida a exposición ocupacional a material particulado (Driscoll et al, 2005) se calcula que la neumoconiosis derivada de la exposición a sílice, asbestos y polvo de carbón ocasiona 30.000 muertes y 1.240.000 años de vida saludables perdidos (AVAD)², siendo la antracosis la enfermedad que más contribuye con las muertes totales³.

Según la OMS, (World Health Report), en el año 2002, los factores de riesgo ocupacionales contribuyeron con 1.5 % de todos los AVAD, adicionalmente, según la misma entidad, y desde la perspectiva de la mortalidad, a las partículas en

¹ Council of state and territorial epidemiologist. Putting data to work: Occupational health indicators FOR Thirteen pilot states, 2000.

² AVAD significa años de vida perdidos ajustados por discapacidad, 1 AVAD equivale a un año de vida sin salud.

³ La silicosis causaría 9000 muertes y 490,000 años de vida saludables perdidos, la asbestosis aportaría 7.000 muertes y 380.000 Años de vida saludables perdidos, las restantes 14.000 muertes serían producidas por la antracosis, así como también respondería por 370.000 años saludables perdidos.

suspensión se les atribuye 1.6 de cada 100 muertes⁴, siendo éste el factor de riesgo ocupacional que más aporta al total de muertes.

De otro lado, desde el punto de vista legal, en el país se han expedido varias normas que están relacionadas con las patologías de interés de la presente Guía. El Decreto 1335 de 1987 establece disposiciones sobre la higiene y seguridad minera en las labores subterráneas, mientras que el Decreto 2222 de 1993 contiene disposiciones similares para las labores de minería a cielo abierto y el Decreto 35 de 1994 reglamenta acerca de las condiciones de vida, salud, higiene y seguridad de las personas que desarrollan labores en excavaciones y ambientes subterráneos, o en explotaciones mineras de cualquier índole, al igual que los procedimientos aplicables en caso de riesgo inminente, accidente o siniestro. Específicamente con respecto al asbesto, por medio de la Ley 436 de 1998, el país aprobó el Convenio 162 de la OIT sobre la utilización del asbesto en condiciones de seguridad.

Tanto la silicosis como la silicoantracosis y la asbestosis, están contempladas en el listado de enfermedades profesionales en el Decreto 1832 de 1994, en el cual además se incluyen actividades laborales en donde se podría presentar la exposición a los respectivos agentes de riesgo.

En lo relacionado con la calificación de la pérdida de capacidad laboral por alguna de estas patologías se cuenta con el Manual Único de Calificación de Invalidez (Decreto 917 DE 1999, capítulo IV, Aparato respiratorio)

Siendo que se trata de enfermedades crónicas de alto costo y que generan gran impacto por la discapacidad asociada, siguiendo los lineamientos del plan nacional de Salud Ocupacional el Ministerio de la Protección Social, establece el desarrollo de la Guía de Atención Integral para NEUMOCONIOSIS (SILICOSIS, NEUMOCONIOSIS DEL MINERO DE CARBÓN Y ASBESTOSIS) basada en la evidencia, con la cual se espera dar una respuesta eficiente y adecuada a la problemática planteada en los párrafos anteriores.

Se trata de una *guía de atención integral* basada en la evidencia, es decir una guía sobre la toma de decisiones que se les ofrece a los profesionales que tienen relación con la salud de los trabajadores sobre *acciones específicas en individuo, agente y ambiente*. Dichas acciones pueden ser de *promoción de salud* (Ej., educación, hábitos de vida saludable), *prevención primaria* (Ej., detección y modificación de factores de riesgo y otras medidas preventivas), *prevención secundaria* (Ej., tamizaje y búsqueda de casos, realización de consultas clínicas de evaluación y mantenimiento de la salud, diagnóstico e iniciación precoz de tratamiento), *prevención terciaria* (Ej.: determinación y modificación de factores pronóstico, rehabilitación).

⁴ World health report 2002. OMS, cuadro 4.9 p 92

Esta guía constituye fundamentalmente una herramienta para la toma de decisiones frente a tres NEUMOCONIOSIS (SILICOSIS, NEUMOCONIOSIS DEL MINERO DE CARBÓN Y ASBESTOSIS) asociadas con la exposición laboral a sílice, carbón y asbesto respectivamente, en la cual se recomiendan cursos de acción óptimos y eficientes (pasos críticos), pero no se definen niveles mínimos de desempeño, ni se formulan programas o políticas. Esta guía contribuye a los procesos de determinación del origen y calificación de pérdida de la capacidad laboral, pero no define metodologías o procedimientos específicos para la evaluación y el control. Dado que las recomendaciones fueron emitidas con base en la mejor evidencia disponible, no adoptarlas debería tener una justificación lo suficientemente soportada.

Se espera que el seguimiento de las recomendaciones por parte de los profesionales a quienes va dirigida la guía, permita mejorar la consistencia y la calidad de la atención que se les brinda a los trabajadores, así como la eficiencia y efectividad de la utilización de los recursos y contribuya a reducir la brecha entre la producción del conocimiento y su utilización en la práctica preventiva.

1. OBJETIVO

Emitir recomendaciones basadas en la evidencia para el manejo integral (promoción, prevención, detección precoz, tratamiento y rehabilitación) de tres formas de NEUMOCONIOSIS (silicosis, neumoconiosis del minero de carbón y asbestosis) asociadas con la exposición laboral a sílice, carbón y asbestos respectivamente.

2. METODOLOGIA

2.1 Descripción del proceso

Se partió de la selección del equipo técnico para la construcción de la guía. Una vez integrado este equipo se procedió a su estandarización en la metodología de medicina basada en la evidencia por parte de los asesores metodológicos de la Unidad de Epidemiología Clínica de la Universidad Javeriana, con quienes posteriormente se inició la formulación de las preguntas y el abordaje de la guía. Al concluir la construcción de las preguntas, se procedió a la búsqueda de la evidencia científica de manera simultánea con la construcción del marco conceptual. Cada uno de los autores temáticos se encargó de calificar la evidencia con base en la metodología proporcionada por el grupo de asesores metodológicos. Posteriormente, en reuniones de trabajo se discutieron los criterios de calificación de la evidencia y se realizó la evaluación. Para los casos en los que la evidencia no fue suficiente, se estableció consenso entre el grupo de trabajo, basado en la experiencia de cada uno de sus miembros. En ocasiones se procedió a la consulta de expertos.

2.2 Descripción de la estrategia empleada para formular las preguntas de la guía

Se elaboró un documento de estandarización técnico metodológico, en donde se definió el abordaje de la Guía como una guía de atención integral. Con base en esto y con el acompañamiento de los asesores metodológicos se procedió a elaborar un listado exhaustivo de preguntas relacionadas con el agente, el hospedero o anfitrión y el ambiente, con base en el modelo de la historia natural de la enfermedad de Leavell y Clark y teniendo en cuenta el quehacer de los usuarios de la Guía. Una vez definidas las preguntas, se procedió a buscar la evidencia disponible para cada una de ellas.

2.3 Descripción de las estrategias utilizadas para buscar la evidencia

Se utilizaron las estrategias estándar formuladas por los asesores metodológicos y desarrolladas conjuntamente con los bibliotecólogos de Universidad Javeriana.

Se utilizó el motor de búsqueda de OVID (gateway.ut.ovid.com) y se realizó la búsqueda en las siguientes bases de datos: BOOKS@Ovid, Journals@Ovid, Cochrane Database of Systematic Reviews (CDSR), American College of Physicians Journal Club (ACP Journal Club), Database of Abstracts of Reviews of Effects (DARE), Cochrane Controlled Trials Registry (CCTR), Ovid Index Medicus on Line 1966 to date (Ovid MEDLINE^(R)) y Ovid Index Medicus on Line (Ovid MEDLINE^(R)) In-Process & Other Non-Indexed Citations.

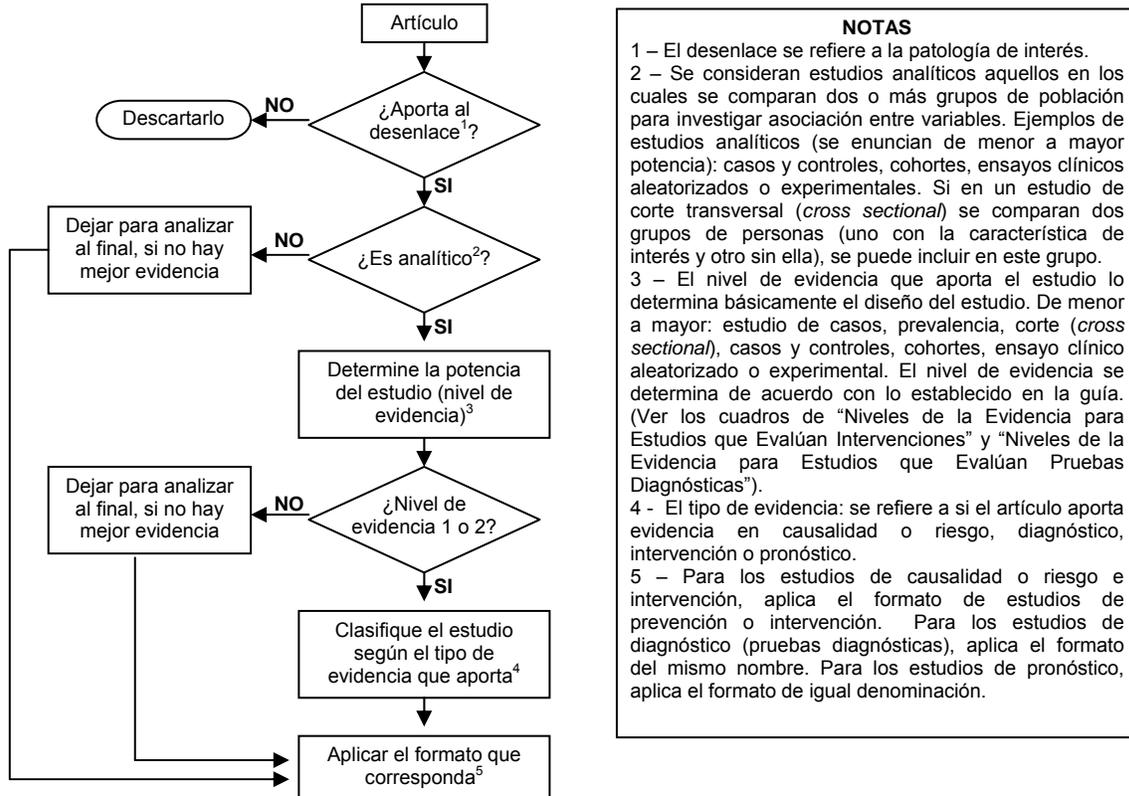
Igualmente, los autores de la presente guía realizaron búsquedas en la Internet y aportaron los documentos que tenían disponibles, una vez se iba conociendo el resultado de las consultas recién mencionadas.

Se decidió trabajar preferentemente con publicaciones en inglés y español. En total se recuperaron 270 publicaciones de artículos científicos y estudios técnicos, sin embargo, para emitir las recomendaciones se utilizaron 182 publicaciones.

2.4 Descripción de proceso para seleccionar, revisar y la resumir la evidencia

Para llevar a cabo este proceso se realizó la siguiente estrategia:

DIAGRAMA DE FLUJO 1. ANÁLISIS DE ARTÍCULOS



2.5 Calificación de la evidencia. Descripción del proceso utilizado por el grupo para emitir las recomendaciones

- **Apreciación crítica**
 - i. Se utilizó el instrumento estandarizado de evaluación de calidad metodológica desarrollado por Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN) <http://www.sign.ac.uk/methodology/checklists.html>, adaptado por el grupo de trabajo (ver Apéndice 1).
 1. Evaluación de validez interna
 2. Evaluación de calidad del diseño y de la conducción del estudio
 3. Determinación de consistencia de resultados, relevancia clínica y posibilidad de generalización
 - ii. Elaboración de tablas de evidencia: resumen de todas las evidencias validadas relacionadas con cada pregunta clave.
 - iii. Asignación de niveles de evidencia a la síntesis de evidencia relacionada con cada pregunta clave: calidad y adecuación del diseño y evaluación de calidad. Se utilizó la propuesta de gradación de evidencia

El **nivel de la evidencia** es una calificación de la calidad del conjunto de la evidencia con base en el cual se emite una recomendación. Es necesario hacer

énfasis en que lo que se pretende es calificar el conjunto de la evidencia que se logró reunir para emitir una recomendación más que cada uno de los estudios individuales que forman parte de dicha evidencia.

Se han sugerido y utilizado múltiples criterios y escalas para establecer el nivel de la evidencia y el grado de las recomendaciones. Si bien hay marcadas diferencias entre estos sistemas todos ellos tienen el mismo propósito. A continuación se presenta un sistema para calificar el nivel de la evidencia y el grado de las recomendaciones modificado de lo disponible en las siguientes fuentes:

- National Institute for Health and Clinical Excellence. Guideline development methods. Chapter 7: Reviewing and grading the evidence. <http://www.nice.org.uk/page.aspx?o=guidelinetechicalmanual> (fecha de consulta: Febrero 24 de 2006)
- New Zealand Guidelines Group. Handbook for the preparation of explicit evidence-based clinical practice guidelines. www.nzgg.org.nz (fecha de consulta: Febrero 24 de 2006)
- Scottish Intercollegiate Guidelines Network. A guideline developer's handbook. <http://www.sign.ac.uk/> (Fecha de consulta: Febrero 24 de 2006)

Niveles de la Evidencia para Estudios que Evalúan Intervenciones

Nivel	Tipo de Evidencia
1 ⁺⁺	<ul style="list-style-type: none">Revisiones sistemáticas o meta-análisis de ensayos controlados aleatorios (ECAs) de alta calidad (muy baja probabilidad de sesgos)ECAs de alta calidad (muy baja probabilidad de sesgos)
1 ⁺	<ul style="list-style-type: none">Revisiones sistemáticas o meta-análisis de ensayos controlados aleatorios (ECAs) bien conducidos (baja probabilidad de sesgos)ECAs bien conducidos (baja probabilidad de sesgos)
1 ⁻	<ul style="list-style-type: none">Revisiones sistemáticas o meta-análisis de ECAs o ECAs con alta probabilidad de sesgos*
2 ⁺⁺	<ul style="list-style-type: none">Revisiones sistemáticas de alta calidad de estudios de cohorte o de estudios de casos y controlesEstudios de cohorte o de casos y controles de alta calidad, con muy baja probabilidad de confusión, sesgos o azar y una alta probabilidad de una relación causal
2 ⁺	<ul style="list-style-type: none">Estudios de cohorte o de casos y controles bien conducidos, con baja probabilidad de confusión, sesgos o azar y una moderada probabilidad de una relación causal.
2 ⁻	<ul style="list-style-type: none">Estudios de cohorte o de casos y controles con alta probabilidad de confusión, sesgos o azar y riesgo significativo de que la relación no sea causal*
3	<ul style="list-style-type: none">Estudios no analíticos (i.e., series o reportes de casos)
4	<ul style="list-style-type: none">Consenso formal, opiniones de expertos

* Los estudios con un Nivel de evidencia: “-” no deberían usarse como base para emitir recomendaciones

Niveles de la Evidencia para Estudios que Evalúan Pruebas Diagnósticas

Nivel	Tipo de Evidencia
1 ^a	▪ Revisión sistemática (con homogeneidad ¹) de estudios de nivel 1 ²
1b	▪ Estudios de nivel 1 ²
2	▪ Revisión sistemática (con homogeneidad ¹) de estudios de nivel 2 ³ ▪ Estudios de nivel 2 ³
3	▪ Revisión sistemática (con homogeneidad ¹) de estudios de nivel 3 ⁴ ▪ Estudios de nivel 3 ⁴
4	▪ Consenso formal, opiniones de expertos, experiencia clínica sin evaluación crítica, opiniones con base en fisiología o investigación básica de laboratorio

¹ Homogeneidad significa que no hay variaciones en la dirección ni en el grado de los resultados entre los estudios individuales incluidos en la revisión, o que estas variaciones son menores.

² Son estudios de nivel 1:

- Los que usaron una comparación ciega de la prueba con un estándar de referencia (patrón de oro),
- En una muestra de pacientes que refleja la población en la que se aplicaría la prueba.

³ Son estudios de nivel 2 los que solo tienen uno de los siguientes defectos:

- Usaron un estándar de referencia pobre (la prueba en evaluación formó parte del estándar de referencia o los resultados de la prueba en evaluación influyeron en la decisión usar el estándar de referencia).
- La comparación entre la prueba y el estándar de referencia no fue ciega.
- Estudios de casos y controles.

⁴ Son estudios de nivel 3 los que tienen más de uno de los defectos mencionados en ³.

2.6 Formulación de recomendaciones con niveles de evidencia y grado de recomendación

El equipo de trabajo técnico encargado de cada una de los tópicos de la guía desarrolló las recomendaciones, teniendo en cuenta la evaluación previa de la evidencia y su experiencia. Cada recomendación venía acompañada de un resumen de la evidencia, el grado de la recomendación y la evaluación crítica de la evidencia. Posteriormente, este texto era revisado por los otros miembros del equipo, quienes se encargaron de retroalimentar el proceso. Una vez se logró el consenso, se establecieron las recomendaciones definitivas con su respectivo soporte. Se integró el documento, fue sometido a la revisión individual de cada uno de los miembros del equipo y en reunión de trabajo se debatieron y se aclararon inquietudes y conceptos. Una vez concluido el proceso se pasó a evaluación final por el equipo asesor metodológico.

Las recomendaciones han sido emitidas por el grupo de trabajo que desarrolló la guía teniendo en cuenta la fortaleza o confianza que se tiene en que, al seguir la

recomendación, se logrará más beneficio que daño en los sujetos manejados según las recomendaciones.

Este nivel se refleja en el **grado de la recomendación**, cuya escala se presenta a continuación:

Grado de las Recomendaciones	
Grado	Criterio
A	La recomendación (curso de acción) se apoya en evidencia buena La evidencia consiste en resultados de estudios de diseño adecuado para responder la pregunta de interés. En consecuencia hay razones muy firmes para suponer que los beneficios del curso de acción superan sus riesgos o sus costos.
B	La recomendación (curso de acción) se apoya en evidencia regular La evidencia consiste en resultados de estudios de diseño adecuado para responder la pregunta de interés pero hay alguna incertidumbre respecto a la conclusión debido a inconsistencias entre los resultados o a defectos menores, o La evidencia consiste en resultados de estudios con diseño débil para responder la pregunta de interés pero los resultados han sido confirmados en estudios separados y son razonablemente consistentes. En consecuencia hay razones firmes para suponer que los beneficios del curso de acción superan sus riesgos o sus costos.
C	La recomendación (curso de acción) sólo se apoya en evidencia deficiente (consensos u opiniones de expertos) Para algunos desenlaces no se han adelantado estudios y la práctica sólo se basa en opiniones de expertos.
I	No se puede emitir una recomendación debido a que no existe ningún tipo de evidencia No hay evidencia, ésta es de mala calidad o muestra gran inconsistencia. En consecuencia no se puede establecer un balance entre los beneficios y los riesgos o los costos del curso de acción.

Como es obvio, existe una relación directa entre la calidad de la evidencia y la confianza que se tiene al emitir las recomendaciones: si la evidencia es de buena calidad el grupo que elabora la GATI tiene mayor confianza en sus recomendaciones.

Adicionalmente se tuvieron en cuenta para la emisión de las recomendaciones los posibles beneficios que la aplicación de esta guía, le puedan aportar a los

trabajadores y a la productividad del país, así como los siguientes criterios referentes a la pertinencia local y a la equidad:

Los de *pertinencia local*, incluyen la aplicabilidad local, la factibilidad en términos de recursos para su aplicación, la aceptabilidad por parte de los usuarios, la población objeto y los posibles conflictos de intereses.

Los de *equidad* contemplaron, la aplicabilidad de la Guía independientemente de la afiliación al Sistema de Seguridad Social, del tamaño de la empresa, del desarrollo del programa de salud ocupacional y del tipo de vinculación laboral.

2.7 Beneficios, riesgos y costos

Con la implementación de esta guía se obtendrán beneficios para los empleadores y los trabajadores, incluidos los pensionados, principalmente desde el punto de vista preventivo, con la disminución en la incidencia y en la prevalencia de las NEUMOCONIOSIS. Igualmente al clarificar y unificar los sistemas de registro, se dispondrá de una estadística real acerca de la magnitud del problema, y al hacer el proceso más estandarizado, se logrará disminuir tiempo y recursos, tanto en la realización de los diagnósticos, como en la decisión terapéutica de cada caso. Con todos esos aspectos, junto con la corrección de las condiciones generadoras del riesgo e incentivando el reintegro laboral temprano, se logrará contribuir directamente en la reducción de los costos por carga de enfermedad en el Sistema de Salud Colombiano.

Los riesgos que pueden derivarse de la aplicación de la guía se relacionan con la toma de radiografías (aumento de la dosis poblacional de radiaciones ionizantes en la población trabajadora que se someta a la vigilancia de salud que se recomienda y sus posibles consecuencias en términos de mutaciones genéticas, cáncer y otros efectos estocásticos) y la toma de la espirometría (consecuencias de contraindicaciones no detectadas, infecciones cruzadas, neumotórax, aumento de la presión intracraneal, síncope, vértigo, dolor en el pecho, tos paroxística, broncoespasmo, desaturación de oxígeno por interrupción de terapia con este elemento). Es claro que la probabilidad de que ocurran estos desenlaces es baja, principalmente si se realizan con los criterios de calidad establecidos.

Aunque un estudio formal de las consecuencias de implementar la guía, en cuanto a los costos y el impacto, trasciende al presente ejercicio, se cree que los costos que se puedan derivar de ello, se relacionan directamente con la verificación de la adherencia a las recomendaciones por parte de la población usuaria, el monitoreo de las condiciones ambientales, la implementación de los controles, principalmente los de ingeniería y de los programas de vigilancia médica que se recomiendan y que involucran la participación activa de profesionales de varias disciplinas y de los trabajadores (incluye la capacitación y actualización). Adicionalmente, se derivan de la búsqueda activa de casos para la intervención precoz y oportuna, así

como de la aplicación de las opciones terapéuticas. También se impactarán los costos del sistema por la implementación de programas de rehabilitación integral.

2.8 Descripción de proceso utilizado para validar las recomendaciones

El equipo de trabajo sometió el documento preliminar de la guía a un debate interno cuyo resultado permitió realizar los primeros ajustes. Simultáneamente se construyó el instrumento de evaluación de la guía, utilizando como modelo la herramienta estandarizada AGREE (Appraisal of Guidelines Research & Evaluation).

El proceso de validación de la guía comprendió: la revisión por pares externos y dos reuniones de discusión pública de las versiones preliminares, efectuadas en Bogotá.

Con 10 días de anticipación a las dos (2) reuniones de discusión pública de la guía, se remitieron cada una de las versiones preliminares de la GATI-NEUMO junto con el instrumento para su evaluación (apéndice 2), a los diferentes actores del SSSI, al igual que a las asociaciones y sociedades científicas y profesionales relacionadas con la temática objeto de la guía, universidades, agremiaciones, centrales obreras y sindicatos, empresas y profesionales independientes.

En las reuniones de discusión pública, el documento se sometió a un proceso de evaluación de sus contenidos y de su validez aparente.

Las observaciones de los participantes fueron analizadas, discutidas y definida su inclusión en la guía por el grupo de trabajo y la interventoría. Aquellas recomendaciones que fueron acogidas se sometieron al proceso metodológico descrito anteriormente.

2.9 Seguimiento y Actualización de la Guía

El mecanismo de la auditoria para verificar la adherencia de los usuarios a las recomendaciones, durante el tiempo de vigencia de la Guía (3años), será establecido por el Ministerio de la Protección Social, al igual que el modo de actualización.

El mecanismo de actualización debe iniciarse con anticipación a la fecha de vencimiento, utilizando los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento de seguimiento y la revisión por parte de expertos convocados por el Ministerio de la Protección Social. Posteriormente estas conclusiones se deberán someter a consenso de expertos para establecer la necesidad y los puntos o aspectos a modificar, o actualizar, con lo que se define la aplicabilidad de la guía.

3. POBLACIÓN USUARIA

La Guía esta destinada a los especialistas de Salud Ocupacional y áreas afines, así como a los profesionales de la salud (médico del trabajo, médicos generales o especialistas y otros profesionales que tienen cabida dentro del Sistema de Seguridad Social Integral) con el objetivo de servir de herramienta para la atención integral de tres NEUMOCONIOSIS (silicosis, neumoconiosis del minero de carbón y asbestosis) asociadas con la exposición laboral a sílice, carbón y asbestos respectivamente.

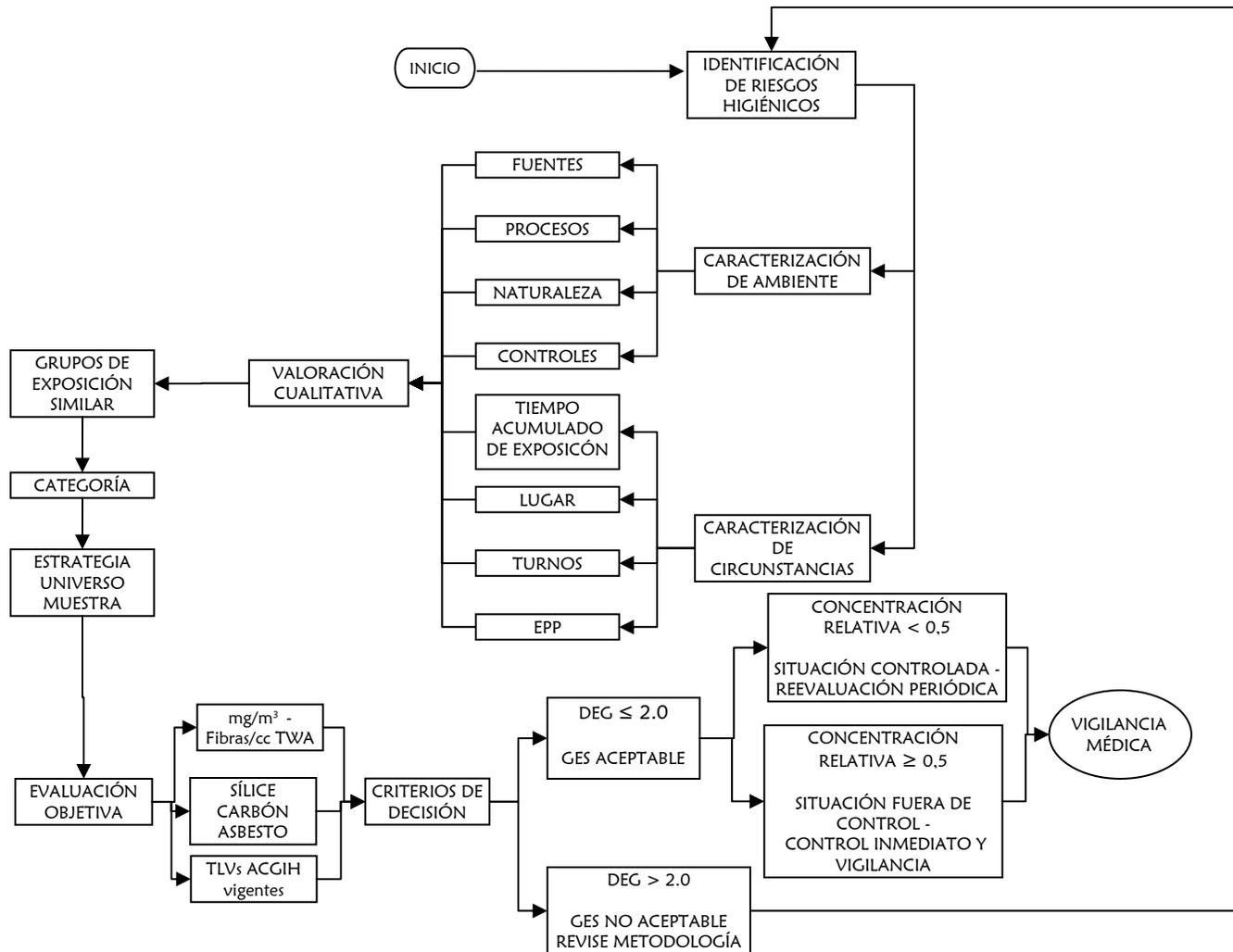
4. POBLACIÓN OBJETO

La población objeto de esta Guía es aquella población trabajadora afiliada o no al Sistema de Seguridad Social Integral y quien, en virtud de la actividad desempeñada, puede encontrarse a riesgo de desarrollar silicosis, neumoconiosis del minero de carbón o asbestosis, asociadas con la exposición laboral presente, pasada o futura a sílice, carbón y asbestos respectivamente.

5. RESUMEN DE LAS RECOMENDACIONES Algoritmo

5.1 Vigilancia ambiental

Diagrama de Flujo 2. Diagrama general de Vigilancia ambiental: aerosoles sólidos-sílice/asbesto/carbón.



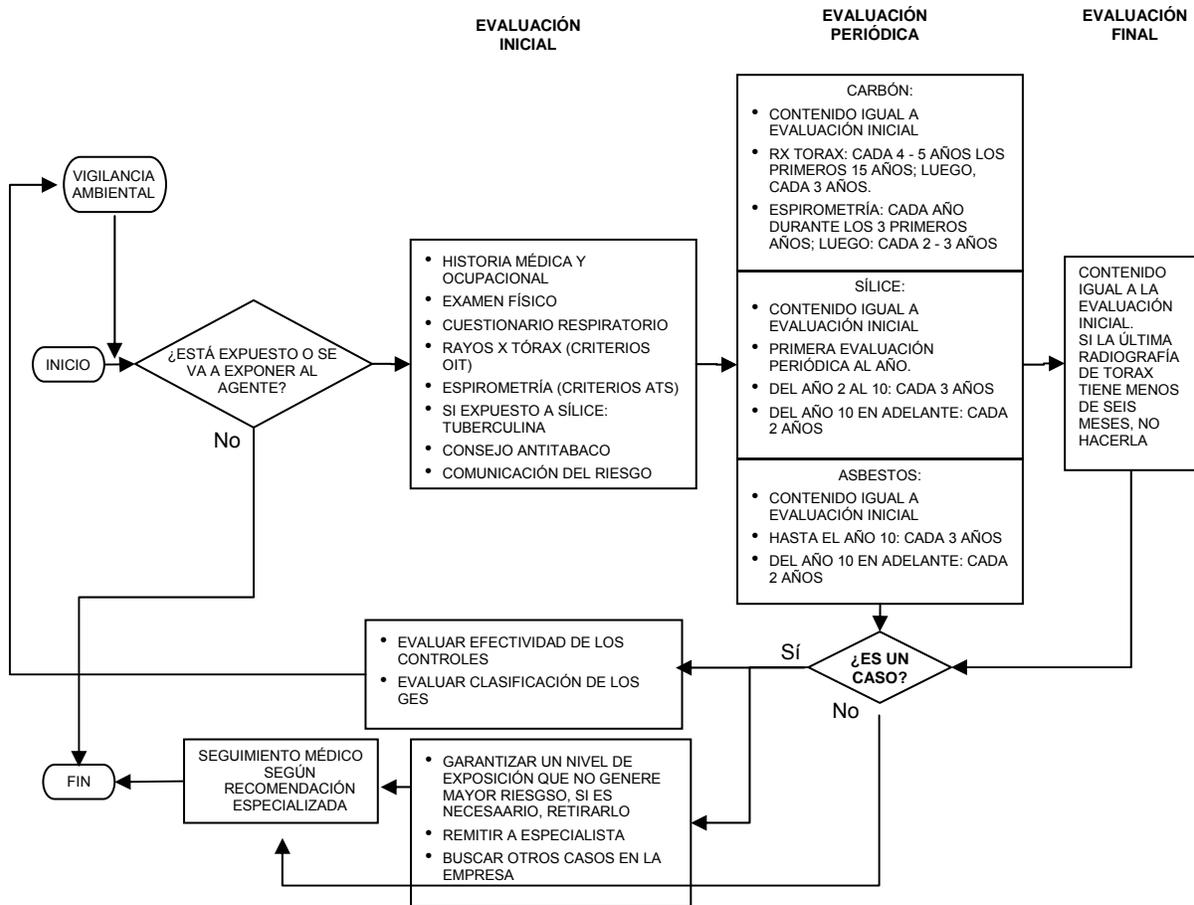
Se sugiere aplicar el diagrama de flujo 2, para el desarrollo de una la estrategia de evaluación de las partículas sólidas en aire (polvos, fibras, aerosoles sólidos), el cual se describe brevemente a continuación:

- a. Tome como base para el inicio de la estrategia la identificación de peligros respiratorios que se haya realizado en la empresa, (matriz de identificación de peligros, evaluación y control de riesgos o el panorama general de factores de riesgo), identificando las partículas sólidas presentes en los sitios de trabajo, el factor de riesgo aerosoles sólidos, su interacción con la fuerza de trabajo (empleados) y el ambiente que rodea a ésta.
- b. Recoja información detallada tanto del ambiente de trabajo como de las circunstancias en que los trabajadores se exponen. Tenga en cuenta las fuentes que generan el riesgo, materias primas, productos intermedios y finales, aditivos, materiales de mantenimiento y construcción, productos de análisis de laboratorio, los procesos productivos, los controles técnicos existentes, el espacio del lugar de trabajo, los tiempos de exposición, los turnos y los elementos de protección personal.
- c. Realice un análisis de las tareas asignadas a los trabajadores. Confronte estas tareas con las denominaciones de los cargos u oficios establecidos en la empresa.
- d. Conforme grupos de oficios por procesos de producción y que a su juicio, por la naturaleza de la tarea, puedan compartir el mismo agente de riesgo (polvos, fibras). Por ejemplo: Mineros, operadores de triturado, conductores de equipo de transporte de materiales, empacadores, etc.
- e. Clasifique los grupos en categorías de exposición según observaciones de la tarea y su relación con las circunstancias y agentes de exposición, como por ejemplo: crítico, alto, moderado, bajo.
- f. Asigne códigos a estos grupos y clasifíquelos en categorías de riesgo por exposición ambiental, según su juicio observacional. Asigne los códigos según la ubicación administrativa de los grupos para identificarlos adecuadamente. Estos serán los denominados Grupos de Exposición Similar (GES), los cuales se asume que tienen el mismo perfil de exposición en términos de la frecuencia con que desarrollan la tarea u oficio, los materiales utilizados, los procesos implicados y en general en la forma de desarrollo de la actividad.
- g. Confirme la clasificación cualitativa de los GES, mencionada en el literal anterior, mediante muestreos personales de la exposición ocupacional utilizando como estrategia la toma de al menos 6 a 10 muestras por cada GES. Considere como mínimo 6 muestras por cada GES, pues un número menor crea una alta incertidumbre sobre el verdadero perfil de la exposición. Establezca una estrategia de muestreo en los términos recomendados en esta Guía.

- h. Aplique métodos y criterios de referencia estandarizados para la evaluación de los GES a los factores de riesgo.
- i. A los resultados de las evaluaciones realizadas en cada GES aplique la estadística descriptiva para el cálculo de parámetros requeridos, como el rango de las evaluaciones, los valores mínimo y máximo, el % de muestras superiores a los valores límites permisibles, los promedios, las desviaciones estándar, las desviaciones geométricas, los límites de confianza de la media, etc.
- j. Tenga en cuenta los siguientes criterios de decisión frente al riesgo, los cuales se consideran necesarios para validar la aceptación del GES y orientar las acciones posteriores:
- Si la desviación estándar geométrica (DEG) es igual o inferior a 2.0, considere el GES como aceptable.
 - Si la desviación estándar geométrica (DEG) es superior a 2.0, considere el GES como no aceptable. En este caso revise los resultados de las mediciones y los correspondientes oficios que más afectan la variabilidad de los datos, excluyendo aquellos cuya concentración hallada no esté comprendida entre la mitad y el doble de la media aritmética del grupo. Intente nuevos estimativos estadísticos y sus correspondientes DEG; estos para ser incorporados en otros GES con nuevos estimativos estadísticos y sus correspondientes DEG.
 - Cuando el GES es aceptable:
 - Si la concentración relativa (CR), resultante de confrontar el nivel promedio de la concentración del agente de riesgo y su correspondiente valor límite permisible, es menor de 0.5, la situación está controlada y se deben establecer campañas de reevaluación periódica, según las consideraciones de esta guía.
 - Si la concentración relativa (CR), como se definió anteriormente, es mayor o igual de 0.5, la situación no esta controlada está fuera de control y se deben aplicar medidas a la mayor brevedad posible.

5.2 Vigilancia Médica

Diagrama de Flujo 3. Vigilancia Médica



5.3 Resumen de las recomendaciones

- En la evaluación del riesgo para la salud derivado de la exposición a la sílice, el polvo de carbón y los asbestos, se recomienda tener en cuenta las propiedades físicas y químicas de los agentes y su interacción con el organismo.
- Los factores de riesgo en el ambiente de trabajo para el desarrollo de neumoconiosis incluyen las condiciones del entorno laboral (espacios abiertos o cerrados), sistemas de control instalados (ventilación industrial, humectación, señalización, sistemas de alarma, etc.), concentración de las partículas en el aire respirable, tamaño de las partículas (diámetro aerodinámico), porcentaje de formas geométricas de la sílice en el caso de polvos minerales y de carbón y duración de la exposición.

- Para la estimación de la concentración en el aire de polvos y fibras causantes de neumoconiosis se recomiendan los siguientes métodos :
 - Polvos de sílice libre: NIOSH – 7500 – Análisis por difracción de rayos X.
 - Polvos de carbón y polvos que tengan contenido de sílice libre o cristalina igual o inferior al 1 % en peso: NIOSH 0600- Análisis gravimétrico – Fracción respirable
 - Fibras de Asbestos: OSHA ID-160 - Análisis por microscopia óptica de contraste de fase.
- Ante la existencia de diferentes criterios internacionales o valores límites permisibles, se sugiere que se aplique aquel que mejor favorezca la salud del trabajador. Los valores indicados deben ser revisados anualmente.
- Para ajustar los valores límites permisibles cuando las jornadas de trabajo son diferentes a las 8 horas día o 40 horas a la semana, se recomienda aplicar el modelo matemático desarrollado por Brief & Scala, (1986).
- Definir la periodicidad de las evaluaciones ambientales con base en la concentración de los agentes encontradas en los lugares de trabajo.
- Se recomienda la aplicación de medidas de control técnico y administrativo como estrategias para el control de los riesgos de exposición a polvos y fibras en los sitios de trabajo.
- La protección personal respiratoria solo debe utilizarse como medida provisional mientras se establecen medidas de ingeniería en la fuente y en el medio. Se recomienda sólo el uso de elementos de protección respiratoria que posean el etiquetado de aprobación NIOSH/MSHA en dicho elemento o demostrado por certificación escrita de estos organismos.
- Los componentes de un programa de vigilancia médica en neumoconiosis incluyen: historia clínica estandarizada con énfasis en los antecedentes ocupacionales, examen físico con énfasis en sistema respiratorio, radiografía de tórax, y espirometría: Adicionalmente la tuberculina, en los trabajadores expuestos a sílice.
- Se recomienda que todos aquellos trabajadores expuestos a agentes etiológicos de neumoconiosis sean objeto de un programa de vigilancia médica, incluir los componentes mencionados y el control del hábito de fumar.
- La vigilancia de salud para los trabajadores a riesgo de neumoconiosis debería contener por lo menos los siguientes elementos: Evaluación de vigilancia inicial (examen preocupacional), valoraciones periódicas de acuerdo a tiempo de exposición y a la presencia de síntomas y evaluación final cuando el paciente se retira del sitio de trabajo (evaluación postocupacional). Adicionalmente se debe implementar un seguimiento al cesar la exposición principalmente para los trabajadores expuestos a sílice y asbestos, cuya periodicidad y contenido serán definidos de acuerdo con el criterio médico.
- El trabajador con exposición a sílice, carbón o asbesto debe contar con información relacionada sobre los efectos adversos de la exposición a estos polvos, las medidas de prevención y la razón de los programas de vigilancia médica.
- Los exámenes recomendados en la aproximación inicial de un trabajador con sospecha de neumoconiosis incluyen la radiografía de tórax y la espirometría. De acuerdo con los resultados, puede ser necesario complementarlos con otras

pruebas de función pulmonar, imágenes diagnósticas e incluso estudios invasivos tales como fibrobroncoscopia, o biopsias.

- A todo trabajador diagnosticado con neumoconiosis se le debe retirar de la exposición, si no es posible garantizar niveles seguros.
- Para la rehabilitación pulmonar de trabajadores con neumoconiosis, se recomienda seguir los lineamientos de la declaración conjunta de la American Thoracic Society y la European Respiratory Society.

6. MARCO CONCEPTUAL

6.1 Características de los agentes

6.1.1 Sílice

La sílice es la denominación con que es conocido el dióxido de silicio (SiO_2), el cual se encuentra comúnmente en la corteza terrestre. Las propiedades físicas y toxicológicas de la sílice dependen de la composición química y de la estructura molecular. La sílice se puede encontrar en formas cristalina y no cristalina. Las formas de sílice cristalina corresponden a aquellas en la que las moléculas están ordenadas bajo un mismo patrón, estructura en forma geométrica y relación angular de los átomos. La sílice cristalina incluye el cuarzo, la cristobalita, la tridimita, la keatita, la coesita y la moganita (conocidos también como polimorfos).

El cuarzo alfa es el más común en la naturaleza y es tan abundante que frecuentemente se utiliza la denominación de cuarzo en lugar de sílice cristalino. La cristobalita y la tridimita se encuentran en rocas volcánicas y el suelo y se pueden producir en algunas operaciones industriales cuando el cuarzo alfa o la sílice amorfa se calientan, como ocurre en procesos de fundición, calcinación de tierra de diatomáceas, fabricación de ladrillos y cerámica y producción de carburo de silicio, al igual que la quema de desechos agrícolas o productos tales como la cascarilla del arroz. La keatita, coesita, estisovita y moganita casi nunca se observan en la naturaleza (Virta, 1993; NIOSH 1974; Weill et al. 1994; Virta 1993; Altieri et al. 1984; Rabovsky 1995; IARC 1997; Ampian y Virta 1992, citados por NIOSH 2002, p. 1).

Los otros polimorfos (keatita, coesita y magnanita) son muy raros, poco se encuentran en la naturaleza y solo se forman bajo condiciones de muy alta presión. Por lo anterior estos polimorfos no han sido de interés para su estudio en higiene industrial.

Las formas no cristalinas o amorfas de la sílice ocurren cuando las moléculas del dióxido de silicio están distribuidas sin orden geométrico determinado. La ceniza, los humos de sílice y la sílica gel contienen sílice amorfa. La tierra de diatomáceas es 88% sílice amorfa y está compuesta del esqueleto de pequeñas plantas prehistóricas acuáticas.

Tanto la sílice cristalina como la sílice amorfa pueden ser objeto de transformación. La sílice amorfa puede transformarse en sílice cristalina bajo condiciones de altas temperaturas y ciertas formas de sílice cristalina pasan a otros tipos de polimorfos a elevadas temperaturas y presiones.

6.1.2 Carbón

El carbón es una roca sedimentaria y combustible formada por acumulación, compactación y alteración fisicoquímica de restos vegetales, esencialmente leñosos. Se cree que la mayor parte del carbón fue formado durante la era carbonífera (hace 280 a 345 millones de años). Es una mezcla principalmente de carbono, oxígeno y sílice cristalina, que puede además contener otros elementos traza tales como boro, cadmio, níquel, hierro, antimonio, plomo y zinc. La antracita, una forma de carbón, tiene la mayor capacidad de combustión, con un contenido de carbón de alrededor del 98%. Otras formas de carbón (bituminoso y subbituminoso) tienen contenidos de carbón de 90- 95%.

El carbón se clasifica según su tipo, grado y rango. El tipo de carbón se refiere a los materiales de la planta de la cual se origina. El grado del carbón tiene que ver con su pureza en cuanto a la cantidad de material orgánico o inorgánico después de su combustión. El rango del carbón indica su grado de metamorfosis y está relacionado con su edad geológica. El rango también indica el porcentaje de carbono contenido en el carbón mineral.

6.1.3 Asbesto

Asbesto es el nombre asignado a un grupo de seis materiales fibrosos diferentes (amosita, crisotilo, crocidolita y las formas fibrosas de tremolita, actinolita, y antofilita) que ocurren en forma natural en el ambiente. Son silicatos de hierro, sodio, magnesio y calcio, con estructura cristalina y que se disponen en finísimas fibras, que se agrupan formando fibras como tales (fibra: longitud superior a 5 micras, diámetro inferior a 3 micras).

Existen dos tipos principales de asbesto: El crisotilo que es un silicato de magnesio hidratado de color blanco o verdusco, con fibras que se presentan en vetas múltiples verticales, generalmente de unos 2 cm de ancho. Es el tipo de asbesto más utilizado (más del 95% de la producción mundial), principalmente para la producción de tejidos y cintas de amianto. La amosita, es un silicato de magnesio de hierro, de color gris marrón. Contiene fibras duras y se presenta igualmente en vetas de más o menos 30 cm de ancho. No es útil para el hilado, pero sí para aislamiento térmico.

Presentan una densidad relativa de aproximadamente 2,5 y un punto de fusión superior a 1.000 °C. Debido a su composición química, son minerales resistentes al calor (se destruyen a temperaturas superiores a 800 °C). Son incombustibles e insolubles; presentan importante resistencia eléctrica y al desgaste.

Debido a estas características, el asbesto se ha usado para una gran variedad de productos manufacturados, principalmente en materiales de construcción (tejas, baldosas y azulejos, productos de papel y productos de cemento con asbesto),

productos de fricción (embrague de automóviles, frenos, componentes de la transmisión), materias textiles termo resistentes, envases, empaquetaduras y revestimientos. Algunos productos de vermiculita o de talco pueden contener asbesto. El asbesto más utilizado en la industria es el crisotilo (95% de la producción), seguido de crocidolita y amosita.

La clasificación de las fibras es relevante en cuanto a interpretación de hallazgos básicos, clínicos y epidemiológicos en la evaluación de riesgo. Estas se clasifican de acuerdo a lo visto en la Tabla 1.

Tabla 1. Categorías de fibras

Asbesto	Otros silicatos	Fibras minerales hechas por el hombre
Crisotilo	Atapulgita	Filamentos continuos (fibra de vidrio)
Crocidolita	Erionita	Lanas para insular
Antofilita	Sepeolita	Fibras refractarias (cerámica)
Amosita	Talco	Fibras con propósitos especiales (microfibras de vidrio)
Tremolita- actinolita	Vermiculita	
	Wolastonita	

Fuente: Merchant JA. Human epidemiology: A review of fiber type and characteristics in the development of malignant and non malignant disease. Environ Health Perspect 1990; 88: 287- 293.

6.2 Definiciones y características clínicas de las enfermedades asociadas

6.2.1 Neumoconiosis CIE 10 -J64

Para la presente guía se adoptan las definiciones de la Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo de la OIT y traducida al español por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España (2001), como aparecen a continuación:

“La neumoconiosis es la acumulación de polvo en los pulmones y las reacciones tisulares provocadas por su presencia. A los fines de esta definición, ‘polvo’ es un aerosol compuesto por partículas inanimadas sólidas”.

Así que se considera como una condición en la cual se produce una alteración en la estructura pulmonar tras la inhalación y permanencia de polvos inorgánicos en el tejido pulmonar. Con el fin de evitar errores de interpretación, en ocasiones se añade la expresión no neoplásica a las palabras “reacción tisular” (Katzenstein ALA, 1997). Usualmente se asocia con períodos de latencia prolongados que pueden ir de meses hasta décadas. Se excluyen por convención de esta definición, entidades tales como cáncer, asma, bronquitis o enfisema.

6.2.2 Silicosis CIE-10 J62

“La silicosis es una enfermedad pulmonar profesional atribuible a la inhalación de dióxido de silicio, comúnmente denominado sílice, en formas cristalinas, generalmente como cuarzo, pero también en otras formas cristalinas importantes de sílice, como la cristobalita y la tridimita. Estas formas también reciben el nombre de “sílice libre” para diferenciarlas de los silicatos.

Existen tres formas de presentación de la silicosis:

- La silicosis crónica hace referencia a una enfermedad de evolución crónica, que aparece después de una exposición de varios años. Esta forma crónica tiene a su vez dos formas clínicas: Simple, caracterizada por un patrón nodular en la radiografía de tórax y complicada, caracterizada por la presencia de masas llamadas fibrosis masiva progresiva.
- La silicosis aguda es una forma clínica rápidamente progresiva que puede evolucionar en un corto período de tiempo, después de exposición intensa a sílice. Se parece a la proteinosis alveolar y suele ser de mal pronóstico.
- La silicosis acelerada es otra forma clínica, intermedia entre la aguda y la crónica.

6.2.3 Neumoconiosis del Minero de Carbón CIE-10 J60

“La neumoconiosis de los mineros del carbón (NMC) es la enfermedad más frecuentemente asociada con la minería del carbón. No es una enfermedad de desarrollo rápido, y suele tardar al menos diez años en manifestarse, a menudo mucho más cuando las exposiciones son bajas. En sus fases iniciales, es un indicador de una excesiva retención pulmonar de polvo, y puede asociarse a escasos síntomas y signos propios. Sin embargo, a medida que avanza, sitúa al minero en un riesgo cada vez mayor de desarrollar fibrosis masiva progresiva (FMP), un proceso mucho más grave”.

6.2.4 Asbestosis CIE-10 J61

“Asbestosis es el nombre dado a la neumoconiosis subsiguiente a la exposición al polvo de amianto. En el caso de la asbestosis, la reacción tisular es colagenosa, y causa una alteración permanente de la arquitectura alveolar con cicatrización”.

6.2.5 Manifestaciones clínicas de las neumoconiosis

El cuadro clínico es similar al que presenta un paciente con enfermedad pulmonar parenquimatosa difusa donde el síntoma cardinal es la disnea de instauración gradual y progresiva, que se puede asociar con empeoramiento de la apariencia

radiográfica y de la función pulmonar medida por espirometría. Puede acompañarse de tos seca o productiva, especialmente si hay bronquitis industrial asociada o tabaquismo activo. Koshimen H, (1985), analizó a 144 pacientes finlandeses con silicosis y encontró que el 87% manifestaban disnea y el 46% mencionaba expectoración persistente. El estudio de Wang (2000) demostró una correlación entre el grado de disnea, la severidad de la tos y el compromiso fisiológico y radiográfico en trabajadores expuestos a sílice, asbesto y carbón, siendo estos síntomas mucho más frecuentes en los trabajadores expuestos a sílice.

La hemoptisis no suele ser una manifestación común, pero cuando está presente debe considerarse la búsqueda activa de tuberculosis o cáncer pulmonar.

6.2.6 Aspectos relacionados con la exposición

Se estima que las principales actividades económicas donde existe mayor prevalencia de exposición a sílice y asbestos son la minería y la construcción. Ver tabla 2

Tabla 2. Porcentajes promedio de trabajadores expuestos a Sílice y Asbestos, por grandes subsectores económicos en la Unión Europea

Carcinógeno	Agricultura	Minería	Manufactura	Electricidad	Construcción	Comercio	Transporte	Finanzas	Servicios
Sílice	0.3	23.0	2.3	1.4	18.8	0.0	0.4	0.0	0.0
Asbestos	1.2	10.2	0.5	1.7	5.2	0.2	0.6	0.0	0.2

Tomado de: Driscoll, et al 2005. The global burden of non-malignant respiratory disease due to occupational airborne exposures Tabla 1 (from CAREX –FIOH 1998)

La inhalación extra-ocupacional de cuarzo puede ocurrir mientras se usa una amplia gama de productos comerciales, tales como limpiadores, cosméticos, talcos, pinturas etc., sin embargo no se dispone de niveles ambientales de exposición cuantitativos para el uso de dichos agentes. Por contraste la exposición ocupacional a polvo de cuarzo es quizás la exposición ocupacional mas estudiada, pues se puede aproximar que todos los depósitos minerales contienen cuarzo (Greskevitch et al., 1992), también se sabe que la exposición a cuarzo proviene de mezclas de material particulado, con un contenido variable en cuarzo que debe ser medido para afinar el criterio de exposición. Freeman & Grossman, (1995) en labores de cumplimiento para OSHA, identifican que en 48 de cada 100 industrias evaluadas se superan los valores límites permisibles. Los trabajadores que se desempeñan en fundición pueden estar expuestos a niveles de cuarzo cuyo rango oscila entre 5 % a cerca de 100 % del material particulado, especialmente estos trabajadores son aquellos que se desempeñan en actividades de preparación de mezclas, trituración, limpieza, uso de chorro de arena, entre otras. Incluso se encuentran niveles ambientales de exposición en fundiciones de hierro, acero y

aluminio en rangos que van de 0.19 a 5.26 mg/m³ en Finlandia, y de 0.13 a 0.63 mg/m³ en Suecia. También se encuentran niveles elevados de exposición en trabajadores de la industria cerámica, del cemento, así como en la industria del vidrio. Trabajadores que en estas subactividades económicas se desempeñan en mezcla, moldeo y pulido estaban mayormente expuestos. También son clásicas las exposiciones en las actividades de la construcción donde se perfora, pule o fragmenta material rocoso o superficies de concreto, entre otros. También se describe en EEUU exposiciones elevadas en trabajadores durante el cultivo del arroz, y en la cosecha de algunas frutas (niveles de 0.02 a 0.07 mg/m³); adicionalmente también hay sobre-exposición en aquellos trabajadores que laboran en actividades denominadas “misceláneas” tales como las incineradoras de residuos sólidos y los bomberos (IPCHEM, 2000)⁵.

Al observar el exceso de muertes como trazador del efecto de la enfermedad sobre diversas ocupaciones, y utilizando como indicador las razones de mortalidad proporcional, se encuentra:

Tabla 3. Razones de mortalidad proporcional para neumoconiosis por ocupación.

**RMP (IC 95%) Para neumoconiosis por ocupacion en
residentes de EEUU > 15 años, periodo 1987–1996. (Fuente:
NSSPM [1999].)**

Ocupación	RMP	Intervalo de confianza 95 %	
		Límite inferior	Límite superior
Operarios de máquina en minería	68,74	63,65	74,47
Supervisores, oficios extractivos	28,51	14,70	49,76
Electricistas	3,56	2,33	5,22
Soldadores	3,14	1,91	4,85
Ingenieros de operación	2,66	1,45	4,46

RMP: Razones de mortalidad proporcional⁶.

Fuente: NIOSH. Worker Health Chartbook, 2000- Publication No. 2000-127.

⁵ INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY Concise international chemical assessment document no. 24 crystalline silica, quartz. 2000.

⁶ Una RMP superior a 1.0 indica que hay un exceso de muertes con respecto a las esperadas en esa ocupación o industria por la causa específica que se estudia.

Tabla 4. Razones de mortalidad proporcional para neumoconiosis del carbón por ocupación.

RMP (IC 95%) Para Neumoconiosis del carbón por ocupación en residentes de EEUU > 15 años. periodo 1987–1996. (Fuente: NSSPM [1999].)

Ocupación	RMP	Intervalo de confianza 95 %	
		Límite inferior	Límite superior
Operarios de maquinaria en minería	108,75	105,58	112,46
Supervisores, oficios extractivos	21,58	14,99	30,01
Mineros	5,80	3,09	9,91
Operarios de Locomotora	3,12	1,88	4,87
Operarios de equipos que movilizan material misceláneo	2,94	1,47	5,26

RMP: Razones de mortalidad proporcional,⁷.

Fuente: NIOSH. Worker Health Chartbook, 2000- Publication No. 2000-127.

Para asbestosis, el exceso de muertes es notoriamente mayor en diversos grupos ocupacionales, que se emplean en industrias variadas.

Tabla 5. Razones de mortalidad proporcional para asbestosis por ocupación.

RMP (IC 95%) Para asbestosis por ocupación en residentes de EEUU > 15 años, periodo 1987–1996. (Fuente: NSSPM [1999].)

Ocupación	RMP	Intervalo de confianza 95 %	
		Límite inferior	Límite superior
Trabajadores de aislamientos	192,27	160,23	229,99
Trabajadores de calderas	44,69	34,11	57,52
Plomeros y trabajadores de mantenimiento de tuberías y cañerías.	19,98	17,37	22,94
Trabajadores de hojas de metal	13,54	10,03	17,86
Mecánicos de calefacción, aire acondicionado, refrigerantes	9,86	5,73	15,78

RMP: Razones de mortalidad proporcional,⁸.

Fuente: NIOSH. Worker Health Chartbook, 2000- Publication No. 2000-127.

⁷ Ibid 6

⁸ Una RMP superior a 1.0 indica que hay un exceso de muertes con respecto a las esperadas en esa ocupación o industria por la causa específica que se estudia.

7. RECOMENDACIONES

7.1 Identificación de peligros y evaluación de riesgos

7.1.1 ¿Cuáles son las propiedades del agente (sílice, carbón, asbestos) que se asocian con un incremento del riesgo ocupacional de silicosis, neumoconiosis del minero de carbón y asbestosis?

Recomendación:

En la evaluación del riesgo para la salud derivado de la exposición a la sílice, el polvo de carbón y los asbestos, se recomienda tener en cuenta la composición química del agente respectivo, la concentración en el aire, el tamaño, la forma, la biopersistencia y la toxicidad específica de las partículas y de la fibra.

Adicionalmente:

- En el caso del sílice, debe tenerse en cuenta qué tan recientemente han sido fracturadas las partículas, la influencia de la temperatura y el índice de cristalinidad
- En el caso del carbón: la capacidad calórica del material;
- En el caso de los asbestos, el tipo de fibra, su solubilidad, su biopersistencia, su capacidad de producción de radicales libres y el contenido de hierro.

Nivel de evidencia: 4

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia:

Sílice

Existen 7 formas de sílice cristalina relacionadas con la neumoconiosis: Cuarzo (alfa y beta), cristobalita, moganita, tridimita, keatita, coesita y estisovita. Las formas de sílice cristalina más comunes en la industria son el cuarzo, la cristobalita y la tridimita.

El cuarzo alfa es el tipo de sílice más frecuentemente liberado durante el trabajo con minería, arenas y construcción. La cristobalita se asocia con la industria de la cerámica, de refractarios y tierras diatomáceas, también se forma cristobalita en el procesamiento de materiales crudos que involucran el calentamiento a altas

temperaturas. Es importante entonces observar que el cuarzo puede ser transformado durante el proceso industrial especialmente si es sometido a procesos térmicos y esto puede cambiar su estructura cristalina. En la figura 1 se ilustra la influencia de la temperatura sobre la estructura cristalina del cuarzo.

La estructura cristalina transformada es más tóxica o patogénica que la estructura cristalina tipo alfa original. La reactividad biológica de los tres tipos de sílice cristalina no es similar, así el potencial del cuarzo para inducir cambios fibrogénicos es mayor que el de la tridimita y el de esta a su vez superior al de la cristobalita. (Castranova V et al, 2000). Pero si se ajustan las cargas al área de superficie, el potencial fibrogénico de estas sustancias es el mismo

Según Guthrie (1997), del laboratorio de geología y geoquímica, Los Alamos Nuevo México, mas allá de los mecanismos biológicos, existen propiedades de los minerales que pueden influenciar la actividad biológica de estos, dentro de las cuales se destacan:

- El tamaño y la forma de las partículas son factores importantes universalmente considerados en la fibrogénesis pulmonar, estos atributos afectan principalmente los mecanismos de depósito, translocación y clearance pulmonar (las partículas con un tamaño de $0.5\mu\text{m}$ a $2\mu\text{m}$ son de importancia meridiana en la génesis de la silicosis, se ha descrito adicionalmente que partículas con tamaño $<$ de $1\mu\text{m}$ son las más patogénicas). También determinan el área superficial de una partícula por unidad de volumen o por unidad de masa; dicho de otra manera, las partículas pequeñas ocupan mayor área superficial por unidad de masa, lo cual indica que estas pequeñas partículas tienen mas superficie reactiva por unidad de masa que las partículas “grandes” y por tanto mayor poder catalizador. Driscoll y Maurer informan que la reactividad biológica de los tejidos también se aumenta cuando se encuentran expuestos a partículas muy pequeñas.

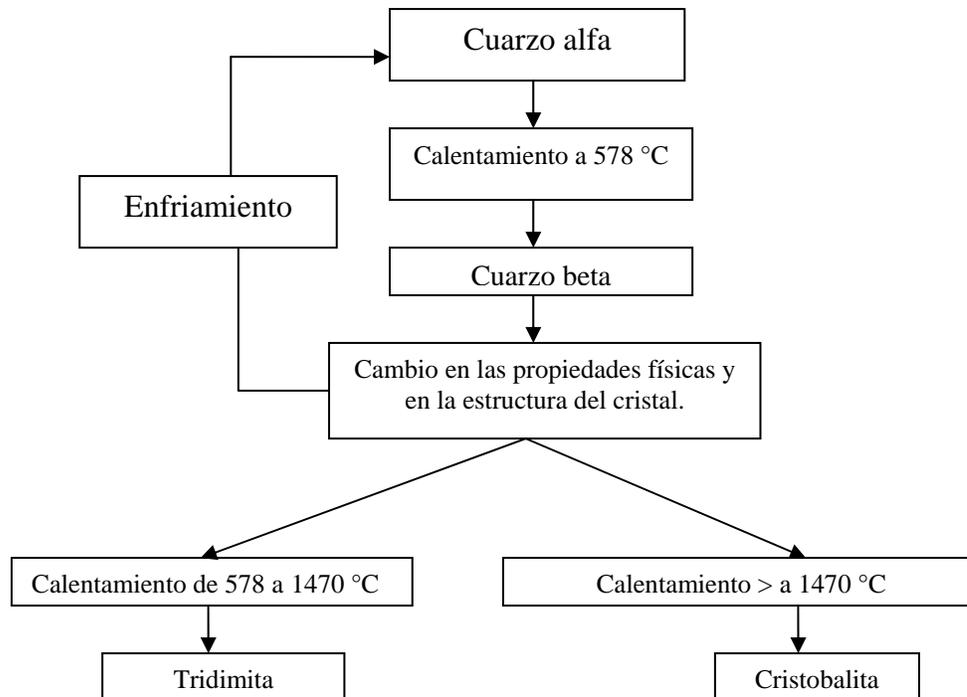


Figura 1 Influencia de la temperatura sobre la estructura cristalina del cuarzo (Castranova V et al, 2000).

Las dimensiones exactas de las formas cristalinas de la sílice pueden diferir y a su vez parece ser uno de los factores relacionados con su capacidad fibrogénica. Con la excepción de la estisovita, la cual tiene una estructura octahédrica, las formas cristalinas de sílice tienen una morfología tetraédrica donde el átomo central es sílice y los de las esquinas son átomos de oxígeno.

- Historia de la muestra: Las partículas de cuarzo recientemente fragmentadas aumentan su potencial para inducir cambios fibróticos en tejido pulmonar cuando se comparan con cuarzo “viejo”. La presencia de radicales sobre la superficie fracturada es el determinante primario en términos de toxicidad. Los grupos SiOH sobre la superficie de sílice cristalina que se forman a partir de la hidratación de la sílice, forman enlaces de hidrógeno con los componentes de la membrana, estos enlaces de hidrógeno producen daños a la membrana celular y con ello afectan la integridad celular. El $-\text{SiO}-$ podría reaccionar con receptores de macrófagos alveolares que podrían activar la generación de especies reactivas de oxígeno y citoquinas inflamatorias.

El área geográfica puede también jugar un papel importante en las propiedades fibrogénicas de la sílice cristalina. Hnizdo & Sluis-Cremer (1993) encontraron que el cuarzo en las minas de Sudáfrica puede ser mas tóxico que el cuarzo Canadiense

- Capacidad de disolución: Es una característica clave que forma parte de los mecanismos de “clearance” pulmonar que puede causar adicionalmente la

liberación en fluidos pulmonares de iones como por ejemplo, iones de hierro, otros metales o elementos tóxicos. La disolución es a menudo utilizada como base para diferenciar los minerales no peligrosos de los potencialmente peligrosos, donde los primeros presentan una baja biopersistencia y por tanto no permanecen en pulmón por largos periodos de tiempo. La tabla 6 muestra un índice relativo de disolución a pH de 5 y temperatura de 25 °C.

Tabla 6. Índices relativos de disolución de algunos minerales, a pH 5 y temperatura de 25 °C.

Mineral	Índice de disolución
Cuarzo	1
Cristobalita	2
Sílice amorfo	10

- Estructura superficial: Hay un amplio rango de características relacionadas con la superficie que pueden modificar los sitios activos donde por ejemplo se efectúan enlaces químicos, se definen mecanismos de absorción que modifican la capacidad de disolución y que por tanto impactan favorablemente o no el potencial fibrogénico de las partículas. Al estudiar muestras ambientales de partículas de igual tamaño, pero de diferente estructura superficial, se han obtenido índices de cristalinidad, donde una disminución en la cristalinidad, disminuye potencialmente el tiempo de residencia de la partícula en el pulmón ya sea: a) Porque permite una reducción de la citotoxicidad, incrementando así la eficiencia de remoción de los macrófagos, o b) Porque aumenta la solubilidad (Altree-willians y Clapp, 2002).

Los siguientes son algunos índices de cristalinidad observados en diversas industrias y con el manejo de varios materiales.

Tabla 7. Algunos índices de cristalinidad de partículas de interés causantes de pneumoconiosis.

Industria o material	Mediana de índice de cristalinidad	No. de muestras estudiadas.
Tipo de industria		
Abrasivos	9.2	6
Cerámica	8.1	6
Fundición	5.5	1
Vidrio	9.2	10
Papel	8.9	1
Tipo de materiales		
Cemento	8.6	1
Arcilla	9.1	3
Carbón	6.5 – 8.0	6
Granito	6.2 – 8.5	4

Interpretación: 0 = Baja cristalinidad. 10 = Alta cristalinidad.

Con base en lo anterior, se configuran los elementos básicos de la “toxicidad específica” de las partículas y se sustenta que no siempre existe una “adecuada” correlación entre la exposición a fracciones respirables de partículas y el riesgo de desarrollar una pneumoconiosis. Robock y Klosterkotter (Aitree-willians, 2002) desde 1973 han propuesto que en el caso específico de la silicosis el riesgo de adquirirla se debe expresar con base en la siguiente estructura:

$$R = f(c, t, S)$$

donde:

- R = Riesgo de adquirir silicosis.
- c = Exposición TWA a cuarzo respirable (alfa).
- t = Tiempo de exposición.
- S = Toxicidad específica del cuarzo respirable.

La exposición a formas de sílice no cristalina no ha demostrado claramente una asociación con el desarrollo de silicosis, ya que muchos de los casos reportados no mencionan sí hay contaminación con formas cristalinas.

Polvo de Carbón

Debe tenerse en cuenta que el carbón no es un mineral con una composición uniforme. Se ha mencionado que las formas con mayor capacidad de combustión poseen el mayor riesgo de producir pneumoconiosis del minero de carbón debido a que contienen más radicales libres de superficie. Además, aspectos físicos como el tamaño de la partícula y el hecho que el carbón puede adsorber compuestos aromáticos orgánicos ambientales como benceno, metileno y fenol podrían afectar su actividad biológica.

El polvo en las minas de carbón es una mezcla compleja y heterogénea que contiene más de 50 elementos diferentes y sus óxidos. El contenido de mineral varía con el tamaño de las partículas y el sitio donde se encuentra depositado el mineral. Algunos minerales comunes incluyen caolinita, calcita, piritas y cuarzo. El contenido de azufre varía de 0.5% (por peso) a más del 10%.

El porcentaje de polvo de carbón respirable en minas de carbón bajo tierra ha sido estimado entre 40 y 95%. Esta proporción puede variar mucho más en minas a cielo abierto según el tipo de tecnología utilizada. Estudios sobre tamaños de partículas de cuarzo en minas de carbón bajo tierra y a cielo abierto han encontrado distribuciones similares de partículas menores de 4.2 micras.

Adicionalmente, para el polvo de carbón aplican algunas de las características mencionadas para la sílice principalmente la de los índices de cristalinidad que se presentan en la tabla 7.

Asbestos

Dentro de las propiedades de las fibras de asbesto asociadas con el desarrollo de asbestosis, se menciona el tamaño, la forma, el diámetro aerodinámico, además de la solubilidad de la fibra, la biopersistencia y la carga electrostática, (Martínez, 2004, ATDRS, 2001).

Según Martínez et al (2004), las fibras de asbesto que presentan mayores probabilidades de producir efectos nocivos por inhalación son las fibras largas y delgadas, peligrosas cuando su longitud oscila entre 5 – 8 μm y cuando su diámetro está en el rango de 0,25 – 1,5 μm ; así como aquellas cuya relación longitud/diámetro es mayor a 3 μm .

Las fibras de menor diámetro penetran más fácilmente al alvéolo. Se ha considerado que las fibras cortas son depuradas más rápidamente, en tanto que las largas permanecen más tiempo en la vía aérea y así penetran más fácilmente al intersticio. (ATSDR, 2001). Esto se explica con las diferencias entre los mecanismos de aclaramiento según los tipos de fibras; cuando éstas son muy largas, los macrófagos resultan ineficientes, por lo que una vez que se depositan, su eliminación es poco probable, a no ser que se produzca una fractura de la fibra, situación más frecuente con el crisotilo que con los anfíboles. Por lo tanto, el crisotilo es más rápidamente removido por el pulmón y solo un pequeño porcentaje de fibras inhaladas son depositadas al alvéolo. Se menciona que las fibras anfíbola se acumulan más rápidamente en el parénquima pulmonar distal y son más difíciles de eliminar del pulmón y, por consiguiente, persisten allí por períodos prolongados de tiempo (décadas).

El depósito de una fibra en el tracto respiratorio ocurre a través de mecanismos distintos: impactación, sedimentación, intercepción, precipitación electrostática y difusión. La impactación y la sedimentación dependen primariamente del diámetro aerodinámico de la fibra. La intercepción depende de la longitud de la fibra, y la precipitación electrostática de la carga eléctrica de la fibra. El procesamiento de las fibras de asbesto resulta en aerosoles con cargas eléctricas relativamente altas. Fibras uniformes como las anfíboles, se comienzan a alinear en paralelo a su eje de flujo y se depositan en los conductos alveolares. En contraste, los agregados de fibras, con gran heterogeneidad, como el crisotilo, tienen patrones de flujo mixto y se depositan más frecuentemente en las bifurcaciones de la vía aérea.

La biopersistencia, otra de las características que se ha implicado en la fibrogénesis de los asbestos, (el tiempo que la partícula se queda en el pulmón) depende la insolubilidad relativa de la fibra, o sea en su retención en el tracto respiratorio. Generalmente se cree que a mayor biopersistencia, la probabilidad de fibrogénesis o efecto carcinogénico es mayor. (VALIC, 2002). Se ha demostrado que la biopersistencia del crisotilo es menor que la de los anfíboles (Martínez 2004, Bernstein D et al, 2003 y 2005).

La capacidad de producir radicales libres, especialmente cuando la reacción es catalizada por hierro, es otro de los factores fibrogénicos de los asbestos. Todos los tipos de asbesto contienen cationes de hierro como componente integral de la estructura cristalina o como catión sustituto o como impureza de superficie. Un alto contenido de hierro (27%) es típico de las fibras anfíbola como la crocidolita y

amosita, mientras que un contenido menor, pero significativo (~1- 6%) se encuentra en las fibras tipo crisotilo primariamente como un contaminante.

La división longitudinal de las fibras incrementa la posibilidad de ser inhaladas y su actividad biológica. El crisotilo se fracciona en fibrillas submicroscópicas y es más soluble por su alto contenido de magnesio, el cual ayuda a que se hidrate y se diluya (ATDRS, 2001).

Referencias

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. US Department of health and human services. Toxicological Profile For Asbestos. September 2001.
- American Thoracic Society. Diagnosis and initial management of nonmalignant diseases related to asbestos. *Am J Resp Crit Care Med* 2004; 170: 691- 715.
- Banks D. Coal Worker's pneumoconiosis. En: Schwarz MI, King TE Jr. *Interstitial lung disease*. Hamilton: BC Decker Inc, 2003: 402- 417.
- Bernstein D. M. Rogers R. Smith P. The Biopersistence of Canadian Chrysotile Asbestos. *Following Inhalation: Final Results Through 1 Year After Cessation of Exposure Inhalation Toxicology* 2005, 17:1–14,
- Becklake M.R., Enfermedades relacionadas con el asbestos. En: Parmeggiani L. *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo- OIT*. 2001; p. 10.57 -10.71
- Brichet A, Desurmont S, Wallaert B. Coal worker's pneumoconiosis. En: Hendrick DJ, Sherwood B, Beckett WS, Churg A. *Occupational disorders of the lung. Recognition, management, and prevention*. 1 edition. London: W.B. Saunders 2002; 129- 141.
- Castranova V, Vallyathan V. Silicosis and coal worker's pneumoconiosis. *Environ Health Perspect* 2000; 108 (suppl 4): 675- 684.
- Craighead JE, Abraham JL, Churo A, et al. Asbestos- associated diseases: the pathology of asbestos- associated diseases of the lungs and pleural cavities. *Diagnostic criteria and proposed grading schema. Arch Pathol Lab Med* 1982; 106: 544- 596.
- Davis GS. Silicosis. En: Hendrick DJ, Sherwood B, Beckett WS, Churg A. *Occupational disorders of the lung. Recognition, management, and prevention*. 1 edition. London: W.B. Saunders 2002; 105- 127.
- Guthrie G. D. Geology and Geochemistry Group. *Mineral Properties and Their Contributions to Particle Toxicity*. Los Alamos National Laboratory, *Environ health Perspect* 1997; 105 (Suppl 5):1003-1011
- Hardy JA, Aust AE. Iron in asbestos chemistry and carcinogenicity. *Chem Rev* 1995; **95**: 97-118.
- Hnizdo E, Sluis-Cremer GK. Risk of silicosis in a cohort of white South African gold miners. *Am.J Ind.Med* 1993;24(4):447-57.
- Lapp N. Lung disease secondary to inhalation of nonfibrous minerals. *Clin Chest Med* 1981; 2: 219- 33.
- Martínez C, Monsó, E, Quero A. Enfermedades pleuropulmonares asociadas com la inhalación de asbesto: uma Patologia emergente. *Arch Bronconeumol*. 2004; 40 (4): 166 – 177.

- Merchant JA. Human epidemiology: A review of fiber type and characteristics in the development of malignant and non malignant disease. Environ Health Perspect 1990; 88: 287- 293.
- Merget R, Bauer T, Küpper HU, Philippou S, Bauer HD, Breitstadt R et al. Health hazards due to the inhalation of amorphous silica. Arch Toxicol 2002; 75: 625- 634.
- Mossman BT, Churg A. Mechanisms in the pathogenesis of asbestosis and silicosis. Am J Respir Crit Care Med 1998; 157: 1666- 1680.
- Mossman BT, Bignon J, Corn M, et al. Asbestos: scientific developments and implications for public policy. Science 1990; 247: 294- 301.
- Rimal B, Greenberg AK, Rom WN. Basic pathogenic mechanisms in silicosis: current understanding. Curr Opin Pulm Med 2005; 11: 169- 173.
- Atree-Williams S., Clapp R. Specific Toxicity and Crystallinity of α -Quartz in Respirable Dust Samples.. AIHA Journal 2002; 63:348–353
- Rom WN, Travis WD, Brody AR. Cellular and molecular basis of asbestos-related diseases. Am Rev Respir Dis 1991; 143: 408- 422.
- Valic F. The asbestos dilemma: 1. Assessment of risk. Arh Hig Rada Toksikol 2002; 53: 153-167
- Vallyathan V, Shi X, Dalal NS et al. Generation of free radicals from freshly fractured silica dust: potencial role in acute silica- induced injury. Am Rev Respir Dis 1988; 138: 1213- 1219.

7.1.2 ¿Qué características asociadas con la exposición ocupacional se recomienda tener en cuenta con respecto al riesgo de una neumoconiosis?

Recomendación:

Se recomienda tener en cuenta, entre otros, los siguientes factores: el proceso productivo, las condiciones del ambiente de trabajo (espacios abiertos o cerrados), los sistemas de control instalados (ventilación industrial, humectación), la concentración de las partículas y las fibras en el aire respirable, el tamaño y la forma de las partículas y las fibras, el porcentaje de formas geométricas de la sílice en el caso de polvos minerales y de carbón y la duración de la exposición. Considerar, además, el concepto de efecto aditivo o exposición simultánea a otros polvos o humos aspectos como los hábitos del trabajador en su área laboral y el tipo y uso de los elementos de protección personal.

Nivel de evidencia: 4

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia:

La silicosis obedece a una relación exposición efecto. Dentro de los factores que determinan su prevalencia, latencia y progresión se han mencionado:

- Proporción de sílice en el polvo inhalado.
- Porcentaje de partículas capaces de alcanzar el alvéolo.
- Concentración de polvo en el aire (número de partículas o peso, por unidad de volumen).
- Duración de exposición (años de trabajo).

Con respecto a la neumoconiosis del minero de carbón, un estudio prospectivo realizado por Soutar et al (2004), del Instituto de Medicina Ocupacional Británico entre 1953 y 1991, conocido como el estudio de investigación de campo, pretendía determinar qué tanto y qué clase de polvo causaba neumoconiosis, y establecer qué condiciones ambientales debían mantenerse en los trabajadores de una mina que no estaban discapacitados. Este estudio incluyó a 25 minas de carbón en las cuales se realizaban exámenes médicos a los trabajadores cada 5 años, mediciones prospectivas de polvos respirables y determinaciones de concentraciones medias (exposición acumulada/tiempo de trabajo). Consideran que los resultados hacen relación a carbón con contenido de carbono del 86,2%. En cuanto a la fibrosis pulmonar masiva encontraron que los factores relacionados positivamente eran la exposición al polvo, edad, estatura, presencia de neumoconiosis simple del minero de carbón y la proporción de carbono en carbón.

Los cálculos realizados en este estudio determinaron que el riesgo de fibrosis masiva progresiva aumentaba a 0,8% en exposición de $1,5\text{mg}/\text{mm}^3$ hasta cerca de 5% a $6\text{mg}/\text{mm}^3$. El riesgo de neumoconiosis categoría II era mayor, incrementándose de 1,5% en concentraciones medias de $1,5\text{mg}/\text{mm}^3$ hasta 9% a concentraciones de $6\text{mg}/\text{mm}^3$. En la mayoría de las minas se documentó la presencia de cuarzo, en concentraciones de menos de 10%. El riesgo de silicosis (asumiendo exposición de 15 años y seguimiento a 15 años) fue calculado y demostró que era de 2,5% en concentración promedio de $0,1\text{mg}/\text{m}^3$, que aumentaba a 20% con $0,3\text{mg}/\text{m}^3$.

De otro lado, en relación con la asbestosis, los estudios han indicado que el desarrollo de la misma requiere de una gran exposición a asbesto, que supere el umbral de 25-100 fibras/ml/año. Whysner menciona que el potencial de pequeñas cantidades de asbesto, bien sea crisotilo o anfíbola para causar asbestosis es desconocido y probablemente insignificante.

La prevalencia de asbestosis entre trabajadores expuestos a asbesto se incrementa con la duración del trabajo. Markowitz en un estudio donde analizaron 1117 placas de tórax de trabajadores expuestos a asbesto, demostró que la

prevalencia de asbestosis se incrementaba de acuerdo al tiempo de exposición (10- 19 años: 10%, 20- 29 años: 73% y más de 40 años: 92%).

Otros factores a tener en cuenta con respecto al riesgo de una neumoconiosis son la exposición simultánea a otros polvos o humos e historia de tabaquismo, hábito que interferiría con un aclaramiento pulmonar eficiente de los agentes de interés. Finalmente, deben tenerse en cuenta los hábitos del trabajador en su área laboral.

Referencias

- Davis GS. Silicosis. En: Hendrick DJ, Sherwood B, Beckett WS, Churg A. Occupational disorders of the lung. Recognition, management, and prevention. 1 edition. London: W.B. Saunders 2002; 105- 127.
- Soutar CA, Hurley JF, Miller BG, Cowie HA, Buchanan D. Dust concentrations and respiratory risks in coalminers: key risk estimates from the British Pneumoconiosis Field Research. Occup Environm Med 2004; 61: 477- 481.
- Castranova V, Vallyathan V. Silicosis and coal worker's pneumoconiosis. Environ Health Perspect 2000; 108 (suppl 4): 675- 684.
- Carter W, Harkins DK, O'Connor R. Jr, Johnson D, Tucker P. Case studies in environmental medicine. Taking an exposure history. Department of Health and Human Services USA. 2003. www.atsdr.cdc.gov/HEC/CSEM/
- Whysner J, Covello VT, Kuschner M, Rifkind AB, Rozman KK, Trichopoulos D et al. Asbestos in the air of public buildings: A public health risk?. Preventive Med 1994; 23: 119- 125.
- Markowitz SB, Marabia A, Lilis R, Miller A, Nicholson WJ, Levin S. Clinical predictors of mortality from asbestosis in the North American insulator cohort, 1981- 1991. Am J Respir Crit Care Med 1997; 156: 101- 106.
- Newman LS. Occupational illness. N Engl J Med 1995; 333: 1128- 1134.

7.1.3 ¿Cuáles son los métodos y técnicas de muestreo y análisis recomendados para la evaluación ambiental de los polvos y fibras causantes de silicosis, neumoconiosis de carbón y asbestosis en los sitios de trabajo?

Recomendación:

Se recomiendan los siguientes métodos para la estimación de la concentración en el aire de polvos y fibras causantes de neumoconiosis.

Polvos de sílice libre

NIOSH - 7500. Manual de Métodos Analíticos. Cuarta Edición. Método totalmente validado para sílice cristalina incluido cuarzo. Muestras recogidas en filtros de membrana de cloruro de polivinilo (PVC) de 37 milímetros de diámetro, 5.0 micras de tamaño de poro con su correspondiente soporte de felpa o acero inoxidable. El conjunto filtro-soporte debe estar colocado en portafiltros de poliestireno de dos

cuerpos y a su vez en un ciclón de nylon de 10 mm de orificio. Análisis por técnica de difracción de rayos X. Límite de detección: 5 microgramos de sílice.

Polvos de carbón y polvos que tengan contenido de sílice libre o cristalina igual o inferior al 1% en peso

NIOSH 0600 - Manual de Métodos Analíticos. 4 edición. Volumen 1. Partículas respirables. Método totalmente validado. Recolección de la muestra en filtros de PVC, utilizando ciclón de nylon de 10 mm de orificio. Análisis gravimétrico. Límite de detección: 0.03 mgs.

Fibras de Asbestos

OSHA ID-160 - OSHA Manual de Métodos Analíticos. Parte 2. Volumen. 2. USA. Departamento de Trabajo. Agosto de 1991. Método totalmente validado. Recolección en filtro de membrana de celulosa. Método de análisis por microscopía de contraste de fase. Límite de detección de 5.5 fibras por milímetro cuadrado (0.001 fibras por centímetro cúbico).

El método ID-160 deberá ser utilizado por higienistas industriales altamente experimentados en la toma y análisis de muestras de fibras ya que la técnica no distingue entre fibras de asbestos y otro tipo de fibras como fibras sintéticas, fibras de vidrio, fibras de microorganismos, fibras de plantas, etc. Cuando sea necesario, se deberán utilizar otras técnicas de análisis complementarias como la microscopía electrónica descrita en el método NIOSH 7402 del manual de métodos analíticos. 4 Edición.

Nivel de evidencia: 4

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia

La evidencia refiere diferentes métodos para la toma de muestras y análisis de aerosoles sólidos en aire (polvos, fibras) y los clasifica en dos tipos: métodos de lectura directa e instantánea, en donde el resultado de la concentración en el aire puede ser conocida de manera inmediata, y los métodos de lectura indirecta, en cuyo caso la muestra es enviada a un laboratorio, preferiblemente acreditado, para su posterior análisis.

Los métodos de lectura directa están ideados principalmente para conocer el grado de contaminación de un área de trabajo en particular. Estos métodos carecen de la especificidad necesaria para poder identificar cual es la composición química de los aerosoles en estudio, tan importante en la definición de la respuesta biológica esperada.

Los métodos de lectura indirecta, por el contrario, permiten conocer la composición química y son el mejor descriptor de la exposición ocupacional ya que el muestreo puede ser personal. Estos métodos aplican técnicas instrumentales de análisis de alta sensibilidad y especificidad.

El NIOSH y la OSHA son líderes en el desarrollo de métodos de muestreo y análisis de contaminantes químicos en aire, incluidos los aerosoles sólidos. Estos métodos han sido sometidos a rigurosos ensayos de calidad y son los que ofrecen la mejor respuesta a exigencias de especificidad, precisión y exactitud.

Al igual que los métodos de muestreo, son variadas las técnicas que se aplican para el análisis de los aerosoles sólidos.

Así por ejemplo, para minerales con contenido de sílice los métodos de análisis utilizados para la determinación de formas geométricas de la sílice como cuarzo incluye la espectrometría infrarroja, la colorimetría y la difracción de rayos X, como las más utilizadas. El método preferido, aunque más costoso, es la difracción de rayos X que distingue y cuantifica los diferentes polimorfos de la sílice libre en el más amplio rango de matrices de muestras de aerosoles industriales. La difracción de rayos X, de otra parte, controla, de una mejor manera las interferencias por presencia de formas no geométricas de la sílice (amorfos). Otras ventajas de la difracción de rayos X es que el análisis es no destructivo y las muestras pueden repetirse más de una vez.

En cuanto al análisis de fibras de asbesto se dispone de técnicas como la microscopía óptica de contraste de fase (PCM por sus siglas en inglés) y la microscopía electrónica. La primera de estas dos técnicas es la que tradicionalmente se ha aplicado en desarrollo de estudios epidemiológicos, es específica para fibras y es de bajo costo de análisis.

El método OSHA ID 160 utiliza la PCM como técnica de análisis, posee el límite de cuantificación más bajo (5.5 fibras por milímetro cuadrado lo que es igual a 0.001 fibras por centímetro cúbico) que otros métodos similares como el método NIOSH 7400 y se encuentra disponible en la gran mayoría de laboratorios acreditados.

La principal desventaja de la PCM es que no identifica el tipo de fibra de asbestos. Otras fibras de no – asbestos pueden quedar incluidas en el análisis, lo cual requiere experiencia en el manejo e interpretación de los datos de muestreo y análisis.

Referencias

- Bartley DL., Schulman SA., Schlecht PC., Measurement Uncertainty and NIOSH method accuracy range. NIOSH Manual of Analytical Methods. Fourth Edition 2003; 208 - 228
- OSHA Manual of Analytical Methods. Second Edition

- Perry Antony. Environmental Protection Agency. Discussion of Asbestos Detection Techniques for Air and Soil. Washington, DC August 2004.
- Kauffer E, Masson A, Protois JC.. Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS), Comparison of Direct (X-Ray Diffraction and Infrared Spectrophotometry) and Indirect (Infrared Spectrophotometry) Methods for the Analysis of α -Quartz in Airborne Dusts.
- DHHS (NIOSH) Publication No. 75-120. Criteria for a Recommended Standard: Occupational Exposure to Crystalline Silica. 1974
- DHHS (NIOSH) Publication No. 72-10267. Criteria for a Recommended Standard: Occupational Exposure to Asbestos. 1972
- DHHS (NIOSH) Publication No. 95-106. Criteria for a Recommended Standard: Occupational Exposure to Respirable Coal Mine Dust. 1995

7.1.4 ¿Cuáles son los valores límites permisibles que deben tenerse en cuenta para comparar los resultados de las mediciones de la exposición ocupacional a polvos de sílice, carbón y fibras de asbestos en los sitios de trabajo?

Recomendación

Ante la existencia de criterios internacionales, que no necesariamente coinciden en el valor límite permisible, se sugiere que se aplique aquel que mejor favorezca la salud del trabajador. Así, para cada uno de los factores de riesgo en consideración, tener en cuenta lo siguiente:

Polvos de sílice: para polvos minerales que tengan sílice libre cristalina inferior al 1% en peso, se recomienda utilizar el valor vigente establecido por la ACGIH para polvo respirable al momento de la medición. Para el año 2006 este valor es de 3 mg/m³.

Para polvos minerales que tengan sílice libre cristalina igual o superior al 1% en peso se recomienda utilizar el valor de ACGIH vigente al momento de la medición. Para el año 2006 este valor es de 0.025 mg/m³ en fracción respirable. Se sugiere tener en cuenta, asimismo, la clasificación 1 de carcinogénesis asignada por la IARC (sustancia de comprobada acción carcinogénica en humanos). El valor límite debe ajustarse según el porcentaje (%) de sílice libre contenido en la masa de polvos minerales.

Polvo de carbón antracítico y bituminoso: el criterio más restrictivo es el de la ACGIH en comparación con los criterios de OSHA y NIOSH. Ninguna de las fuentes clasifica el polvo de carbón como causante de cáncer en humanos. Es necesario descartar, sin embargo, la presencia de formas geométricas de la sílice libre, como cuarzo, cristobalita y tridimita, en las muestras de polvos de carbón.

Según ACGIH 2006, el valor límite permisible para polvo de carbón antracítico es de 0.4 mg/m³ y para polvo de carbón bituminoso de 0.9 mg/m³. Los valores deben ser considerados como fracción respirable.

Fibras de asbesto: aplicar el valor vigente establecido por la ACGIH y OSHA que para el año 2006 es de 0.1 fibras por cm³ para todas las formas de asbesto y la categoría carcinogénica (grupo 1) asignada por ésta y otras organizaciones como la IARC, EPA y NIOSH.

Los valores indicados deben ser revisados anualmente, según publicación periódica de los organismos citados.

Nivel de evidencia: 4:

Grado de Recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia

Los criterios de referencia o valores límites permisibles para los aerosoles sólidos en los sitios de trabajo son expresados como concentraciones de las sustancias en el aire que no deben ser sobrepasados durante ciertos periodos de tiempo con el fin de evitar cualquier efecto agudo o crónico cuando el trabajador se expone.

La asignación de los valores límites está soportada por estudios realizados en animales de experimentación y en la evidencia epidemiológica.

A nivel internacional son conocidos cuatro tipos de valores límites o criterios de referencia, así:

- Los niveles TLVs publicados anualmente por la ACGIH en el texto TLVs and BEIs (por sus siglas en ingles),
- Los niveles REL (Recommended Exposure Limits) publicados por NIOSH
- Los niveles PEL (Permissible Exposure Limits) publicados por OSHA, y
- Los niveles MAK (Maximum Concentration Values) publicados por la República Federal de Alemania.

En el cuadro No 1, se presenta una recopilación actualizada (año 2006) sobre los niveles de concentración permitidos en aire para las sustancias químicas de interés para esta guía, así como la clasificación sobre carcinogénesis asignada por cada una de las autoridades internacionales que registran la mayor credibilidad en el desarrollo de estudios sobre los riesgos químicos en ambientes de trabajo.

Cuadro 1 - Valores límites permisibles, concentraciones en aire de aerosoles, 2006
 Polvos de Sílice, carbón y asbestos (concentración en mg/m³)

Nombre CAS	ACGIH TLV TWA	OSHA PEL TWA	NIOSH REL TWA	DFG MAKs TWA	Categoría Carcinogénica
Sílice amorfa Tierra diatomáceas (Calcinada) 68895-54-9	-	-	-	0.3 R	IARC -3
Sílice amorfa Tierra diatomáceas (No Calcinada) 61790-53-2	10 I 3 R	<u>80 mg/m³</u> % SiO ₂	6	4 I	IARC - 3
Sílice amorfa Sílice precipitada 112926-00-8	10 I	<u>80 mg/m³</u> % SiO ₂	6	4 I	IARC - 3
Sílice amorfa Humos de sílice 69012-64-2	2 R			0.3 R	IARC -3
Sílice amorfa Sílice fundida 60676-86-0	0.1 R		0.05 R	0.3 R	IARC - 3 NIOSH - Ca
Sílice amorfa Gel de sílice 112926-00-8	10	<u>80 mg/m³</u> % SiO ₂	6	4 I	IARC - 3
Sílice cristalina Cristobalita 14464-46-1	0.025 R	½ del valor de Cuarzo	0.05 R		IARC - 1 MAK - 1 NIOSH - Ca NTP - K
Sílice cristalina Alfa - Cuarzo 14808-60-7	0.025 R	<u>10 mg/m³</u> % SiO ₂ + 2	0.05 R		IARC - 1 MAK - 1 NIOSH - Ca NTP - K ACGIH - A2
Sílice cristalina Tridimita 15468-32-3		½ del valor de Cuarzo	0.05 R		IARC - 1 MAK - 1 NIOSH - Ca NTP - K
Sílice cristalina Trípoli, como cuarzo 1317-95-9	0.1 R		0.05 R		IARC - 1 MAK - 1 NIOSH - Ca NTP - K
Carbón, Antracita	0.4 R	<u>10 mg/m³</u> % SiO ₂ + 2	1 R		IARC - 3 MAK - 3B ACGIH - A4
Carbón, Bituminoso	0.9 R	<u>10 mg/m³</u> % SiO ₂ + 2	1 R		IARC - 3 MAK - 3B ACGIH - A4
Asbestos, Todas las formas	0.1 fibras/cm ³	<u>0.1 fibras/cm³</u>			EPA - A IARC - 1 MAK - 1 NIOSH- Ca NTP - K OSHA - Ca ACGIH - A1

Abreviaturas utilizadas en la tabla

CAS: Chemical Abstracts Service

I : polvo Inhalable

R: Fracción respirable

NIOSH: Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional – USA

OSHA: Agencia para la admón. De la Seguridad y Salud Ocupacional – USA

EPA – Agencia de Protección Ambiental – USA

NTP – Programa nacional de Toxicología – USA

ACGIH – Conferencia Americana de Higienistas industriales – USA

MAK – Comisión alemana de límites permisibles

NIOSH - Ca: Clasificado como cancerígeno en humanos

IARC – 1: Cancerígeno en humanos

IARC 2 A: Probable cancerígeno en humanos

IARC 2 B: Posible cancerígeno en humanos

IARC 3: No clasificable como cancerígeno en humanos

IARC 4: Probable no cancerígeno en humanos

MAK -1: Cancerígeno en humanos

MAK – 3B: No suficiente evidencia para clasificación de cancerígeno en humanos

EPA – A: Cancerígeno en humanos

NTP – K: Conocido como cancerígeno

Cabe destacar, en los diferentes criterios, la importancia del contenido de formas geométricas de la sílice libre en el cálculo del valor límite permisible para el establecimiento del estándar para polvo de carbón y de material particulado mineral o inorgánico en general.

Referencias

- ACGIH. 2006 TLVs and BEIs based on the documentation of the Threshold limit Values for Chemical substances and Physical agents and Biological Exposure Indices.
- OSHA Permissible Limits (PELs). Code of federal regulations, part 1910.1000-1910.1200, air contaminants, final rule specified in tables Z-1, Z-2, and Z-3.
- NIOSH Recommended Exposure Limits (RELs) – Compendium of policy documents and statements.
- DFG Maximum Concentrations Values in the Workplace (MAKs). Maximum concentrations and biological tolerance values at the workplace, report No 40.

7.1.5 Según su origen, naturaleza y composición química ¿cómo deben aplicarse los valores límites permisibles para aerosoles sólidos causantes de neumoconiosis?

Recomendación

Se recomienda tener en cuenta el siguiente proceso para el estudio de los aerosoles sólidos y sus correspondientes valores límites permisibles:

1.- Establecer claramente si se trata de aerosoles de origen mineral (metálicos y/o no metálicos) con potencial de presencia de sílice libre cristalina y/o asbestos o si se trata de aerosoles de origen orgánico, sin presencia de estas formas de sílice y/o asbestos.

2.- En caso de que en los aerosoles de origen mineral se identifique presencia de sílice libre cristalina en una concentración mayor o igual al 1% en peso y/o se identifique asbestos deberá aplicarse el correspondiente TLV-TWA vigente para sílice cristalina (cuarzo y cristobalita) y asbestos.

3.- En el caso de los aerosoles orgánicos y de los aerosoles minerales que contengan asbestos y/o sílice libre cristalina menor al 1% en peso, se podrá utilizar directamente el TLV – TWA vigente para fracción respirable (3 mg/m³, según ACGIH 2006).

Ver figura 2.

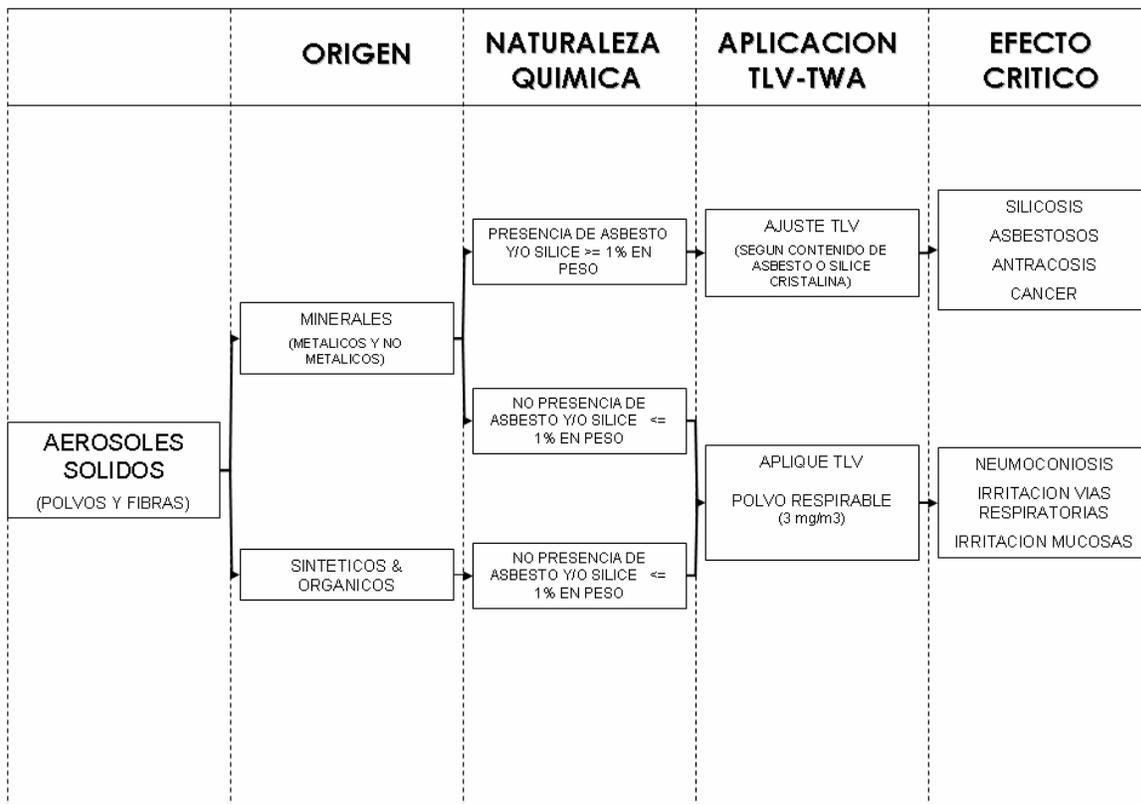


Figura 2. Proceso para determinar cuál TLV aplica según el origen, la naturaleza química y la presencia de sílice y/o asbestos en aerosoles sólidos.

Nivel de evidencia: 4

Grado de Recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia

Es bien conocido que la relación entre la exposición a aerosoles sólidos inorgánicos y orgánicos y los efectos sobre la salud dependen de la dosis acumulada, es decir, de la concentración del polvo en el aire y de la duración de la exposición.

Las partículas de polvo menores de 10 micras son capaces de ser arrastradas por la corriente de aire. Las mayores de 10 micras quedan depositadas en vías aéreas altas, al impactar, debido a su inercia, contra las paredes de éstas. Estas partículas serán eliminadas en un corto período de tiempo por el transporte mucociliar. De allí que los estudios de evaluación ambiental de las partículas se realicen bajo el concepto de fracción respirable a fin de filtrar aquellas con probabilidad de depositarse en la región alveolar.

La proporción de sílice en distintas muestras de polvos minerales es variable, pero no constituye un indicador de la cantidad de polvo de sílice que puede contener una muestra del aire respirable. Por ejemplo, es posible hallar un 30% de sílice libre en una roca y sólo un 10% en la muestra, y viceversa.

La arenisca puede contener hasta un 100% de sílice, el granito hasta un 40% y la pizarra un 30%, siendo menor esta proporción en otros minerales.

Otras formas de sílice son la sílice combinada con otros elementos (silicatos) y la sílice amorfa. En general, estas últimas formas de la sílice se asocian mucho menos con enfermedad respiratoria, con excepción de los silicatos fibrosos como los asbestos.

La ACGIH ha considerado como determinante del efecto en la salud ocasionado por partículas sólidas la necesidad de establecer previamente la presencia de asbesto o sílice libre cristalina para asignar determinado valor límite permisible, así:

Si las partículas no contienen asbestos y/o si el contenido de sílice libre es inferior al 1% en peso pueden ser clasificadas como partículas molestas no causantes de fibrosis pulmonar.

Si las partículas contienen asbestos o si el contenido de sílice cristalina es mayor al 1% en peso, será necesario aplicar el valor límite permisible para cada uno de estos agentes, es decir, 0.025 mg/m^3 para sílice libre (cuarzo y cristobalita) y de 0.1 fibras/cm^3 para todas las formas de asbestos (TLVs and BEIs de ACGIH 2006).

Referencias.

- Schwartz RJ. NIOSH/DART. Determination of Airborne crystalline silica. Hazard review: Health effects of occupational exposure to respirable crystalline silica.
- ACGIH. 2906 TLVs and BEIs based on the documentation of the Threshold limit Values for Chemical substances and Physical agents and Biological Exposure Indices.
- International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic Risks to Humans. Vol 68: silica, some silicates, coal dust and para-aramid fibrils. Lyon: IARC; 1997.

7.1.6 ¿Qué ajustes se recomienda aplicar a los valores límites permisibles (TLV-TWA) cuando las jornadas de trabajo son diferentes a las 8 horas día o 40 horas a la semana?

Recomendación

Para ajustar los valores límites permisibles cuando las jornadas de trabajo son diferentes a las 8 horas día o 40 horas a la semana, se recomienda aplicar el modelo matemático desarrollado por Brief & Scala:

Factor de Corrección, Ajuste Semanal (FCAS)

$$FCAS = (40/h \times (168-h))/128$$

Donde: h = horas trabajadas por semana

De tal forma que el TLV-TWA corregido es igual a:

$$TLV-TWA \text{ corregido} = (TLV-TWA \text{ 40 horas semanales}) \times (FCAS)$$

Nivel de evidencia: 4

Grado de Recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia

Los valores límites permisibles (TLV- TWA) están definidos sobre la base de 8 horas día o 40 horas semanales como jornadas de trabajo. Cuando los trabajadores se encuentran expuestos a jornadas superiores a las indicadas en el TLV TWA se asume un mayor riesgo para la salud por el incremento de la exposición ocupacional.

La literatura hace referencia a diferentes modelos matemáticos que se han propuesto para el ajuste de los valores límites permisibles en jornadas de trabajo diferentes a las 8 horas día o 40 horas semanales. Los más conocidos son los de OSHA, el modelo de Hickey and Reist y el de Brief & Scala los cuales requieren cierto tipo de información específica para ser aplicado adecuadamente.

El modelo de Brief & Scala es el más simple y conservador de los modelos. Compensa el tiempo adicional de exposición reduciendo los niveles límites permisibles. Proporciona los niveles más bajos del TLV corregido en comparación con los modelos de OSHA y los modelos farmacocinéticos. No requiere de información sobre propiedades químicas de las sustancias.

La ACGIH en su publicación de los TLVs and BEIs, recomienda el modelo de Brief & Scala para el ajuste de los valores límites de sustancias químicas en general. Este modelo aplica las siguientes fórmulas para ajustes diario o semanal:

Factor de corrección ajuste diario: FCAD

$$\mathbf{FCAD} = 8/hd \times (24 - hd)/16$$

donde

h = horas trabajadas por día

Factor de corrección ajuste semanal: FCAS

$$\mathbf{FCAS} = (40/h \times (168-h)/128)$$

donde

h = horas trabajadas por semana

por lo tanto,

$$\text{TLV TWA corregido} = (\text{TLV- TWA 40 horas semanales}) \times (\text{FCAS})$$

Ejemplo:

Si la jornada laboral en Colombia es de 48 horas semanales, ¿cual será el ajuste del TLV TWA que habrá que aplicar al polvo de carbón bituminoso, según el criterio de ACGIH, para el año 2006?

Solución:

TLV TWA – Carbón bituminoso (2006): 0.9 mg/m³

$$\text{FCAS} = (40/48 \times (168-48)/128)$$

$$\text{FCAS} = 0.78125$$

$$\text{TLV-TWA corregido} = (\text{TLV-TWA 40 horas semanales}) \times (\text{FCAS})$$

$$\text{TLV-TWA corregido} = 0.7031 \text{ mg/m}^3$$

Los valores límites para el año 2006 con sus respectivos ajustes para una jornada laboral de 48 horas semanales se pueden observar en la tabla siguiente

Cuadro 2. Valores límites permisibles ajustados para jornadas de 48 horas semanales con base en TLV- TWA ACGIH 2006

Tipo de agente	TLV –TWA	FCAS	TLV-TWA corregido
Sílice, cuarzo	0.025 mgs / mts ³	0.78125	0.0195 mgs / mts ³
Carbón	0.9 mgs / mts ³	0.78125	0.7031 mgs / mts ³
Asbestos	0.1 fibras / cms ³	0.78125	0.0781 fibras/ cms ³

El modelo de OSHA clasifica los contaminantes químicos en 6 categorías, así:

1A: Límite techo (Ceiling)

1B: Irritación

1C: Reducción de la exposición tanto como tecnológicamente sea posible.

2: Toxicidad aguda

3: Toxicidad acumulativa y

4: Toxicidad acumulativa y aguda.

Según este modelo, OSHA pretende asegurar que para las sustancias con efectos agudos o crónicos la dosis diaria o semanal respectivamente no sea excedida por la circunstancia de exposiciones adicionales por jornadas de trabajo más prolongadas.

OSHA no recomienda ningún tipo de ajuste para los contaminantes químicos clasificados como 1A, 1B y 1C.

Para la categoría 2 – sustancias con vida media biológica menor de 12 horas - OSHA sugiere aplicar un factor de corrección (FC) al PEL, dividiendo el periodo de 8 horas entre el tiempo adicional de las 8 horas laborado durante el día de trabajo. Esto es: $FC = 8/\text{Horas adicionales a las 8 horas por día}$.

Para la categoría 3 – sustancias con vida media biológica mayor de 12 horas - OSHA recomienda aplicar la misma forma para la categoría 2, pero tomando como base la semana: $FC = 40 / \text{Horas adicionales a las 40 horas por semana}$.

El modelo de Hickey y Reist se basa en la acumulación máxima del tóxico al final del último día de trabajo de la semana. Requiere de información sobre la vida media biológica de la sustancia. Es un modelo farmacocinético menos conservador que los modelos de OSHA y Brief & Scala.

Rappaport no recomienda aplicar el modelo farmacocinético para agentes químicos que tienen una vida media lenta (mayor de 300 horas) como la sílice y los aerosoles insolubles en general.

Referencias

- Rappaport S. M., Adjustment of Occupational Exposure Limits for Unusual Work Schedules. Fact Sheet on Occupational Health. International Council on Metals and the Environment (ICME) . 2001; (1): 1-3.
- Paustenbach DJ. Occupational Exposure Limits, Pharmacokinetics and Unusual Work Shifts. In Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Vol III, Eds Cralley & Cralley, New York, John Wiley & Sons, 11-277, 1985.
- Hickey JLS, Reist PC. Application of Occupational Exposure Limits to Unusual Work Schedules. Am Ind. Hyg. Assoc. J. 1997; 38:613- 621.
- Brief R, Scala R. Occupational Exposure Limits for Novel Work Schedules: Am Ind. Hyg. Assoc. J. 1975; 36:467- 469.
- Brodeur J, Vyskocil A, Tardif R, Perrault G, Drolet D, Truchon G, Lemay F.. Adjustment of permissible exposure values to unusual work schedules. Am Ind. Hyg. Assoc. J. 2001; 62 (5):584-94.

7.1.7 ¿Cuál es el procedimiento a seguir para calcular el índice de exposición acumulada a polvos de sílice, de carbón o asbesto?

Recomendación:

Para poder determinar con suficiencia el riesgo de adquirir silicosis, antracosis o asbestosis se recomienda calcular el índice de exposición acumulada, así:

Identifique el grupo de exposición similar (GES).

Obtenga la concentración promedio de exposición del grupo para 8 horas en cada oficio

Determine el tiempo en años de exposición por cada trabajador, en los diferentes oficios identificados.

Calcule la exposición acumulada a polvo total así:

Multiplique el valor de la concentración promedio para 8 horas encontrada por el tiempo de exposición en años, para cada oficio que desempeñó el trabajador.

Sume los resultados obtenidos para el total de oficios desempeñados por el trabajador. El resultado final es la exposición acumulada.

En resumen:

Exposición a polvo total acumulado (PTA) en mg/m^3 - año =

$$\frac{N}{\sum_{J=1} (C_j \times T_j)}$$

Donde:

C_j = Es la concentración promedio ponderada para 8 horas de exposición a polvo total, medida en mg/m^3 , en un oficio específico (j)

T_j = Duración del empleo en años en un oficio y tiempo específico

Existe evidencia de que conservando igual el nivel de exposición acumulada, el riesgo de adquirir silicosis es mayor en la minería con respecto a otras actividades industriales específicamente la industria cerámica. Por tanto, se considera que existen otros factores relacionados con el riesgo de silicosis, adicionales a la mera evaluación ambiental de polvo de sílice, tales como:

Año calendario de inicio de exposición.

Fracción respirable en la masa de polvo.

Características inherentes a las propiedades físico-químicas de la partícula que potencialmente limitan o restringen la biodisponibilidad de sílice cristalina tóxica.

Lo anterior implica mantener buenos registros de las mediciones ambientales por parte de las empresas.

Nivel de evidencia:

4 Para el cálculo de la exposición a polvo total acumulado.

2 ++ Para las diferencias en el riesgo de adquirir o morir por silicosis en función de la exposición acumulada,

Grado de recomendación: C y B

Resumen crítico de la evidencia

En el caso de la silicosis, la OMS (1987) ha establecido que la exposición a 1-2 mg de cuarzo/ m^3 puede causar una enfermedad detectable en 5-15 años (Figura 3); se observan primero alteraciones radiológicas, seguidas de anomalías de la función pulmonar y por la aparición de síntomas. Con niveles menores de exposición, la evolución de la enfermedad es más lenta y a menudo no aparecen los síntomas hasta después de cesar la exposición. La relación exposición-efecto depende de: a) la concentración del polvo en el aire; b) la dosis de exposición acumulada (suma de la concentración en el aire y la duración de la exposición), y c) el tiempo de "permanencia" (cantidad de tiempo que el polvo ha permanecido en los pulmones). Parece ser que la exposición a concentraciones bajas durante un período prolongado causa una enfermedad menos grave que la exposición a concentraciones altas durante un período corto.

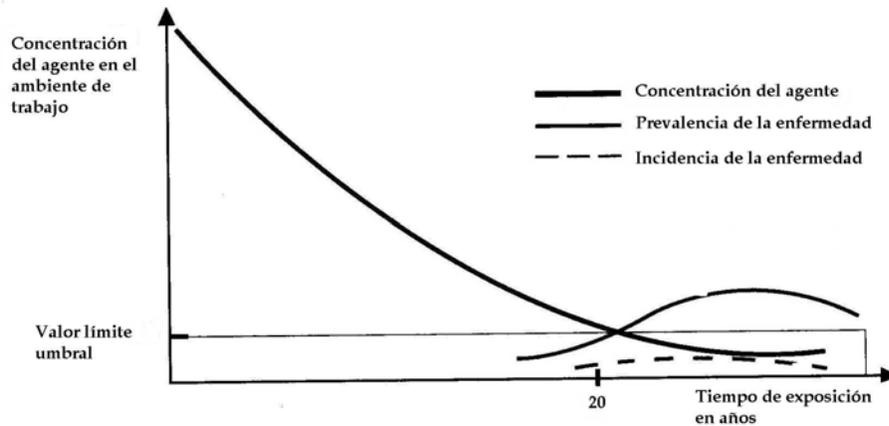


Figura 3. Relación entre exposición a un agente pneumoconiógeno y la prevalencia e incidencia de la pneumoconiosis en empresas con buena estabilidad laboral (Fuente: Silva JI, Quiroga V, Amado F, 1995, con modificaciones)

Chen et al (2005), conformó tres cohortes retrospectivas de trabajadores chinos que se desempeñaban en diferentes labores de minería y en la industria de la cerámica, cuya exposición inicia hacia el año de 1950, cada una de ellas con más de 4000 trabajadores sujetos de seguimiento y para las cuales existía suficientes evaluaciones ambientales y seguimientos radiográficos permanentes.

Al comparar el riesgo acumulado en las tres cohortes se documenta que (ver tabla):

1. Al aumentar el nivel de exposición acumulada a polvo de sílice, de manera consistente en cada subactividad económica se aumenta el riesgo acumulado de adquirir la enfermedad.
2. A igual nivel de exposición acumulada, el riesgo era mayor en la minería con respecto a la industria cerámica.
3. Existe, por tanto, un efecto exposición-respuesta para la exposición acumulada a polvo total y el desarrollo de silicosis.

Al comparar las características de la superficie de las partículas de sílice cristalina a las cuales se exponen los trabajadores en las actividades de la cerámica, así como en la minería mostró que la superficie ocluida por la arcilla era de 45% en las partículas de sílice cristalina obtenidas en muestras de la industria cerámica. Por contraste, dicho porcentaje, fue de 18% y 13% para las muestras provenientes de

la minería de estaño y tungsteno respectivamente. Lo anterior podría resultar en una disminución de la biodisponibilidad de sílice cristalina y, por tanto, en una reducción transitoria o permanente de la toxicidad de dichas partículas.

Tabla 8. Riesgo acumulado de silicosis según niveles de exposición

Riesgo acumulado de Silicosis según niveles de exposición a polvo acumulado total para tres cohortes Chinas en minería y cerámica

Exposición a polvo acumulado total (mg/m ³ -años)	Trabajadores cerámica			Minería de estaño			Minería de Tungsteno		
	Casos con silicosis	Trabajadores en riesgo	Riesgo acumulado	Casos con silicosis	Trabajadores en riesgo	Riesgo acumulado	Casos con silicosis	Trabajadores en riesgo	Riesgo acumulado
0-24	2	4660	0.000	37	3468	0.000	53	11686	0.000
25-49	23	4247	0.001	103	2318	0.011	185	7625	0.005
50-74	42	3973	0.005	89	1480	0.055	244	5560	0.029
75-99	48	3651	0.016	97	1106	0.112	320	4325	0.071
100-149	137	3095	0.029	309	799	0.189	708	3179	0.140
150-199	137	2325	0.072	157	325	0.503	773	1791	0.332
200-249	89	1717	0.127	29	92	0.743	411	686	0.620
250-299	80	1266	0.172	17	39	0.825	114	149	0.848
300-349	70	897	0.225	8	18	0.901	8	10	0.964
350-399	70	611	0.285	4	9	0.945			
400-449	28	389	0.367	5	5	0.969			
450-499	14	270	0.413						
500-599	29	173	0.443						
600-850	16	56	0.537						
Casos totales	785			855			2816		
Número de sujetos	4547			4028			14427		
Año de nacimiento	1934			1937			1937		
Edad primera exposición (años)	23,5			24,4			22,7		
Año de primera exposición	1958			1961			1960		
Periodo de latencia (años) para el inicio de la silicosis	29,4			20,2			19		
Edad (años) al momento del Dx inicial de silicosis	52,5			47,9			41,8		
Edad (años) de retiro de la exposición	48,6			41,3			40,4		
Concentración promedio de polvo total (mg/m ³)	8,2			3,9			4		

Riesgo acumulado: Metodología en Exposure to silica and silicosis among tin miners in China: exposure-response analyses and risk assessment.

Fuente: Chen W, Hinzdo E, Chen JQ, Attfield MD, Gao P, Hearl F et al, 2005.

También en la literatura se describen cambios radiográficos en función de la exposición acumulada a polvo total de sílice, específicamente en trabajadores de la industria de la construcción (Tjoe et al, 2006). La muerte por silicosis también se ajusta a un modelo de exposición-respuesta.

Con respecto a la asbestosis, según la OMS (1987) se ha demostrado que la sintomatología clínica, las alteraciones radiológicas, la reducción de la función pulmonar y las defunciones atribuidas a asbestosis o enfermedad respiratoria crónica son todas directamente proporcionales a la cantidad de polvo acumulado o a la exposición a las fibras de asbesto, rara vez inferior a 5 años. Cuando se trata de cáncer de pulmón, se ha calculado que en las actividades de extracción y desmenuzamiento del crisotilo (uno de los tipos de asbesto) durante una vida laboral de 40 años, se incrementa el riesgo en aproximadamente un 1.5% cada

vez que la concentración atmosférica de asbesto aumenta en una fibra/ml. El riesgo es 10 veces o más que las mencionadas actividades en los trabajos de aislamiento y en la manufactura de productos derivados del asbesto, especialmente productos textiles. El riesgo acumulado de cáncer pulmonar en trabajadores que fuman y están expuestos a asbesto es mayor que la suma de los riesgos de este tipo de cáncer por fumar y por exposición al asbesto considerados por separado (Tabla 9).

Tabla 9. Tasas estandarizadas por edades de mortalidad por cáncer de pulmón (por 10⁵ habitantes) según consumo de tabaco y exposición laboral al polvo de asbesto

Exposición al asbesto	Antecedentes de fumador	Tasa de mortalidad por cáncer de pulmón por 10⁵
No	No	11
Sí	No	58
No	Sí	123
Sí	Sí	602

Fuente: Beaglehole, Bonita, Kjellström, 1994.

Referencias

- Chen W, Hinzdo E, Chen JQ, Attfield MD, Gao P, Hearl F et al. Risk of Silicosis in cohorts of Chinese tin and Tungsten miners, and pottery workers (I): An epidemiological study. *American Journal of industrial medicine* 48: 1 – 9 (2005).
- Harrison J, Chen JQ, Chen W, Hnizdo E, et al. Risk of Silicosis in cohorts of Chinese tin and Tungsten miners, and pottery workers (II): Workplace-specific silica particle surface composition. *American Journal of industrial medicine* 48: 10 – 15 (2005).
- Tjoe E, Burdford A, Parker J, Attfield M, Van duivenbooden C, Heederik D. radiographic abnormalities among construction workers exposed to quartz containing dust. *Occupational and environmental medicine* 2003; 60: 410-417.
- Chen W, Zhuang Z, Attfiel M, Chen BT, Gao Pi, Harrison CJ, Chen JQ, Wallace E. Exposure to silica and silicosis among tin miners in China: exposure – response analyses and risk assessment. *Occupational and environmental medicine* 2001; 58: 31 – 37.
- Mannetje A, Steenland K, Attfield M, Bofeta P, Checkoway H, et al. Exposure-response analysis and risk assessment for silica and silicosis mortality in a pooled analysis of six cohorts. *Occupational and environmental medicine* 2002; 59: 723-728.

- Beaglehole R, Bonita R, Kjellström T. Epidemiología básica. Washington: OPS/OMS, 1994.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). Detección precoz de enfermedades profesionales. Ginebra: OMS, 1987.
- Silva, J.I., Quiroga V., Amado F. Sistema de vigilancia epidemiológica para material particulado. Bogotá: Instituto de Seguros Sociales, 1995.

7.2 Intervenciones para el control de los factores de riesgo.

7.2.1 ¿Qué estrategia se recomienda para mantener vigilada la exposición de los trabajadores a aerosoles sólidos (polvos, fibras)?

Recomendación:

Existe consenso de expertos nacionales e internacionales acerca de la siguiente estrategia para validar los resultados de la exposición a contaminantes químicos en general, incluido el material particulado, en grupos poblacionales tanto en empresas de gran tamaño como en PYMES, así:

Conformar grupos que tengan similar exposición (GES) o que desarrollen actividades laborales similares, por ejemplo: operarios de minerías, mecánicos, operarios de construcción, soldadores, etc.

1. Clasificar estos grupos en categorías cualitativas de riesgo de exposición (crítico, alto, moderado, bajo), basados en simples observaciones, circunstancias de exposición, panorama general de los factores de riesgo, etc. Se puede utilizar la GTC 45 del ICONTEC.
2. Confirmar, mediante evaluaciones ambientales, las categorías de exposición cualitativas anteriormente establecidas (línea base). Para cada GES, tomar entre 6 a 10 muestras aleatorias, incluyendo muestras blanco para control de calidad. Para GES mayores de 50 individuos, calcular el número de muestras tomando la raíz cuadrada del número de individuos en el GES. Debe tenerse en cuenta que la toma de menos de 6 muestras genera una alta incertidumbre sobre el perfil de la exposición. Preferir las evaluaciones personales.
3. Aplicando técnicas de estadística descriptiva a los resultados de las evaluaciones realizadas en cada GES, obtener los parámetros requeridos como: rango de las evaluaciones, valores mínimo y máximo, porcentaje de muestras superiores a los TLV –TWA o 100% de la CR, promedios aritmético y geométrico, desviación estándar de la exposición, desviación estándar geométrica, etc.
4. Utilizar la desviación estándar geométrica para asegurar la adecuada selección de los GES.

Nivel de evidencia: 4

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia

La tendencia actual de gestión del riesgo profesional es mantener controladas las exposiciones ocupacionales a que son sometidos los trabajadores. La valoración ambiental y médica realizada en forma simultánea permite tomar decisiones para la prevención de las patologías respiratorias. El apoyo de la estadística para el procesamiento y análisis de datos con altos niveles de confianza contribuye enormemente en este propósito.

Organismos como la OMS, NIOSH, ACGIH y AIHA tratan con mucho detalle el tema encontrando las siguientes coincidencias en la forma de conducir procedimientos para una adecuada manera de validar los estudios de higiene de campo.

1) El valor límite permisible es una herramienta clave para mantener controlada la exposición de individuos a los riesgos higiénicos.

2) Deben preferirse los muestreos personales a los muestreos de área por cuanto los primeros ejercen un mejor control en la variabilidad de la exposición.

3) Una manera razonable de optimizar los recursos de muestreo y en consecuencia los costos de inversión es acudir al muestreo estadístico, para soportar las decisiones en el seguimiento y control de los riesgos en los individuos expuestos. El tratamiento estadístico de las muestras debe realizarse sobre la base de muestras tomadas bajo condiciones de tiempo similares. Por ejemplo no mezclar muestras tomadas durante 8 horas con muestras tomadas durante 2 horas.

4) La conformación de grupos de exposición similar (GES) facilita el estudio de la exposición de poblaciones de trabajadores a partir de muestras estadísticas, con altos niveles de confianza. Un GES es un grupo de trabajadores que tienen exposición comparable.

5) El número de muestras que deben ser tomadas a un grupo de exposición similar (GES) para confrontar los resultados de la exposición a riesgos higiénicos con los valores límites permisibles está determinado según el tipo de efecto esperado en la salud. Así, para efectos crónicos se requieren por lo menos seis (6) muestras para obtener una estimación con un 95% de confianza. Resulta razonable tomar el número de muestras proporcional a la raíz cuadrada del número de trabajadores del GES. Así por ejemplo 49 trabajadores necesitan 7 muestras, 81 trabajadores necesitan 9, 16 trabajadores requieren 4 (redondear a 6 como mínimo).

Con fines ilustrativos, se recuerda que la estrategia de NIOSH se basa en un intervalo de confianza alrededor de la media para un grupo de muestras y aplican los siguientes criterios de decisión:

- 1.- Si el límite de confianza superior (LCS) se encuentra por debajo del valor límite permisible la exposición encontrada esta en conformidad.
- 2.- Si el límite de confianza inferior (LCI) se encuentra por encima del valor límite permisible la exposición esta fuera de conformidad.
- 3.- Si el valor límite permisible se encuentra entre los límites de confianza superior e inferior no es posible aplicar un criterio de decisión con un nivel de confianza del 95%.

Referencias

- American Industrial Hygiene Association. A strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures. Second Edition. Fairfax.VA 22031.USA.
- James C. Rock Ph D. CIH, PE. Occupational Health and Safety Institute, Texas A and M University, College Station, Texas.

7.2.2 ¿Con qué frecuencia deben realizarse evaluaciones ambientales para conocer la exposición ocupacional a polvos y fibras causantes de neumoconiosis?

Recomendación

Se recomienda establecer campañas de evaluación de acuerdo con las categorías de exposición que se presentan en la siguiente tabla ajustadas de la propuesta de J. Rock. Estas categorías de igual forma van a apoyar el establecimiento de las jerarquías para la intervención del riesgo

Cuadro 3. Frecuencia de evaluación y categorías de exposición

Grado	Descripción	Comentario	Frecuencia de reevaluación
1	No exposición	Concentraciones o dosis inferiores al 10 % del TLV	De 3 a 5 años
2	Exposición baja	Concentraciones o dosis inferiores al 50% del TLV	De 1 a 3 años
3	Exposición moderada	Frecuente exposición a concentraciones o dosis por debajo del nivel de acción (50% del TLV) o exposiciones poco frecuentes a concentraciones o dosis entre el nivel de acción y el TLV	De 3 meses a 1 año
4	Alta exposición	Frecuente exposición a	De 1 a 3 meses

		concentraciones o niveles cercanos al TLV o infrecuentes exposiciones a concentraciones o dosis por encima del TLV	
5	Muy alta exposición	Frecuente exposiciones a concentraciones o dosis por encima del TLV.	Evaluación continua

Nivel de evidencia: 4

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia

En la prevención de la neumoconiosis, se deben tener 3 aspectos básicos: Los estudios de vigilancia ambiental, el control de la exposición y el seguimiento de estrategias regulatorias. Estos aspectos comparten como meta final tener una cantidad de polvo conocida que esté asociada con un riesgo mínimo y aceptable de desarrollo de enfermedad.

Para que las estrategias preventivas sean exitosas, se requiere de un monitoreo regular de los niveles de exposición y la realización de evaluaciones médicas de vigilancia regulares. Dos referencias presentan sugerencias para el desarrollo de campañas periódicas de mediciones de la exposición, una vez se haya realizado un programa inicial de evaluaciones.

La propuesta de J. Rock, plantea que la periodicidad se establezca en función de los resultados de las mediciones con relación al valor límite permisible.

La consideración de NIOSH establece además que las mediciones deben repetirse cada vez que se sospeche cambios de concentración por efectos de la instalación de nuevos procesos productivos, adquisición de nuevos equipos o cambios en las funciones de los trabajadores.

La propuesta de J Rock aplica para cualquier riesgo higiénico con nivel de acción definido.

Referencias

- American Industrial Hygiene Association. A strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures. Second Edition. Fairfax.VA 22031.USA.
- DHHS (NIOSH) Publication No. 77-173. Occupational Exposure Sampling Strategy Manual January, 1977
- Rock J.C. CIH, PE. Occupational Health and Safety Institute, Texas A and M University, College Station, Texas. Air Sampling Instruments for evaluation of atmospheric contaminants. 8 edition. 1995 ACGIH.

- Rosenberg B, Levenstein C., Spangler E. Change in the world of occupational Health: Silica control, Then and Now. Journal of public Health policy. 2005; 26, 2, 192.
- Woskie SR, Saperer J. Occupational Hygiene. En: Hendrick DJ, Sherwood B, Beckett WS, Churg A. Occupational disorders of the lung. Recognition, management, and prevention. 1 edition. London: W.B. Saunders 2002; 517-533.

7.2.3 ¿Cómo reducir la exposición ocupacional a polvos y fibras de sílice, carbón y asbestos en los sitios de trabajo?

Recomendación

Polvos de Sílice y de carbón

Para el caso de los polvos de sílice se recomienda sustituir la arena con alto contenido de sílice cristalina por perdigones metálicos, cáscara de nuez o de cereales y polvo de madera en las operaciones de limpieza abrasiva o *sand blasting*.

La mecanización, encerramiento y ventilación de tipo extractivo es aplicable a la mayoría de los procesos donde se manejan polvos de sílice y de carbón como por ejemplo en procesos de triturado, molienda y tamizado.

En los procesos de extracción de los minerales, principalmente en taladrado y transporte de materiales, la humectación resulta útil para compactar y precipitar las partículas de menor diámetro aerodinámico.

La forma como se ejecutan las operaciones manuales o semi-mecánicas contribuye a disminuir o aumentar la producción de polvos. De allí la importancia de enseñar al trabajador sobre la mejor forma posible de protegerse contra la contaminación. Por ejemplo trabajar a favor de las corrientes de aire, retirarse de las zonas contaminadas si el trabajo lo permite y evitar el almacenamiento innecesario de estos materiales en el piso, lo cual conlleva remociones posteriores que aumentan la contaminación.

Los trabajadores deben ser informados sobre los riesgos que para su salud supone la exposición a polvos de sílice y carbón. Con ello se logrará su colaboración en la aplicación de las políticas y normas de prevención, así como en el uso de la protección personal y en general en el autocuidado de su salud.

Asbestos

El asbesto, utilizado comúnmente como aislante térmico e incombustible puede

reemplazarse por otros materiales como fibra de vidrio y materiales sintéticos.

Las máquinas, equipos y procesos donde se estén utilizando asbestos deben tener el máximo encerramiento posible y ventilación local exhaustiva para evitar la dispersión a los sitios de trabajo. El material captado en el sistema de ventilación debe conducirse a colectores de alta eficiencia y almacenarse en recipientes sellados y dispuestos en un lugar donde no representen peligro.

Cuando el proceso lo permita el asbesto debe ser procesado en estado húmedo para reducir la emisión de fibras al ambiente.

La protección respiratoria no debe reemplazar los controles de ingeniería, se recomienda solamente:

- mientras se implementan las medidas técnicas y prácticas de trabajo seguro,
- en aquellas situaciones de trabajo donde por otros métodos es insuficiente para reducir completamente la contaminación y
- en emergencias donde se presenten escapes fuera de lo común.

La protección respiratoria utilizada debe ser aprobada específicamente contra polvos de asbesto y debe establecerse un programa de protección respiratoria que incluya criterios de selección adecuada, instrucción a los trabajadores, exámenes médicos para identificar posibles restricciones en su uso, pruebas de ajuste cualitativas y cuantitativas, responsabilidades y mantenimiento, entre otros.

El trabajador expuesto a polvo de asbesto debe utilizar ropa de trabajo diferente al vestido de calle. Por ello toda empresa que procese este material debe disponer de cuartos para cambios de ropa con gabinetes separados para cada trabajador con el fin de prevenir la contaminación de la ropa de calle con la de trabajo. El trabajador se debe bañar al terminar su jornada de trabajo.

La limpieza de la maquinaria y el piso debe realizarse con ayuda de extracción mecánica. En ningún momento debe utilizarse aire a presión ni barrido en seco.

La medición permanente de la concentración de fibras de asbestos en el aire permitirá identificar sitios de trabajo contaminados y orientar así controles técnicos. La estimación de la exposición ocupacional en los trabajadores orientará la toma de decisiones sobre conductas en salud, necesidad de reubicación laboral, reducción de los tiempos de exposición, uso de elementos de protección personal, entre otras.

Los trabajadores deben ser entrenados sobre métodos seguros de trabajo e informados sobre los riesgos de trabajo con asbestos, los resultados de las evaluaciones ambientales y de los exámenes médicos a que sean objeto.

Nivel de evidencia: 3

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia

Por control en higiene ocupacional se entiende la puesta en marcha de medidas técnicas y administrativas o la combinación de éstas, que hagan posible la eliminación del riesgo higiénico o su reducción, hasta valores de concentración por debajo de los límites permisibles y preferiblemente inferiores al nivel de acción, considerado éste como el 50% del valor asignado como permisible.

Jindal et al (2001), menciona que se han probado varias estrategias para disminuir la carga pulmonar de polvo así como para detener la inflamación, dentro éstas se encuentran todas aquellas relacionadas con las medidas de seguridad para reducir los niveles ambientales de polvo, reducir el número de horas de trabajo, usar protección respiratoria, realizar cambios en el trabajo.

Las medidas de control técnico tanto para polvos y fibras en aire tradicionalmente se han clasificado como medidas de control en la fuente a través de la automatización y el encerramiento de las fuentes y procesos generadores de los riesgos, medidas de control para aplicar entre la fuente de generación del riesgo y el individuo y medidas de control en el individuo mediante el desarrollo de adecuados programas de entrenamiento, capacitación en prevención de riesgos, utilización de elementos de protección individual e incluso con la aplicación de procesos de reubicación laboral. Muchas de las medidas en el individuo expuesto pueden considerarse como administrativas. No existe evidencia que indique que los factores propios del polvo inhalado o del huésped puedan ser modificados para evitar la instauración y/o la progresión de la neumoconiosis.

Una de las fuentes de información de mayor credibilidad para el control técnico de aerosoles sólidos por métodos de ingeniería es el manual de ventilación industrial – guía de recomendaciones prácticas, publicado periódicamente por la ACGIH. En este manual se especifican las características de diseño para procesos que generan altos niveles de contaminación, como operaciones de transporte, mezclado y llenado de materiales, limpieza abrasiva, maquinado, fundido de materiales, entre otros.

Como evidencia del impacto que genera el control ambiental en la reducción del riesgo, se presentan los resultados de algunos estudios. Graham (2001) llevó a cabo en Vermont una investigación que buscaba establecer la prevalencia de anomalías radiográficas compatibles con silicosis. Este estudio tuvo en cuenta dos grupos grandes de trabajadores: los retirados antes de 1940 y aquellos que lo hicieron luego de 1940, ya que los niveles de sílice se redujeron progresivamente entre 1940 y 1954. La prevalencia de silicosis para el primer grupo fue de 25.9% y la del otro grupo de 5,7%. Esto demostró que el control de los límites de

exposición permisible para sílice tuvo un efecto en la reducción de la prevalencia de silicosis.

Dumortier et al (2003), evidencian a través de marcadores de exposición obtenidos a través de lavado broncoalveolar en trabajadores expuestos a fibras de asbesto en Bélgica, que las medidas de control de los niveles de exposición han sido eficientes en la reducción de la incidencia de la asbestosis.

Becklake, et al. (2005) realizaron un estudio retrospectivo con el fin de investigar las consecuencias del mejoramiento de las condiciones de trabajo a lo largo de 6 décadas (1940–96) en mineros y trabajadores de industrias de asbestos (molinos) en el Brasil. Incluyeron un total de 3634 trabajadores, con al menos un año de exposición divididos en tres grupos de trabajo así: Grupo I (1940–66, n = 180), grupo II (1967–76, n = 1317), y grupo III (1977–96, n = 2137), de acuerdo con los periodos de tiempo en los cuales se ha dado el mejoramiento de las condiciones de trabajo. A todos se les aplicó un cuestionario completo de síntomas respiratorios, Rx de tórax, y evaluación espirométrica. Los OR para enfermedades parenquimatosas y/o enfermedad pleural no maligna fueron significativamente menores en los grupos II y III comparados con los sujetos del grupo I 0.29 (0.12–0.69) y 0.19 (0.08–0.45), respectivamente, independiente de la edad y el hábito de fumar. Resultados similares se encontraron entre los grupos cuando se compararon los períodos de latencia equivalentes (grupos I y II: 30–45 años; grupos II y III: 20 – 25 años). Los autores concluyen que con el mejoramiento de las condiciones de higiene ocupacional en los países en desarrollo es posible reducir el riesgo de consecuencias no malignas en los trabajadores expuestos a asbestos en minería y molienda.

Referencias

- ACGIH. Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practice, 25th Edition Publication #2094 ISBN: 978-1-882417-52-0. 2004. 544 pages
- Becklake A Sette, S Kitamura, M Favero, D C Moreira-Filho, R Tavares, C Peres and M R E Bagatin, J A Neder, L E Nery, M Terra-Filho, J Kavakama, A Castelo, V Capelozzi, *Occup. Environ. Med.* 2005;62;381-389
- Bureau of mines U.S. department of the Interior. DUST CONTROL HANDBOOK FOR MINERALS PROCESSING. 1450 South rolling Road Baltimore for MD 21227-3998.
- DHHS (NIOSH) Publication No. 2003-147. Handbook for Dust Control in Mining Information Circular 9465, 2003 Jun; :1-131
- Dumortier P., Thimpont J., de Maertelaer V., De Vuyst P. Trends in asbestos body counts in bronchoalveolar lavage fluid over two decades. *Eur Resp J* 2003; 22; 519-524.
- Graham. WGB, Vacek, PM, Morgan WKC, Muir DCF, Sisco- Cheng B. Radiographic abnormalities in long- tenure Vermont Granite Workers and the permissible exposure limit for crystalline silica. *J Occup Environ Med* 2001; 43: 412- 417.

- Jindal S.K. Aggarwal AN., Gupta D. Dust- Induced interstitial lung disease in the tropics. Current Opinion in pulmonary Medicine 2001, 7;272 -277.
- Li H, Wang M.L, Seixas N, Ducatman A, Petsonk EL. Respiratory Protection: Associated Factors and efectiveness of Respirator Use Among Undergrouan Coal Miners. Am J Ind Med. 2005 42; 55- 62

7.2.4 ¿Bajo cuáles circunstancias se deben utilizar los equipos de protección respiratoria y qué normas se deben tener en cuenta para su selección adecuada?

Recomendación

La protección personal respiratoria debe utilizarse como medida provisional mientras se establecen medidas de ingeniería en la fuente y en el medio que permitan reducir completamente la contaminación y en circunstancias especiales donde estas medidas, por razones tecnológicas y económicas, no resulten viables.

Se recomienda únicamente el uso de elementos de protección respiratoria que posean el etiquetado de aprobación NIOSH/MSHA ó NIOSH/DHHS, que se verifique en el elemento o sea demostrado por certificación escrita de estos organismos.

Para efectos de la selección y el desarrollo de programas de protección personal respiratoria se recomienda apoyarse en los códigos de regulación establecidos por NIOSH 29CFR84 y OSHA 29CFR1910.134

Nivel de evidencia: 4

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia

La protección personal debe ser el último recurso al cual se debe acudir para el control de las exposiciones de los trabajadores. Por principio deben tenerse en cuenta de preferencia los métodos de control en la fuente y en el medio de transmisión.

Sin embargo, la experiencia muestra, que la protección personal es la práctica más utilizada por los empleadores para el control de la exposición a los riesgos higiénicos. Es importante tener en cuenta que la función del elemento de protección personal no es reducir el "riesgo o peligro", sino adecuar al individuo al medio y al grado de exposición.

NIOSH y la Agencia para la Administración de la Seguridad y Salud Ocupacional en Minas MSHA de los Estados Unidos son los dos organismos encargados de verificar y aprobar los equipos y elementos de protección respiratoria para lo cual utilizan rigurosos protocolos de calidad y seguridad.

Los equipos y elementos de protección respiratoria para aerosoles sólidos o partículas se clasifican en dos tipos: Los dependientes del medio ambiente y los independientes del medio ambiente. Dentro de los últimos se encuentran los aparatos de auto contenido, los de línea de aire, etc., que no requieren de un medio filtrante para proporcionar una buena calidad de aire al usuario. Estos aparatos ofrecen factores de protección muy altos con relación a los valores límites que deben asegurar; deben utilizarse con ciertas restricciones, en condiciones de alto riesgo de exposición, previo entrenamiento de los trabajadores.

Los equipos y elementos dependientes del medio ambiente se encuentran regulados por el Código Federal de los Estados Unidos 42CFR84 publicado en 1995 y el cual clasifica los filtros para su uso libre de mantenimiento en tres categorías así:

P: A prueba de aceites, los cuales pueden ser utilizados contra cualquier tipo de partículas.

R: Resistentes al aceite, aplicable a cualquier tipo de partícula, con o sin aceite, y

N: No resistentes al aceite, restringidos a aerosoles sin aceite.

Los tres tipos de filtros pueden disponer de niveles de eficiencia del 95, 99.0 y 99.97%

La OSHA por su parte, a través del código federal 29CFR1910.134 establece la obligatoriedad de que las empresas mantengan programas de protección respiratoria con compromisos y responsabilidades, que incluya aspectos como los siguientes:

- Procedimientos para la selección de respiradores
- Evaluación médica
- Prueba de ajuste
- Mantenimiento y cuidado de los respiradores
- Entrenamiento

La mayoría de los elementos de protección respiratoria que son comercializados en Colombia son fabricados en Estados Unidos. Colombia no dispone de protocolos oficiales para la fabricación u homologación de elementos de protección respiratoria.

Referencias

- DHHS (NIOSH) Publication No. 96-101NIOSH Guide to the Selection and Use of Particulate Respirators Certified Under 42 CFR 84 January 1996
- OSHA. Personal Protection respiratory. 1910.134.
- Li H, Wang M.L, Seixas N, Ducatman A, Petsonk EL. Respiratory Protection: Associated Factors and efectiveness of Respirator Use Among Undergrouan Coal Miners. Am J Ind Med. 2005 42; 55- 62

7.2.5 ¿Cada cuanto deben reemplazarse los elementos de protección respiratoria dependientes del medio ambiente (tipo filtros para partículas)?

Como norma general la degradación de los filtros de las tres categorías (es decir, N, R, y P) está limitada por consideraciones de higiene, deterioro (ruptura) y de la resistencia respiratoria. Por lo tanto, todos los filtros se deben sustituir siempre que sean dañados o si causan resistencia respiratoria perceptiblemente creciente (causando malestar al portador).

Los elementos respiratorios de la serie N, además pueden ser reemplazados teniendo en cuenta la concentración de las partículas en el aire y la frecuencia respiratoria, tomando como referencia 200 miligramos como cantidad de saturación de los filtros.

Así por ejemplo, si el volumen respiratorio por minuto de un trabajador que desarrolla un trabajo moderado durante 8 horas por día es de 21 litros/minuto y la concentración de las partículas en el aire es de 5 mg/m^3 , un respirador de media cara con doble cartucho puede ser reemplazado cada 8 días. Lo anterior teniendo en cuenta, los siguientes cálculos:

Volumen inspirado durante las 8 horas = $21 \text{ litros/min.} \times 480 \text{ min.} = 10.080 \text{ litros}$
= 10.0 metros cúbicos.

Cantidad de partículas recogida en el filtro = (Concentración en aire) X (Volumen inspirado en las 8 horas.)

Cantidad de partículas en el filtro = $(5 \text{ mg/mts}^3) \times (10.0) \text{ mts}^3 = 50.0 \text{ miligramos}$

Como la cantidad de saturación de los filtros es de 200 mgs y teniendo en cuenta que se trata de dos filtros, basta relacionar estos valores para establecer en 8 días el periodo de reemplazo.

Nivel de evidencia: 4

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia

En Julio 10 de 1995 , NIOSH dio inicio a una nueva regulación con el registro 42CFR84 como guía para la selección y el uso de protectores respiratorios para material particulado del tipo purificador de aire, no forzado, el cual reemplazaba al anterior registro 30CFR11.

Los respiradores para partículas tienen desde entonces el etiquetado NIOSH / DHHS (siglas en ingles del departamento de salud y servicios humanos de los Estados Unidos) en sustitución al anterior NIOSH/MSHA (de la agencia para la administración de la seguridad y salud ocupacional en minas)

Los requisitos establecidos con la nueva regulación son mucho más exigentes que la anterior regulación y existe una evidencia mayor sobre la capacidad de los filtros de remover las partículas en aire. Los nuevos requisitos han considerado 20 años de avance en tecnología de protección respiratoria.

La parte 84 proporciona 9 clases de filtros (3 niveles de eficiencia y 3 categorías de resistencia a la degradación). Los niveles de eficiencia son 95, 99 y 99.97 % y las 3 categorías de degradación son etiquetados como N (No resistente a aerosoles aceitosos), R (Resistente a aceites) y P (A prueba de aceites).

Los ensayos de máxima carga en el filtro fueron establecidos en 200 miligramos utilizando partículas sólidas, base agua (no aerosoles de aceite) a fin de conocer la potencial degradación del filtro en los ambientes de trabajo.

La vida de servicio de las tres categorías de degradación de los filtros (es decir, N, R, y P) esta limitada por consideraciones de higiene, deterioro (ruptura) y de la resistencia respiratoria. Todos los filtros se deben sustituir siempre que sean dañados o si causan resistencia respiratoria perceptiblemente creciente (causando malestar al portador).

El uso y la reutilización de los filtros de la serie P estarán sujetos solamente a consideraciones de higiene, daño o resistencia respiratoria creciente.

En principio el uso y la reutilización de los filtros de la serie N también estarían sujetos solamente a las consideraciones de higiene, daño y resistencia respiratoria. Sin embargo, para los lugares de trabajo contaminados que podrían dar lugar a una alta carga del filtro (es decir, 200 miligramos), el tiempo del servicio para los filtros de la serie N puede ser extendido más allá de 8 horas de uso (continuo o intermitente) realizando una evaluación, así: (a) Demostrar que el uso extendido no degradará la eficacia del filtro o (b) Demostrar que la carga total de los filtros es menos de 200 miligramos.

Los filtros de la serie R-series se deben utilizar solamente para una sola jornada de 8 horas de uso continuo o intermitente.

Referencias

- DHHS (NIOSH) Publication No. 96-101 NIOSH Guide to the Selection and Use of Particulate Respirators Certified Under 42 CFR 84 January 1996
- OSHA. Personal Protection respiratory. 1910.134.
- DHHS.CDC: NIOSH. IC 9465. Information circular 2003. Handbook for Dust control in Mining.

7.2.6 ¿Cuáles son los componentes de la educación en neumoconiosis?

Recomendación:

El trabajador con exposición o que vaya a exponerse por primera vez a sílice, carbón o asbesto debe contar con información relacionada sobre los efectos adversos de la exposición a estos agentes, las medidas de prevención y la razón de los programas de vigilancia médica.

Debe proporcionársele información específica, entre otros temas, sobre:

- Los efectos en la salud de los contaminantes, de la co-exposición a otros agentes y del consumo de tabaco
- Los controles administrativos, en la fuente, en el medio y en el individuo
- El uso y mantenimiento de los elementos de protección personal, con énfasis en la protección respiratoria y en la ropa de trabajo
- El propósito de las pruebas de tamizaje y del sistema de vigilancia epidemiológica
- Los beneficios de la participación en la protección de su salud
- Los procedimientos del programa, en temas de la utilización, el acceso y la confidencialidad de los resultados de las pruebas de tamizaje.

Los trabajadores que hayan estado expuestos deben ser informados sobre los efectos asociados y deben recibir instrucción para consultar ante la presencia de síntomas respiratorios.

El proceso educativo debe hacerse en todos los niveles iniciando por el empleador, teniendo en cuenta la normatividad existente a este respecto

Nivel de evidencia: 4

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia

Se debe proveer información al trabajador expuesto en relación a efectos adversos de la exposición, métodos de prevención, límites de exposición, propósitos de la evaluación y riesgos asociados, de tal forma que busque pronta atención y evaluación que permita tomar las medidas del caso requeridas.

La ATS, NIOSH, OSHA y los protocolos internacionales recomiendan incluir en los programas de educación, el entrenamiento sobre la protección respiratoria, la cual debe garantizar que el usuario está apropiadamente adiestrado en el uso, los beneficios y las limitaciones del respirador.

Los temas que sugiere incluir el estándar OSHA 29 CFR 1910.134, son los siguientes:

- Cuáles son los controles de ingeniería y administrativos que se están aplicando y porqué se requiere de la utilización de respiradores
- La naturaleza de los peligros respiratorios y qué pasa cuando no se usan apropiadamente los respiradores
- Porqué se selecciona un tipo particular de respirador y las funciones, capacidades y limitaciones de los respiradores seleccionados
- Cómo reconocer y manejar los peligros en las situaciones de emergencia
- La reglamentación existente sobre el uso de respiradores.
- Instrucciones sobre cuándo y dónde se deben usar los elementos de protección respiratoria así como sobre la forma de colocárselos correctamente y de cómo realizar el mantenimiento.
- Y una sesión práctica para que los trabajadores tengan la oportunidad de manejar el respirador siguiendo las instrucciones de cómo colocarlo, verificar su ajuste y operación.

Referencias

- OSHA. Special Emphasis Program on silicosis. (Página web) disponible en www.osha-slc.gov/Silica/Special/Emphasis.html
- ACOEM. Medical Surveillance of Workers Exposed to Crystalline Silica. Evidence Based Statements. Disponible en : <http://www.acoem.org/guidelines/article.asp?ID=82>
- NIOSH Criteria for a recommended Standard occupational exposure to respirable coal main dust 1995. Publication No.95-105
- American Thoracic Society MEDICAL SECTION OF THE AMERICAN LUNG ASSOCIATION Respiratory Protection Guidelines 1996 Am Respir Crit Care Med 1996; 154;1153-1165.

7.3 Vigilancia de la salud de los trabajadores

7.3.1 ¿Cuál es la población objeto en un programa de vigilancia médica de neumoconiosis?

Recomendación:

Se recomienda que todos aquellos trabajadores que vayan a desarrollar su actividad en ambientes donde exista riesgo de neumoconiosis, trabajadores activos que se encuentren en puestos de riesgo de neumoconiosis y trabajadores que hayan estado, en el pasado, expuestos a riesgo de neumoconiosis, sean objeto de un programa de vigilancia médica.

Nivel de evidencia: 3

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia

Todas las agencias ambientales y ocupacionales, así como los protocolos de vigilancia españoles y de otros países, coinciden en recomendar que se implemente un programa de vigilancia médica en los trabajadores que vayan, estén o hayan estado expuestos a sílice, polvo de carbón y asbestos.

Los criterios de inclusión varían en las distintas fuentes, sin embargo, la tendencia es considerar a todos aquellos que se encuentren expuestos sin importar el nivel de exposición. Esto debido principalmente al mejoramiento de niveles de exposición en los ambientes laborales y a los largos periodos de latencia de las enfermedades asociadas con la exposición principalmente a asbestos y a polvo de sílice. También basado en la premisa que al detectarse tempranamente este tipo de enfermedades, y retirar oportunamente al trabajador de la exposición se puede disminuir el riesgo de la progresión de la enfermedad.

En este sentido, se recomienda que estos programas de vigilancia médica incluyan a los trabajadores que se han encontrado expuestos y que ya no lo estén, por razones tales como cambios de ocupación, retiro voluntario o pensión. Esto se soporta en las guías del Ministerio de Sanidad y Consumo de España, en las que se menciona que los trabajadores con exposición a agentes causales de neumoconiosis, en el pasado o en el presente, se benefician de ser partícipes de un programa de vigilancia médica.

Los resultados del estudio de Infante-Rivard (2005) sobre sílice, claramente demuestran que los trabajadores incluidos en un programa de vigilancia médica

tienen una manifestación clínica menos severa ante el diagnóstico que aquellos que no se incluyen en ningún tipo de programas. (OR= 0,60 IC95% 0.39 -0.92).

Huuskonen y Rantanen (2006), realizaron un análisis de la eficiencia de las medidas de intervención que se han realizado en Finlandia hasta la fecha, concluyendo que el impacto real en la reducción de la morbilidad asociada con la exposición al asbesto se verá reflejada en unas cuantas décadas. Los autores afirman que el incluir a los trabajadores expuestos en programas de vigilancia médica ayuda a mejorar el pronóstico de las enfermedades relacionadas

Referencias

- ACOEM. Medical Surveillance of Workers Exposed to Crystalline Silica. Evidence Based Statements. Disponible en : <http://www.acoem.org/guidelines/article.asp?ID=82>
- Comisión de Salud Pública. Consejo interterritorial del sistema nacional de salud. Silicosis y otras neumoconiosis. Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid. 2001.
- Infante-Rivard C, Severity of silicosis at compensation between medically screened and unscreened workers. JOEM 200547;3;265-271
- NIOSH Criteria for a recommended Standard occupational exposure to respirable coal main dust 1995. Publication No.95-105
- Ministerio de Sanidad y Consumo. Programa Integral de Vigilancia de la Salud de los Trabajadores que han estado expuestos a Amianto y Protocolo de Vigilancia Específica (Revisión 2003). Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid. 2003
- OSHA. Special Emphasis Program on silicosis. (Página web) disponible en www.osha-slc.gov/Silica/Special/Emphasis.html
- Huuskonen MS, Rantanen J. Finnish Institute of Occupational Health (FIOH) Prevention and Detection of Asbestos- Related Diseases, 1987 – 2005. Am Journ of Ind Med 2006; 49: 215 – 220

7.3.2 ¿Cómo debería ser la vigilancia de salud para los trabajadores a riesgo de neumoconiosis de los mineros de carbón, asbestosis y silicosis? ¿Cuál debería ser su periodicidad?

Recomendación:

Para los trabajadores expuestos a polvo de carbón, sílice y asbestos se recomienda el siguiente esquema

- Evaluación preocupacional:
 - historia médica y ocupacional detallada (que contemple una lista de todos los oficios desempeñados considerando los del presente empleo, una

descripción de todas las tareas y de las exposiciones potenciales, y una descripción de todos los elementos de protección personal que ha utilizado),

- examen físico con énfasis en el sistema respiratorio,
- cuestionario de síntomas respiratorios estandarizado.
- radiografía de tórax según criterios OIT para la toma y la interpretación, y
- espirometría según los parámetros de la American Thoracic Society.
- Para los trabajadores expuestos a sílice, prueba de tuberculina.

Todas las pruebas deben realizarse siguiendo los parámetros de calidad por profesionales entrenados. Las Radiografías deben ser interpretadas por profesionales con entrenamiento específico en técnica de lectura de la OIT y preferiblemente por lectores "B" certificados.

○ Valoraciones periódicas:

- Para el caso de los expuestos a sílice, se recomienda realizar una evaluación al primer año de exposición, ya que la silicosis aguda y la tuberculosis pueden desarrollarse en un corto período de tiempo. A partir del segundo año y hasta el décimo de exposición debe hacerse un seguimiento periódico cada tres años y después del décimo año, se hará cada dos años. El contenido y los criterios de estos seguimientos deberán ser similares a los de la evaluación inicial
- Para el caso de los expuestos a los asbestos, el seguimiento se hará cada tercer año hasta el décimo año. Y cada dos años de ahí en adelante. El contenido y los criterios de estos seguimientos deberán ser similares a los de la evaluación inicial.
- Para el caso de los expuestos a polvo de carbón (NIOSH 1995), el seguimiento se hará con espirometría cada año durante los 3 primeros años después de iniciar la exposición y luego cada 2 ó 3 años hasta que cese la exposición del trabajador. RX de tórax cada 4 a 5 años durante los primeros 15 años de exposición y cada 3 años después de este periodo. Estas evaluaciones de seguimiento deberán incluir los demás parámetros de la valoración inicial.

○ Evaluación final cuando el trabajador se retira del sitio de trabajo o de la exposición. (Evaluación postocupacional), con las mismas características del examen preocupacional. Si al momento de esta evaluación no han transcurrido más de 6 meses desde el último examen de seguimiento, se recomienda omitir la toma de la RX de tórax.

○ Todos los trabajadores que hayan estado expuestos a sílice o asbestos deberían ser incluidos en un programa de seguimiento posterior a la finalización de la exposición. Su periodicidad será definida de acuerdo con el criterio médico y su contenido mínimo debería ser:

- cuestionario de síntomas respiratorios
- historia clínica completa en la que se explore sobre los hábitos y las exposiciones ambientales
- seguimiento a la TBC a través de la aplicación de la tuberculina (en caso de los expuestos a sílice)
- RX de tórax y de espirometría deberá ser determinada por el médico

Adicionalmente, deben incluirse las medidas antitabáquicas en los programas debido a la evidencia del desarrollo de EPOC en los trabajadores expuestos y al efecto sinérgico para las otras patologías.

En caso de detectarse alguna anomalía en alguno de los puntos mencionados (síntomas, examen físico, radiografía de tórax ó espirometría), en cualquiera de los momentos de evaluación, el trabajador debe ser remitido a neumología para completar la evaluación y definir seguimientos posteriores, incluyendo la prueba de tuberculina en sintomáticos respiratorios expuestos a sílice.

Cuando se detecte un caso de neumoconiosis en una empresa debe hacerse búsqueda activa de otros casos entre los trabajadores expuestos y evaluar las medidas de control implementadas, así como la clasificación de los GES

Nivel de evidencia:

4 para la periodicidad de los exámenes

3 para los cuestionarios de síntomas respiratorios

2 para el uso de RX

2++ para el monitoreo de TBC en expuestos a sílice y en pacientes silicóticos.

Grado de recomendación:

B para el uso de RX de seguimiento y monitoreo de TBC.

C para los otros aspectos.

Resumen crítico de la evidencia

Los organismos internacionales como NIOSH y OSHA coinciden en recomendar que los componentes de la vigilancia médica, deban ser los que se mencionan en la recomendación. Las guías españolas agregan en el programa, la toma de medidas antitabáquicas.

Las características de cada uno de estos componentes son las siguientes:

La **anamnesis** puede ser obtenida a través de un cuestionario enfocándose en las características del riesgo y en la identificación de síntomas relacionados con silicosis, tuberculosis, enfermedad pulmonar obstructiva, enfermedad del tejido conectivo y cáncer pulmonar. Los puntos a considerar sobre las características del riesgo incluyen la identificación del inicio y la duración de la exposición, intensidad, descripción de todos los trabajos asociados con la exposición a sílice, carbón o

asbesto, una revisión de la protección respiratoria usada y de la calidad del programa de protección respiratoria y la presencia de otros factores de riesgo asociados tales como tabaquismo, factores no ocupacionales de riesgo para tuberculosis, en el caso de exposición a sílice. Cuando sea posible, la información sobre la exposición debe ser brindada por un higienista industrial. En cuanto a las preguntas relacionadas con síntomas, estas deben estar validadas.

La historia laboral es muy importante y debe indagar desde los inicios hasta el momento de la valoración. Debe quedar incluido nombre de empresas, nombre de los cargos desempeñados y tiempo de exposición. Otros apartes de la historia, en relación a historia ambiental, de pasatiempos debe tenerse en cuenta en aquellos casos donde se plantee la posibilidad de otros diagnósticos distintos a la neumoconiosis.

El **examen físico** debe enfocarse hacia la condición general y el estado respiratorio del trabajador. De acuerdo con las respuestas obtenidas en el cuestionario, se apreciarán otros aspectos en el examen físico.

Los **cuestionarios de síntomas respiratorios** han demostrado ser de utilidad en la evaluación de los trabajadores expuestos a polvo de sílice de carbón y a fibras de asbesto. Los cuestionarios son el instrumento subjetivo más comúnmente usado para mediciones en epidemiología respiratoria. Ellos representan una herramienta conveniente para investigar grandes poblaciones, debido al bajo costo, a su fácil aplicación y a la buena aceptación por parte de sujeto investigado. La validez y la exactitud expresan la calidad de los datos recolectados por el cuestionario. La comparación de los resultados de la aplicación de un cuestionario con criterios independientes evalúa la validez, la cual expresa la sensibilidad y la especificidad. El acuerdo en las respuestas obtenidas luego de la aplicación del mismo cuestionario por dos entrevistadores, repetido después de un intervalo de tiempo adecuado, evalúa la exactitud, la cual se expresa como consistencia. El grado de validez y de exactitud es afectado en muchas vías por los sesgos, el proceso de validación de dichos cuestionarios lo que hace es disminuir los sesgos, maximizando la validez y la consistencia. (Bellia V., 2003).

El primer cuestionario respiratorio estandarizado fue el propuesto por el British Medical Research Council (1960), luego aparecieron en Europa e.g. the European Coal and Steel Community questionnaire, en Estados Unidos e.g. the National Heart and Lung Institute (NHLI) questionnaire; the American Thoracic Society (ATS) y NHLI Division of Lung Diseases (DLD)- questionnaire -ATS-DLD-78 questionnaire; the Tucson (AZ, USA) epidemiological study questionnaires (Arizona questionnaires). En Colombia se dispone del cuestionario validado por Rodríguez J y ha sido utilizado en varias tesis de grado y trabajos de investigación de postgrado de salud ocupacional.

Con el fin de establecer la presencia de los síntomas respiratorios en un grupo de trabajadores expuestos a sílice (cuarzo), Sur (2003) llevó a cabo un estudio cross-sectional que presentó los siguientes resultados:

Tabla 8. Diferencias (%) en síntomas respiratorios. Trabajadores expuestos a cuarzo vs controles

	Trabajadores de pizarra (n = 108)	Controles (n = 127)	Odds ratio (IC 95%) ajustado por tabaquismo
Tos y expectoración	38.0	17.5	2.69 (1.44–5.04)
Resfriado con tos y expectoración por >3 semanas	31.1	18.4	1.97 (1.05–3.71)
Disnea al caminar en colina o inclinación	28.2	11.5	2.74 (1.34–5.63)
Disnea al subir dos escalones	21.3	7.1	3.14 (1.38–7.11)
Disnea al caminar o a nivel del suelo.	7.6	2.4	3.11 (0.76–12.72)
Síntomas respiratorios en el trabajo	30.8	11.9	3.08 (1.54–6.17)

Fuente: H. SUHR ET AL.: Respiratory Health Among Quartz-Exposed Slate Workers *Occupational Medicine* 2003; **53**: 406–407

En cuanto a los asbestos, la ATS (2004) reporta en trabajadores expuestos, luego de la aplicación del cuestionario respiratorio ATS-DLD-78 A, reporta que la presencia de silbido (sibilancias), se encuentra fuertemente asociada con una disminución del 11 a 17% de la capacidad ventilatoria, en los estudios cross-sectional. Una reducción de 2 a 8% en la capacidad ventilatoria se ha observado relacionada con la tos, la expectoración y los síntomas asociados con bronquitis crónica en estos trabajadores.

La ATS, igualmente menciona que en investigaciones longitudinales, los trabajadores expuestos a asbestos, la presentación o la progresión de los síntomas respiratorios ha sido asociada con la pérdida acelerada de la capacidad ventilatoria pulmonar. Se menciona una pérdida de 28-ml/year en la FEV1 asociada con el desarrollo de la disnea, y de 67-ml/year de la FVC asociada con el desarrollo de silbido en individuos asintomáticos.

La **radiografía de tórax** ha sido durante muchos años la herramienta diagnóstica de las enfermedades pulmonares ocupacionales como la silicosis, la asbestosis y la neumoconiosis de los mineros de carbón. Las manifestaciones radiográficas de estas enfermedades muchas veces preceden al desarrollo de síntomas y pérdida de función pulmonar significativa. La radiografía de tórax también es útil para monitorizar la progresión de las neumoconiosis, así como para identificar la aparición de complicaciones tratables como la tuberculosis para el caso de la silicosis y el cáncer para la silicosis y la asbestosis.

Es muy importante que la interpretación se base en estándares de alta calidad efectuado por un lector entrenado y con conocimiento de las manifestaciones radiográficas de las enfermedades pulmonares ocupacionales y de acuerdo con la Clasificación OIT de radiografías y neumoconiosis del 2000. Este sistema de clasificación proporciona una técnica cuantitativa para la evaluación de las enfermedades pulmonares de origen ocupacional, donde se tiene en cuenta el tamaño, la forma y la profusión de las opacidades de las radiografías de pacientes con neumoconiosis.

Dentro de las fortalezas del sistema de la OIT en la lectura de la radiografía de tórax se deben mencionar:

- Está estandarizada.
- Es una evaluación semicuantitativa de la extensión de la anormalidad radiográfica.
- Se ha validado por correlación con especímenes de autopsia con compromiso fisiológico.
- Tiene significación pronóstica.

Finalmente, dentro de las limitaciones del esquema clasificatorio OIT se podría anotar:

- La correlación entre las medidas de profusión y el grado de compromiso fisiológico son débiles en particular en pacientes con neumoconiosis del minero de carbón o silicosis.
- Variación inter- observador.
- El sistema no permite calificar las opacidades en vidrio esmerilado o alveolares debido a que rara vez se presentan en la neumoconiosis.
- Es difícil de aplicar a otras enfermedades ocupacionales.
- Es insensible para las formas más leves de neumoconiosis.
- Dificultad en la evaluación de lesiones límite (0/1- 1/0).
- No es un método para ser usado como forma aislada de evaluación de neumoconiosis.

Los detalles de variabilidad interobservador, sensibilidad, especificidad y valores predictivos se mencionan en el resumen críticos de la recomendación 7.4.1.

La asociación entre **tuberculosis y silicosis** es ampliamente conocida y algunas veces pueden confundirse entre sí. Se sabe que el riesgo de tuberculosis es mucho mayor entre pacientes con silicosis que el resto de la población. La American Thoracic Society decía en una declaración oficial de 1997 que “la ocurrencia de la enfermedad de la tuberculosis en silicóticos se relaciona con la prevalencia de fondo de la infección tuberculosa latente en la población a riesgo de silicosis” (Beckett, Abraham, Beckelaire et al, 1997). Tanto en la precitada declaración como en la exhaustiva revisión llevada a cabo por el Instituto Nacional de Seguridad Ocupacional y Salud de los Estados Unidos (NIOSH, 2002) se citan numerosos estudios que le dan fuerza a esta asociación, notada desde hace más de cuatro siglos.

Un estudio entre mineros de oro surafricanos mostró que el riesgo de tuberculosis entre trabajadores con silicosis fue aproximadamente 3 veces mayor que entre los trabajadores no silicóticos. El estudio de Chang, determinó que la incidencia de tuberculosis luego de la fecha de diagnóstico de silicosis fue de 3019 pacientes/100.000 habitantes, lo cual fue aproximadamente nueve veces mayor en relación a la incidencia de la población local. Este grupo identificó 4 factores de riesgo: Ausencia de tratamiento anti-tuberculoso previo a la fecha de diagnóstico de silicosis, fibrosis masiva progresiva, opacidades pequeñas con diámetro de más de 1,5mm y trabajo. No es claro sí la exposición a bajos niveles de exposición

a sílice, sin silicosis establecida, también predispone a tuberculosis, aunque el estudio realizado por Hnizdo encontró que la exposición a polvo de sílice sí era un factor de riesgo para el desarrollo de tuberculosis pulmonar, aún después de finalizada la exposición a sílice.

La **prueba de tuberculina** debe realizarse en todos los trabajadores expuestos a sílice en el momento en que son ingresados, a través de la administración intradérmica de PPD con técnica de Mantoux de acuerdo a las guías del CDC para la detección y evaluación de la tuberculosis. La monitorización periódica del PPD es útil para detectar tuberculosis latente y activa. Para lograr el diagnóstico de tuberculosis latente se recomienda primariamente la prueba de tuberculina. Teniendo en cuenta que pueden existir falsos positivos y la baja sensibilidad de la prueba en pacientes inmunocomprometidos, la definición de tuberculina positiva varía de acuerdo al riesgo del sujeto que se está evaluando. En este grupo de alto riesgo (o alta probabilidad de TB pre tuberculina), se considera una induración de 10 mm como diagnóstica de TB latente

Otras pruebas utilizadas en el diagnóstico de tuberculosis hacen referencia al uso de QuantiFERON- TB o al QFT- G, las cuales son más costosas que la tuberculina, pero con mayor sensibilidad y especificidad (aprobados por la FDA el año 2005). Esta prueba busca determinar la liberación de interferón γ y de células T cuando son expuestas a antígenos de mycobacterias tales como (ESAT) 6 o (CFP) 10, las cuales no se encuentran en la vacuna de BCG. EL QFT- G se aprobó como una ayuda para el diagnóstico de tuberculosis latente y enfermedad tuberculosa, mientras que el QFT fue aprobado solo como ayuda en el diagnóstico de tuberculosis latente.

Como en toda enfermedad respiratoria, la **espirometría** es una herramienta muy valiosa para el diagnóstico, establecimiento de severidad y seguimiento de la condición. En el caso de la neumoconiosis, es posible que en un principio, esta no se afecte de manera significativa, pero a medida que se incrementa la extensión de la enfermedad, se observará compromiso de la función pulmonar. La otra ventaja reconocida de este método diagnóstico es que permite valorar otras entidades distintas a la neumoconiosis, tales como la bronquitis crónica asociada con sílice.

Aunque la disminución clínicamente significativa en los valores de espirometría no se observan típicamente en los estados tempranos de la **silicosis simple**, los estudios han mostrado que la prevalencia de defectos ventilatorios obstructivos es mayor en los trabajadores expuestos a sílice, aún en la ausencia de silicosis y luego de descontar tabaquismo. Los parámetros espirométricos pueden ser tomados para ser evaluados en relación a sus valores predictivos y también se pueden evaluar longitudinalmente para determinar si los cambios en el tiempo son excesivos.

Algunos estudios como los procedentes de Singapur, Suecia, India China y Sudáfrica han encontrado una asociación entre la pérdida de función pulmonar (en

ausencia de silicosis) y niveles de exposición a sílice que están por encima de las recomendaciones de OSHA. Otros autores no han encontrado esta asociación tan firme cuando se establece la relación con rangos de exposición a sílice permisibles por OSHA.

El estudio de Hertzberg (2002) realizado con una cohorte de trabajadores y pensionados de una fundición automotriz sin silicosis, demostró que a pesar de tenerse niveles permisibles de sílice, había una asociación consistente entre exposición acumulada de sílice y pérdida de función pulmonar. Esta relación fue de una pérdida de 1,1 mL/año en el VEF₁ por miligramo por metro cúbico de exposición media a sílice y de 1,6mL/año en cuanto a CVF.

En la silicosis establecida, las anormalidades en la función pulmonar son raras en las formas tempranas de silicosis o en la silicosis simple. Pueden encontrarse alteraciones mixtas en formas más avanzadas de la enfermedad, que en ocasiones puede confundirse con anormalidades dadas por EPOC. En la fibrosis masiva progresiva se produce una severa restricción, pérdida de la distensibilidad e hipoxemia.

El compromiso severo de la función pulmonar se ha creído que ocurre más frecuentemente en pacientes con neumoconiosis complicada, mientras que la relación no es tan clara en aquellos con **neumoconiosis simple del minero de carbón**. Las diferencias en los estudios se han debido a situaciones geográficas, características físicas o químicas del carbón, el origen étnico, factores no ocupacionales y metodologías de estudio. Wang (1999) realizó un estudio en 205 mineros con neumoconiosis simple del minero de carbón con un grupo de control dado por trabajadores de la misma mina sin evidencia radiográfica de enfermedad. A todos se les realizó cuestionario de historia laboral, síntomas respiratorios, radiografía de tórax y espirometría. Se encontró que los pacientes con neumoconiosis tenían incremento en la prevalencia de síntomas respiratorios y de enfisema, aunque estos hallazgos necesariamente no se correlacionaron con la categoría de neumoconiosis. En el análisis de regresión logística, no encontraron una relación estadísticamente significativa entre neumoconiosis del minero de carbón y enfisema luego de realizar el ajuste de las variables que podrían haber causado confusión. En todos los modelos, el riesgo se incrementaba en relación a la edad. El análisis de regresión lineal múltiple demostró que el antecedente de tabaquismo tenía un efecto sobre VEF₁ y del VEF₁/CVF. La cantidad de años bajo tierra también se relacionaron con estas dos últimas variables.

La disnea es un síntoma frecuente en los pacientes con neumoconiosis del minero de carbón. La validación de la disnea en relación al grado de obstrucción pulmonar es motivo de controversia debido a que dicha obstrucción frecuentemente no se correlaciona con el grado de disnea. El grupo de Bauer (2001) ante esto, realizó un estudio donde investigó la asociación entre el grado de disnea y los índices de ergo- espirometría submáxima en 66 trabajadores del carbón con neumoconiosis confirmada radiográficamente (OIT $\geq 1/0$). En un análisis de regresión lineal múltiple, el grado de disnea clínica, se asoció independientemente con la relación

VE/VO₂ (β 0,423, 95% intervalo de confianza 0,18 a 0,67, $p= 0,001$) y con tabaquismo (β 0,318, 95% intervalo de confianza 0,21 a 1,79, $p= 0,014$). El mejor predictor de disnea fue también la relación VE/VO₂ cuando se analizaron los mineros con obstrucción al flujo de aire (VEF₁< 80%)

La **asbestosis** se caracteriza por una función pulmonar típica de las enfermedades parenquimatosas difusas: defecto restrictivo con reducción en la difusión del monóxido de carbono. Sin embargo, se ha encontrado estudios que reportan predominantemente alteraciones obstructivas como el de Ohar, et al (2004), coincidente con los hallazgos de los estudios de Kilburn et al, Churg et al y Begin et al, en los que se afirma que la exposición al asbesto produce enfermedad de vías aéreas pequeñas. Se ha demostrado una relación negativa entre la CVF y la profusión de las opacidades pequeñas radiográficas.

El estudio de Lee buscó determinar si el grado de compromiso radiográfico en 38 sujetos con asbestosis se correlacionaba con la función pulmonar en reposo y con respuestas ventilatorias anormales al ejercicio y si la anormalidad radiográfica adicionaba algo en la predicción de la anormalidad funcional. Los resultados del estudio mostraron que los puntajes de profusión y el número de zonas pulmonares afectadas se correlacionaron significativamente con el porcentaje de valores predichos de la difusión al monóxido de carbono, capacidad vital forzada y capacidad pulmonar total. La desaturación arterial fue vista en el 29% de los sujetos y su severidad se correlacionó significativamente con la profusión y el número de zonas afectadas. El uso combinado de número de zonas afectadas, de relación VEF₁/CVF y de DLCO predecía desaturación en 41%. El VO_{2 max} se relacionó significativamente solo con DLCO, pero no fue predicho por el puntaje de OIT. En conclusión, este estudio indica que en la valoración de un paciente con asbestosis, la profusión y el número de zonas afectadas deben tenerse en cuenta para calificar la severidad de la enfermedad.

En un gran grupo de trabajadores de aislamiento con gran exposición a asbesto, la CVF promedio (como porcentaje del predicho) fue de 88% para casos con profusión 0/0, 81,8% para profusión 1/1, 72,7% para profusión 2/2 y 65% para profusión 3/3. En los pacientes que nunca habían fumado, la CVF y el VEF₁ disminuían en la misma proporción. Dado que la inflamación y la fibrosis puede ocurrir también los bronquiolos terminales y respiratorios, puede encontrarse obstrucción de la vía aéreas con disminución del FEF₂₅₋₇₅, aumento en la meseta alveolar en las curvas de lavado de nitrógeno e incremento en la relación VR/CPT. Las pruebas de espirometría estándar no muestran una alteración obstructiva definida como una relación VEF₁/CVF en trabajadores no fumadores con asbestosis. En conclusión, la asbestosis no contribuye al desarrollo de EPOC y no hay evidencia de que la asbestosis produzca enfisema. Cuando la EPOC se detecta con asbestosis, es probable que se trate de una coincidencia, coincidente con la historia de tabaquismo.

La disminución de la DLCO ha demostrado ser un indicador temprano más útil para asbestosis que la disminución en la CPT y la CVF y podría ser la única

manifestación funcional de la enfermedad parenquimatosa pulmonar inducida por asbesto

La **difusión de monóxido de carbono** se ha sugerido para ser incluida en la vigilancia médica, pero esta no es práctica debido a su limitada disponibilidad en cercanías al sitio de trabajo, sus costos y su variabilidad inter- laboratorio.

En cuanto a la periodicidad se acoge la recomendación de NIOSH (1995) para mineros de Carbón, se ajusta la recomendada por la guía OSHA para silicosis, y la de los protocolos españoles para asbesto. Sin embargo, se elimina la relación con el nivel de exposición y se maneja el concepto del tiempo de exposición basados en la relación exposición respuesta.

En el momento en que se sospeche durante una vigilancia médica que un trabajador tiene una neumoconiosis, este debe ser removido en forma inmediata de su puesto (a no ser que se garantice que los niveles ambientales a los cuales va a continuar expuesto no empeoran el pronóstico) y ser remitido inmediatamente con un médico con conocimiento en el diagnóstico y manejo de la enfermedad. Sí el diagnóstico se confirma, se debe iniciar prontamente manejo, que dependerá de cada caso en particular.

Referencias

- ACOEM. Medical Surveillance of Workers Exposed to Crystalline Silica. Evidence Based Statements. Disponible en : <http://www.acoem.org/guidelines/article.asp?ID=82>
- ACR practice guideline for the performance of pediatric and adult chest radiography.
- American Thoracic Society Board of Directors. American Thoracic Society Documents. Diagnosis and initial Management of Non-malignant disease related to Asbestos. Am J Respir Care Med. 2004;170;691 - 715
- American Thoracic Society/ Centers for Disease Control and Prevention/ Infectious Diseases Society of America: Controlling Tuberculosis in the United States. Am J Respir Crit Care Med 2005; 1169- 1227.
- Bauer TT, Schultze- Werninghaus G, Kollmeier J, Weber A, Eibel R, Lemke B et al. Functional variables associated with the clinical grade of dyspnoea in coal miners with pneumoconiosis and mild bronchial obstruction. Occup Environ med 2001; 58: 794- 799.
- Beckett W, Abraham J, Becklake M, et al. Adverse effects of crystalline silica exposure. Official statement of the American Thoracic Society Committee of the Scientific Assembly on Environmental and Occupational Health. <http://www.thoracic.org/sections/publications/statements/pages/eoh/506.html>
- Becklake MR, Case BW. Fiber burden and asbestos- related lung disease: determinants of dose- response relationships. Am J Respir Crit Care Med 1994; 150: 1488- 1492.

- Begin R, Cantin A, Berthiaume T et al. Airway function in lifetime- nonsmoking older asbestos workers. *Am J Med* 1983; 75: 631- 638.
- Begin R, Boileaus R, Peloquin S. Asbestos exposure, cigarette smoking, and airflow limitation in long- term Canadian chrysotile miners and millers. *Am J Ind Med* 1987; 11: 55-66
- Bellia V., Pistelli F., Giannini D., Scichilone N., Catalano F., Spatafora M., Hopps R., Carrozzi L., Baldacci S., Di Pede F., Paggiaro P. and Viegi G. Questionnaires, spirometry and PEF monitoring in epidemiological studies on elderly respiratory patients . *Eur Respir J* 2003; 21:21S-27S
- Bergin CJ, Müller NL, Vedal S, et al. CT in silicosis: correlation with plain films and pulmonary function tests. *AJR Am J Roentgenol* 1986; 146: 477- 483.
- Bourgkard E, Bernada P, Chau N, Bertrand J-P, Teculescu D, Thieu Pham Q.. Can the evolution to pneumoconiosis be suspected in coal miners? A longitudinal study. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 158: 504- 509.
- Comisión de Salud Pública. Consejo interterritorial del sistema nacional de salud. Silicosis y otras neumoconiosis. Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid. 2001.
- Cowie RL. The epidemiology of tuberculosis in gold miners with silicosis. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 150: 1460- 1462.
- Cowie RL, Hay M, Thomas RG. Association of silicosis, lung dysfunction, and emphysema in gold miners. *Thorax* 1993; 48: 746- 749.
- Chang KC, Leung CC, Mam CM. Tuberculosis risk factors in a silicotic cohort in Hong Kong. *Int J Tuberc Lung Dis* 2001; 5: 177- 184
- Churg A, Wright JL, Wiggs B et al. Small airways disease and mineral dust exposure. *Am Rev Respir Dise* 1985; 131: 139- 143.
- Davies PDO Drobniewski F. The use of interferon- γ - based blood tests for the detection of latent tuberculosis infection. *Eur Respir J* 2006; 28: 1- 3.
- Department of Health and Human Services - Centers for Disease Control and Prevention - National Institute for Occupational Safety and Health. Health Effects of Occupational Exposure to Respirable Crystalline Silica. DHHS (NIOSH) Publication No. 2002-129, April 2002. <http://www.cdc.gov/niosh/pdfs/02-129.pdf>
- Diel R, Ernst M, Döschner G, Visuri Karbe L, Greinert U, Nieman S et al. Avoiding the effect of BCG vaccination in detecting Mycobacterium tuberculosis infection with a blood test. *Eur Respir J* 2006; 28: 16- 23.
- Eisen EA, Wegman DH, Louis TA. Effects of selection in a prospective study of forced expiratory volume in Vermont granite workers. *Am Rev Respir Dis* 1983; 29: 587- 591.
- Eisen EA, Wegman DH, Louir TA, et al. Healthy work effect in a longitudinal study of one- second forced expiratory volume (FEV1) and chronic exposure to granite dust. *Int J Epidemiol* 1995; 24: 1154- 1162.
- Epler GR, McLoud TC, Gainsler EA, Mikus JP, Carrington CB. Normal chest roentgenograms in chronic diffuse infiltrative lung disease. *N Engl J Med* 1978; 298: 934- 939.
- García JG, Griffith DE, Williams JS et al. Reduced diffusing capacity as an isolated finding in asbestosis and silica exposed workers. *Chest* 1990; 98: 105- 111.

- Fernie JM, Ruckley Va. Coalworkers' pneumoconiosis: correlation between opacity profusion and number and type of dust lesions with special referent to opacity type. *Br J Indus Med* 1987; 44: 273- 277.
- Graham WGB, Weaver SL, Ashikaga T Hemenway D, O'Grady R. Longitudinal pulmonary function losses in Vermont granite workers: a reevaluation. *Chest* 1994; 106: 125- 130.
- Harkin TJ, McGuinness G, Goldring R, Parker JE, Crane M, Naidich DP. Differentiation of the OIT boundary chest roentgenograph (0/1 to 1/0) in asbestosis by high- resolution computed tomography scan, alveolitis and respiratory impairment. *J Occup Environ Med* 1996; 38: 46- 52.
- Hertzberg VS, Rosenman KD, Reilly MJ, Rice CH. Effect of occupational silica exposure on pulmonary function. *Chest* 2002; 122: 721- 728.
- Hnizdo E, Murray J. Risk of pulmonary tuberculosis relative to silicosis and exposure to silica dust in South African gold miners. *Occup Environ Med* 1998; 55: 496- 502.
- Irwing LM, Rocks P. Lung function and respiratory symptoms in silicotic and non- silicotic gold miners. *Am Rev Respir Dis* 1978; 17: 429- 435.
- Lawson, C.C, LeMasters MK, Lemasters GK, Reutman SS, Rice CH, Lockey JE. Reliability and validity of chest Radiograph surveillance Programs. *Chest* 2001;120;64-68.
- Lee JY, Choi HHJ, Park IN, Hong Sb, Oh YM, Lim CM. Comparison of two commercial interferon- γ - assays for diagnosing Mycobacterium tuberculosis infection. *Eur Respir J* 2006; 28: 24- 30.
- Lee YCG, Singh B, Pang SC, de Klerk NH, Hillman DR, Musk AW. Radiographic (ILO) readings predict arterial oxygen desaturation during exercise in subjects with asbestosis. *Occup Environ Med* 2003; 60: 201- 206.
- Liou SH, Chen YP, Shih WY et al. Pneumoconiosis and pulmonary function defects in silica- exposed fire brick workers. *Arch Environ Healt* 1996; 51: 227- 233.
- Ng TP, Chan SL. Lung function in relation to silicosis and silica exposure in granite workers. *Eur Respir J* 1992; 5: 986- 991.
- NIOSH Criteria for a recommended Standard occupational exposure to respirable coal main dust 1995. Publication No.95-105
- Maclaren Wm, Soltar CA. Progressive massive fibrosis and simple pneumoconiosis in ex miners. *Br J Indust Med* 1985; 42: 734- 740.
- Malmberg P, Herenstrom H, Sundblad BM. Changes in lung function of granite crushers exposed to moderately high silica concentrations: a 12 years follow up. *Br J Ind Med* 1993; 50: 726- 731
- Markowitz SB, Marabia A, Lilis R, Miller A, Nicholson WJ, Levin S. Clinical predictors of mortality from asbestosis in the North American Insulator cohort, 1981- 1991. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 156: 101- 108.
- Ministerio de Sanidad y Consumo. Programa Integral de Vigilancia de la Salud de los Trabajadores que han estado expuestos a Amianto y Protocolo de Vigilancia Especifica (Revisión 2003). Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid. 2003.

- Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Costes A et al. Standardisation of spirometry. *Eur Resp J* 2005; 26: 319- 338. http://www.acr.org/s_acr/bin.asp?CID=545&DID=12194&DOC=FILE.PDF
- Miller A, Lilis R, Godbold J et al. Relationship of pulmonary function to radiographic interstitial fibrosis in 2611 long- term asbestos insulators. *Am Rev Respir Dis* 1992; 145: 263- 270.
- Monnier- Cholley L, MacMahon H, Katsuragawa S et al. Computer- aided diagnosis for detection of interstitial opacities on chest radiographs. *Am J Roentgenol* 1998; 171: 1651- 1656.
- Musk AW, Peters JM, Wegman DH et al. Pulmonary function in granite dust exposure: a four year follow- up. *Am Rev Respir Dis* 1977; 115: 769- 776
- OSHA. Special Emphasis Program on silicosis. (Página web) disponible en www.osha-slc.gov/Silica/Special/Emphasis.html
- Pascal I, Marín Martínez B. Trabajadores en contacto con amianto: Pautas de seguimiento. *An Sist Sanit Navar* 2005; 28 (Supl 1): 45- 49.
- Rastogi SK, Gupta BN, Neeraj M et al. Pulmonary function study in female grinders expose to agate dust. *Toxicol Ind Healgh* 1990; 6: 145- 154.
- Ross RM. The clinical Diagnosis of Asbestosis in this century requires more than a Chest Radiograph. *Chest* 2003; 124;1120-1128.
- Sherson D, Lander F. Morbidity of pulmonary tuberculosis among silicotic and nonsilicotic foundry workers in Denmark. *J Occup Med* 1990; 32: 110- 113.
- Shwarta Da, Davis CS, Merchan JA et al. Longitudinal changes in lung function among asbestos- exponed workers. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 150: 1243- 1249.
- SUHR H. Bang B, Moen BE. Respiratory Health Among Quartz-Exposed Slate Workers *Occupational Medicine* 2003;53:406–407
- Therialult GP, Peters JM, Fine LJ. Pulmonary function in graniete shed workers in Vermont. *Arch Environ Health* 1974; 28: 18- 22.
- Wang W, Yu ITS, WaiWong T, Yano E. Respiratory symptoms and pulmonary function in coal miners: Looking into the effects of simple pneumoconiosis. *Am J Ind Med* 1999; 35: 124- 131.
- Wang W, Yano E, Nonaka K, Wang M, Wang Z. Respiratory impairments due to dust exposure: A comparative study among workers exposed to silica, asbestos and coalmine dust. *Am J Ind Med*1997; 31: 495- 502.
- Welch LS, Hungting KL, Balmes J et al. Variability in the classification radiographs using the 1980 International Labor Organization classification for Pneumoconioses. *Chest* 1998; 114: 1740- 1748.

7.3.3 ¿Cuáles factores de riesgo relacionados con el trabajador podrían favorecer el desarrollo de neumoconiosis?

Recomendación:

En la evaluación de un trabajador a riesgo de neumoconiosis, o con enfermedad

establecida, se deben reconocer factores individuales de riesgo tales como el tabaquismo o la enfermedad respiratoria previa. Una vez detectados, se deben tomar las medidas necesarias para su erradicación o control.

No hay evidencia suficiente que permita recomendar evaluación genética en el tamizaje, diagnóstico o como determinante pronóstico en neumoconiosis.

Nivel de evidencia: 2++

Grado de recomendación: B

Resumen crítico de la evidencia

Se considera que vale la pena indagar y reconocer sobre la presencia de **enfermedad respiratoria previa** en todo sujeto a riesgo de desarrollar neumoconiosis, dado que esto debe ser manejado, seguido y tenido en cuenta en la evaluación posterior. No hay evidencia que permita determinar que alguna enfermedad respiratoria en particular predisponga al desarrollo de neumoconiosis.

La **historia de exposición a tabaco** siempre debe ser indagada en la evaluación de un trabajador expuesto a factores de riesgo para desarrollar neumoconiosis. El tabaquismo claramente contribuye a la obstrucción de la vía aérea con reducción de la relación VEF_1/ CVF en los trabajadores que han sido expuestos a carbón, sílice o asbesto. El hecho que los fumadores tienden a tener una mayor prevalencia de compromiso en la función pulmonar en los trabajadores expuestos a sílice o carbón, sugiere que tanto el polvo como el cigarrillo contribuyen a esta anormalidad. En los trabajadores expuestos a asbesto, la obstrucción fue predominante en fumadores. Esto podría sugerir que el tabaquismo modifica el efecto de los asbestos en la función pulmonar (Wang, Yano, Nonaka, Wang y Wang). Al revisar las estimaciones de disminución anual del VEF_1 atribuibles a cigarrillo y exposición a polvo de carbón en mineros, el tabaquismo fue un fuerte predictor de esta disminución. En cuanto a la exposición de asbesto y la historia de tabaquismo, se ha sugerido que este hábito aumenta la retención de fibras en el pulmón.

Teniendo en cuenta el posible papel del tabaquismo en la iniciación y la progresión de neumoconiosis asociada, y su papel en el cáncer pulmonar, se recomienda que se tengan en cuenta prácticas para favorecer un ambiente sin tabaco.

El tabaquismo también incrementa el riesgo de desarrollar asbestosis entre los expuestos a ambos agentes con respecto a los expuestos a asbestos no fumadores (ATSDR, 2001).

De otro lado, el tabaquismo puede influenciar directamente el riesgo de cáncer pulmonar, al tiempo que puede tener un impacto indirecto sobre este mismo riesgo

mediante el daño de los mecanismos de aclaramiento de las partículas inhaladas (BIA, 2003). Hace cerca de 40 años se conoce el efecto sinérgico de la exposición combinada a los asbestos y el tabaquismo. Los datos más dramáticos incluyen una razón de mortalidad estandarizada por edad de 5.17 para los trabajadores del asbesto no fumadores, 10.85 para los fumadores no expuestos a asbestos y 53.20 para fumadores expuestos a asbestos

Es claramente reconocido que no todos los sujetos expuestos a un polvo determinado desarrollarán neumoconiosis. Esto ha llevado a la búsqueda de **factores individuales** que permitan predecir quienes van a desarrollar la enfermedad. La literatura menciona diversos estudios en relación a genética, pero no se encontró evidencia suficiente que permita recomendar alguna de estas técnicas como herramienta de tamizaje, evaluación o pronóstico de la enfermedad.

Dentro de los **factores individuales que pueden estar relacionados con la susceptibilidad** para desarrollar **silicosis**, se pueden mencionar a los polimorfismos entre los alelos - 238 y -376 de acuerdo con el estudio de Corbett et al (2002), realizado entre mineros negros de Sudáfrica., el complejo de genes de la Interleukina- 1 en los mineros de carbón con silicosis, los genotipos del alelo IL-1RA (+2018), la presencia del haplotipo HLA- Aw19- B18, o de HLA- Bw54. La proporción de los 2 genotipos del alelo IL- 1RA (+2018) estaba aumentada en mineros con silicosis (0,27) en comparación con controles (0,16). No se encontraron diferencias significativas en las frecuencias alélicas o las distribuciones de genotipo para IL- 1 α (+4845) o IL- 1 β (+3953) entre los grupos con enfermedad y los controles.

En pacientes con silicosis de ascendencia caucásica, se encontró que la frecuencia de HLA- B7 era menor que los controles y aquellos sujetos con menor exposición y el mayor riesgo de desarrollar fibrosis severa se asoció con el haplotipo HLA- Aw19- B18.

En la población japonesa se ha encontrado a través de análisis inmunogenéticos que la susceptibilidad a silicosis estaba asociada con HLA- Bw54.

En cuanto a la **neumoconiosis del minero de carbón**, se debe tener en cuenta que cuando el tejido pulmonar se expone a carbón inicia tres tipos de reacciones: acumulación y activación de células inflamatorias en el tracto respiratorio inferior, proliferación de fibroblastos y un aumento en la síntesis y/o rompimiento de los componentes de la matriz extracelular. Se ha demostrado el aumento en la liberación del factor de necrosis tumoral de monocitos periféricos de trabajadores con neumoconiosis temprana, hallazgo que se relacionó con una mayor progresión de la enfermedad de acuerdo al seguimiento realizado en estos trabajadores. Ante el hecho de esta persistencia del incremento del factor de necrosis tumoral en el transcurso del tiempo, el grupo de Zhai buscó determinar si los polimorfismos en el gen promotor del factor de necrosis tumoral estaban relacionados con el desarrollo de la neumoconiosis del minero de carbón. Ellos evaluaron las muestras sanguíneas de 78 mineros de carbón y encontraron que la

frecuencia del genotipo A⁻³⁰⁸ estaba significativamente aumentada (50%) en mineros de carbón con neumoconiosis del minero de carbón en comparación con mineros sin neumoconiosis (25%) y controles (29%). A pesar de la corrección por exposición acumulada y tabaquismo, este genotipo aún se asociaba con la presencia de neumoconiosis del minero de carbón. Otros polimorfismos como MnSOD, GSTM1, GSTT1, o OGG1 no han demostrado incrementar la susceptibilidad para el desarrollo de neumoconiosis del minero de carbón.

Dentro de los factores del huésped que pueden contribuir al desarrollo de asbestosis se pueden mencionar la deficiencia de glutation S- transferasa mu (GSTM-1).

Referencias

- Beckett W, Abraham J, Becklake M, et al. Adverse effects of crystalline silica exposure. Official statement of the American Thoracic Society Committee of the Scientific Assembly on Environmental and Occupational Health. <http://www.thoracic.org/sections/publications/statements/pages/eoh/506.html>
- Corbett EL, Mozzato- Chamay N, Butterworth AE, De Cock KM, Williams BG, Churchyard GJ et al. Polymorphisms in the tumor necrosis factor- α gene promoter may predispose to severe silicosis in black South African miners. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 165: 690- 693.
- Department of Health and Human Services - Centers for Disease Control and Prevention - National Institute for Occupational Safety and Health. Health Effects of Occupational Exposure to Respirable Crystalline Silica. DHHS (NIOSH) Publication No. 2002-129, April 2002. <http://www.cdc.gov/niosh/pdfs/02-129.pdf>
- Yucesoy B, Vallyathan V, Landsittel DP, Sharp DS, Matheson J, Burleson F et al. Polymorphisms of the IL- 1 gene complex in coal miners with silicosis. *Am J Ind Med* 2001; 8: 106- 111.
- Gualde N, De Leobardy J, Serizay B, Malinvaud O. HLA and silicosis. *Am Rev Respir Dis* 1977; 116: 334- 336.
- Koskinen H, Tiilidainen A, Nordman H. Increased prevalence of HLA- Ax19 and the phonogroup Ax 19, B18 in advanced silicosis. *Chest* 1983; 83: 848- 852.
- Honda K, Kimura A, Dong LP, Tamai H, Nagato H, Nishimura Y, Sasazuki T. Immunogenetic analysis of silicosis in Japan. *Am J Respir Cell Mol Biol* 1993; 8: 106- 111.
- Borm PJA, Palmen N, Engelen JJM, Buurman WA. Spontaneous and stimulated release of tumor necrosis factor- α (TNF) from blood monocytes of miners with coal worker's neumoconiosis. *Am Rev Respir dis* 1988; 138: 1589- 1594.
- Schins RPF, Brom PJA. Epidemiological evaluation of release of monocyte TNF as an exposure and effect marker in pneumoconiosis: Five year follow up study of coal workers. *Environ Med* 1995; 52: 441- 450.

- Zhai R, Jetten M, Schins RPF, Franssen H, Boro PJA. Polymorphisms in promoter of the tumor necrosis factor- α gene in coal miners. Am J Ind Med 1998; 34: 318- 324.
- Zhai R, Liu g, Ge X, Yang C, Huang C, Wu C, Christiani DC. Genetic polymorphisms of MnSOD, GSTM1, GSTT1 and OGG1 in coal workers's pneumoconiosis. J Occup Environ Med 2002; 44: 372- 377.
- Smith CM, Kelsey KT, Wiencke JK, Leyden K, Levin S, Christiani DC. Inherited glutathione- S- transferase deficiency is a risk factor for pulmonary asbestosis. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 1994; 3: 471- 477.
- Wang W, Yano E, Nonaka K, Wang M, Wang Z. Respiratory impairments due to dust exposure: A comparative study among workers exposed to silica, asbestos and coalmine dust. Am J Ind Med 1997; 31: 495- 502.
- U.S. Department of Health and Human Services - Public Health Service - Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for asbestos. September 2001. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp61.html>
- Becklake MR, Case BW. Fiber burden and asbestos- related lung disease: determinants of dose- response relationships. Am J Respir Crit Care Med 1994; 150: 1488- 1492.

7.4 Diagnóstico

- 7.4.1 ¿Cuáles son los elementos de los resultados de la evaluación de un trabajador caracterizadores de una neumoconiosis relacionada con la exposición a sílice, asbestos o polvo de carbón que sirven como herramienta de juicio para el diagnóstico?

Recomendación:

Los criterios para la confirmación del diagnóstico son:

- Historia bien documentada de exposición a asbesto, sílice o polvo de carbón.
- Rayos X de tórax con alteraciones compatibles con silicosis, neumoconiosis de los mineros del carbón o asbestosis, utilizando la técnica OIT o un TCAR que muestre cambios fibróticos intersticiales difusos.

Las radiografías de tórax deben ser interpretadas por profesionales entrenados en la lectura de la técnica de la OIT, idealmente certificados como lectores B.

De acuerdo con los resultados, puede ser necesario complementarlas con otras pruebas de función pulmonar, imágenes diagnósticas e incluso estudios invasivos tales como fibrobroncoscopia o biopsias.

Nivel de evidencia:

4 para los antecedentes de exposición y 2 para el uso de RX

Grado de recomendación: C Y B**Resumen crítico de la evidencia**

Aunque el diagnóstico se basa fundamentalmente en la evidencia de la exposición y los hallazgos radiológicos interpretados con la técnica OIT V2000, es importante considerar que existen casos en los cuales los hallazgos radiológicos no son consistentes con los síntomas o con la historia de exposición. Es en estos casos en los cuales se indica la aplicación de otras técnicas diagnósticas que pueden ser histopatológicas o imagenológicas. Las primeras no son las más recomendadas aunque sean confirmatorias por tener un carácter invasivo, por tanto se da preferencia a las últimas, principalmente al TAC o TACAR.

A continuación se presentan de manera resumida las ventajas relativas de la radiografía de tórax y de la TAC de tórax en la evaluación de los individuos con enfermedad pulmonar ocupacional:

Radiografía de tórax:	TAC de tórax:
<ul style="list-style-type: none"> ○ Realización simple ○ Disponibilidad ○ Costo- Efectividad ○ Relativamente específica en ciertas condiciones ○ Adecuada para la evaluación de enfermedad pleural benigna ○ Menos radiación ionizante 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mayor sensibilidad para el compromiso intersticial ○ Mayor especificidad para ciertas condiciones ○ Mayor acuerdo intra e inter-observador comparado con la radiografía de tórax ○ Evaluación precisa de otras enfermedades co- existentes. ○ Mayores dosis de radiación

Para garantizar los resultados se deben tener en cuenta los siguientes aspectos en cuanto a la toma de las radiografías:

- Se requiere una radiografía en proyección postero- anterior de buena calidad técnica, con adecuada inspiración.
- La radiografía lateral se requeriría para clarificar la posición de una anomalía identificada en la proyección postero- anterior.
- La necesidad de proyecciones especiales como las oblicuas o apicolordóticas para determinar lesiones pleurales y apicales, se ha disminuido gracias a que se cuenta con la TAC de tórax.

En este sentido Lawson C, et al, (2001) publicaron los resultados de su estudio de diagnóstico para neumoconiosis utilizando rayos X de tórax comparando los datos obtenidos de la aplicación del set de rayos X (Radiografía PA de tórax y 2 proyecciones oblicuas, derecha e izquierda) con los resultantes de la interpretación de la sola placa de tórax postero-anterior. Los autores recomiendan que se prefiera la utilización del método de las 3 proyecciones para estudios de vigilancia con RX de tórax. (Ver tabla 9)

Tabla 9 Sensibilidad y especificidad de los métodos de Radiografía de tórax.

Estudio de Corte	Estudio Longitudinal			Sensibilidad	Especificidad	VPP*
	Positivo (n=17)	Negativo (n=475)	Total (n=492)			
Proyección PA				64,7 %	97.5%	47,7%
Positiva	11	12	23			
Negativa	6	463	469			
Tres proyecciones				82,4%	99.9%	73,7%
Positiva	14	5	19			
Negativa	5	470	473			

* VPP Valor predictivo Positivo

Fuente: Lawson, et al. Reliability and validity of chest Radiograph surveillance Programs. Chest 2001.

La radiografía digital de tórax se ha hecho muy popular en los últimos años gracias a que es un método que brinda buena calidad de imagen, capacidad de almacenamiento en formato digital y de transmisión, y poder de manipulación y proceso de la imagen. Su uso, podría facilitar la detección y el diagnóstico de las enfermedades intersticiales, pero se requieren de estudios a gran escala para confirmar su eficacia. Por ejemplo no se han realizado estudios de tamizaje de población.

Las imágenes de la radiografía de tórax en silicosis se caracterizan por un patrón difuso de opacidades redondeadas pequeñas, de predominio en los lóbulos superiores del pulmón asociado a adenomegalias y ganglios mediastinales con calcificación en cáscara de huevo.

La **silicosis simple** se manifiesta como opacidades redondeadas difusas (tipo p, profusión 1-2). La enfermedad más extensa lleva a incremento en el tamaño del nódulo y en su número (tipo p- q, profusión 2- 3).

A medida que la enfermedad avanza, las opacidades tienden a conglomerarse formando grandes masas irregulares, que es lo que se conoce como fibrosis masiva progresiva.

El modelo radiográfico de la **neumoconiosis simple del minero de carbón** típicamente se presenta con opacidades redondeadas pequeñas que aparecen primero en los lóbulos superiores. Las zonas medias e inferiores de los pulmonares comienzan a involucrarse a medida que se incrementan las opacidades. Los nódulos aumentan en profusión con una mayor exposición, pero un cambio en la profusión luego del retiro de la exposición es muy raro

La neumoconiosis complicada se define como una lesión de 1cm o más en su diámetro mayor. La neumoconiosis complicada se divide en 3 categorías:

- Categoría A: Diámetro mayor de 1cm o más y menos de 5cm, o muchas opacidades con diámetro mayor de 1cm cuya suma es menor a 5cm.
- Categoría B: Una o más opacidades cuya suma de diámetros excede al de la categoría A, pero cuya área no excede a la del lóbulo superior derecho.
- Categoría C: Una o más opacidades cuya área excede a la del lóbulo superior derecho.

Para el caso del diagnóstico de la asbestosis, la radiografía de tórax ha sido una herramienta útil, aunque puede ser de difícil evaluación cuando se trata de diagnosticar enfermedad mínima o leve, inclusive, algunos autores se preguntan si un ligero incremento en las marcas pulmonares son suficientes para diagnosticar asbestosis. Se deben tener en cuenta algunos factores que pueden afectar su especificidad tales como técnica, edad, obesidad, tabaquismo, EPOC asociado y exposición a otros agentes. La variación inter-observador entre lectores B certificados es otro tema a considerar en la interpretación de estas placas la cual puede ir de 24 a 91%.

La presentación inicial de la asbestosis suele presentar opacidades parenquimatosas irregulares pequeñas localizadas en los lóbulos inferiores. Con el tiempo la distribución y la profusión pueden extenderse hacia las zonas medias y superiores de los pulmones. Aunque las opacidades irregulares son las más frecuentes en la asbestosis, se pueden encontrar opacidades redondeadas y mixtas. La asociación de estos hallazgos con placas pleurales soporta el diagnóstico de asbestosis. En la clasificación OIT, la profusión se correlaciona fuertemente con el riesgo de mortalidad, disminución en la capacidad de difusión y disminución en la capacidad ventilatoria.

Buscando evaluar la sensibilidad y la especificidad de la radiografía de tórax para el diagnóstico de la asbestosis, Ross (2003), en su revisión sistemática de la literatura menciona un meta-análisis realizado por Meyer, et al que reporta una especificidad 90 al 95% con lectores cualificados. De igual forma este autor y Epler (1978) encuentran una sensibilidad de 85 a 90%. Adicionalmente, el estudio de Meyer, demostró que entre individuos con asbestosis confirmada por histopatología, 15- 20% no tenían evidencia de compromiso radiológico.

Para el VPP, Ross (2003) utilizó una prevalencia de 5%, una sensibilidad del 90% y una especificidad del 93%, logrando un dato del 40%. Este valor se disminuye si la prevalencia baja y viceversa. Así en cohortes con prevalencia de 3% el VPP es de 28% y en aquellas como la de Selikoff et al, puede ser superior a 50%: De tal forma que el autor concluye que la sola Rx de tórax es una herramienta inadecuada para realizar dichos diagnósticos. Sin embargo, esta publicación no menciona el valor predictivo negativo (VPN) que podría ser de utilidad.

La **TAC de tórax de alta resolución** puede ser más sensible en la detección de opacidades parenquimatosas de la silicosis que la radiografía de tórax, pero teniendo en cuenta sus costos y el tiempo adicional, no justifica su uso como una herramienta de vigilancia. (la evidencia de su aplicación se presenta en la recomendación 7.4.2)

Las pautas de Navarra en cuanto a exposición a asbesto, reconocen las ventajas de la TAC de tórax y recomiendan que esta técnica pudiera considerarse en las siguientes situaciones, las cuales se mencionan en esta guía debido a que podrían representar un beneficio sobre la salud del trabajador:

- Sospecha de enfermedad del parénquima pulmonar en la radiografía simple de tórax.
- Cambios en el parénquima respecto al control previo
- Aumento en el espesor o extensión de placas o engrosamientos pleurales
- Dolor pleurítico en caso de presencia de placas pleurales previamente asintomáticas.
- Alteraciones en las pruebas de función respiratoria.
- Compromiso progresivo de la función respiratoria de acuerdo a valoraciones previas.

Referencias

- Levin S.M, Kann P.E, Lax M.B. Medical examination for Asbestos- Related Disease. American Journal of Industrial Medicine. 2000;37. 6-22.
- American Thoracic Society Board of Directors. American Thoracic Society Documents Diagnosis and initial management of Nonmalignant Disease related to asbestos. Am J Respi Crit Care Med. 2004; 170:691 – 715.
- Ministerio de Sanidad y Consumo. Programa Integral de Vigilancia de la Salud de los Trabajadores que han estado expuestos a Amianto y Protocolo de Vigilancia Específica (Revisión 2003). Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid. 2003.
- Lawson, C.C, LeMasters MK, Lemasters GK, Reutman SS, Rice CH, Lockey JE. Reliability and validity of chest Radiograph surveillance Programs. Chest 2001;120 ;64-68.
- Ross RM. The clinical Diagnosis of Asbestosis in this century requires more than a Chest Radiograph. Chest 2003; 124; 1120-1128.
- Miller A, Lilis R, Godbold J et al. Relationship of pulmonary function to radiographic interstitial fibrosis in 2611 long- term asbestos insulators. Am Rev Respir Dis 1992; 145: 263- 270.
- Lee YCG, Singh B, Pang SC, de Klerk NH, Hillman DR, Musk AW. Radiographic (ILO) readings predict arterial oxygen desaturation during exercise in subjects with asbestosis. Occup Environ Med 2003; 60: 201- 206.
- Monnier- Cholley L, MacMahon H, Katsuragawa S et al. Computer- aided diagnosis for detection of interstitial opacities on chest radiographs. Am J Roentgenol 1998; 171: 1651- 1656.

- Fernie JM, Ruckley Va. Coalworkers' pneumoconiosis: correlation between opacity profusion and number and type of dust lesions with special referent to opacity type. Br J Indus Med 1987; 44: 273- 277.
- Maclaren Wm, Soltar CA. Progressive massive fibrosis and simple pneumoconiosis in ex miners. Br J Indust Med 1985; 42: 734- 740.
- Bourgakard E, Bernada P, Chau N, Bertrand J-P, Teculescu D, Thieu Pham Q.. Can the evolution to pneumoconiosis be suspected in coal miners? A longitudinal study. Am J Respir Crit Care Med 1998; 158: 504- 509.
- Cowie RL, Hay M, Thomas RG. Association of silicosis, lung dysfunction, and emphysema in gold miners. Thorax 1993; 48: 746- 749.
- Welch LS, Hungting KL, Balmes J et al. Variability in the classification radiographs using the 1980 International Labor Organization classification for Pneumoconioses. Chest 1998; 114: 1740- 1748.
- Markowitz SB, Marabia A, Lilis R, Miller A, Nicholson WJ, Levin S. Clinical predictors of mortality from asbestosis in the North American Insulator cohort, 1981- 1991. Am J Respir Crit Care Med 1997; 156: 101- 108.
- Harkin TJ, McGuinness G, Goldring R, Parker JE, Crane M, Naidich DP. Differentiation of the OIT boundary chest roentgenograph (0/1 to 1/0) in asbestosis by high- resolution computed tomography scan, alveolitis and respiratory impairment. J Occup Environ Med 1996; 38: 46- 52.
- Epler GR, McLoud TC, Gainsler EA, Mikus JP, Carrington CB. Normal chest roentgenograms in chronic diffuse infiltrative lung disease. N Engl J Med 1978; 298: 934- 939.
- Bergin CJ, Müller NL, Vedal S, et al. CT in silicosis: correlation with plain films and pulmonary function tests. AJR Am J Roentgenol 1986; 146: 477- 483.

7.4.2 ¿En que momento se indican los exámenes complementarios para el diagnóstico y la evaluación de la neumoconiosis? ¿Cuáles son sus características?

Recomendación:

Cuando los hallazgos radiológicos no son claros, se requiere de ayudas complementarias como TAC ó TACAR (Tomografía computarizada de alta resolución)

Se indican pruebas de función pulmonar como capacidad de difusión de monóxido de carbono (DCO), test de ejercicio, elasticidad pulmonar y pruebas funcionales de pequeñas vías aéreas cuando se requiere:

- Realizar una evaluación complementaria en el diagnóstico de la enfermedad
- Evaluar el nivel de afectación y la progresión de la enfermedad.

- Determinación de la capacidad laboral de los individuos.
- Detección de susceptible, por ejemplo asmáticos, bronquíticos y enfisematosos.
- Para estudios epidemiológicos

Otras pruebas que se han usado son el lavado bronquealveolar, y el conteo de cuerpos de asbesto en esputo, e incluso estudios invasivos como fibrobroncoscopia o biopsias.

Aunque la biopsia transbronquial o abierta es un método de confirmación que establece el diagnóstico, no es un método que se justifica ya que no aporta ventajas terapéuticas.

Nivel de evidencia: 3

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia

TAC de tórax

La tomografía tiene un rol cada vez mayor en la evaluación de las enfermedades pulmonares ocupacionales, y según la publicación de Akira (2002), la Tomografía de alta resolución (TACAR) es más sensible que los rayos X de tórax en la detección de anomalías parenquimatosas en asbestosis, silicosis y otras neumoconiosis. Sin embargo, el inconveniente de esta técnica diagnóstica es su falta de disponibilidad, los costos y la falta de estandarización en la lectura. A la fecha, no se disponen de estudios de tamizaje ni de costo efectividad en el abordaje de la neumoconiosis.

Tanto en la TAC de tórax como en la radiografía simple de tórax, el hallazgo más frecuente en *silicosis* y *neumoconiosis del minero de carbón* es la presencia de pequeños nódulos de localización centrilobulillar o subpleural. Estos tienen un tamaño que oscila entre 2 y 5mm de diámetro y pueden estar calcificados. Los nódulos de los casos de silicosis tienden a estar mejor definidos. Los nódulos están presentes de forma difusa y bilateral, pero se pueden localizar predominantemente en lóbulos superiores, que en la TAC se observa con una predominancia posterior. En la silicosis más severa se observa un incremento en el número y tamaño de los nódulos.

El grupo de Akira (1989) revisó las imágenes de TAC con cortes de alta resolución en 90 pacientes que tenían neumoconiosis en las placas de tórax (nódulos pequeños y redondeados). De estos, 61 tenían silicosis y 12 tenían neumoconiosis del minero de carbón. Los 90 pacientes se dividieron en 3 grupos. El primero, consistía de pacientes cuya radiografía de tórax mostraban predominio de

opacidades redondeadas tipo p (nódulos menores de 1,5mm de diámetro). El segundo grupo consistía de pacientes con opacidades redondeadas tipo q (nódulos de 1,5- 3mm) y el tercer grupo era de pacientes con opacidades redondeadas tipo r (mayores de 3mm). En aquellos pacientes que tenían neumoconiosis tipo p, se encontró en la TAC de tórax con cortes de alta resolución, la presencia de opacidades mal definidas centrolobulillares y peribroncovasculares. También demostraron en 21 de 55 pacientes de este grupo la presencia de pequeñas áreas intralobulares con anomalías de baja atenuación. La correlación con patología en dos muestras post- mortem mostraron que las pequeñas estructuras ramificadas y las áreas de baja atenuación correspondían respectivamente a áreas de fibrosis irregular alrededor y a lo largo de los bronquiolos respiratorios y a áreas focales de enfisema centrilobulillar asociado.

La fibrosis masiva progresiva está siempre asociada con un fondo de pequeños nódulos visibles en la TAC con cortes en alta resolución (Remy- Jardin M, 1990). Los conglomerados de masas tienden a ser ovalados y a tener bordes irregulares, con distorsión de la arquitectura pulmonar y de la anatomía vascular. El patrón más prominente de la fibrosis masiva progresiva asociada con silicosis es de una consolidación asociada con cicatriz apical y bula adyacente.

El estudio de Bourgard (1998) demostró que puntajes mayores de los micronódulos en la TAC de tórax y valores de FEF₂₅ se asociaron significativamente con la evolución hacia neumoconiosis en un grupo de trabajadores expuestos a carbón seguidos a 4 años que tenían al inicio del estudio radiografía de tórax con OIT 0/1 o 1/0 de acuerdo a la clasificación de OIT

En cuanto a los pacientes con sospecha de asbestosis, la TAC de tórax con cortes en alta resolución, se ha recomendado que se tenga en cuenta la realización de cortes en prono, ya que es típico que las zonas pulmonares posteriores se afecten más tempranamente y en mayor medida. Pueden encontrarse diversos hallazgos dependiendo de la severidad, pero en general estos reflejan la presencia de fibrosis intersticial y son similares a los que se encuentran en los casos de fibrosis pulmonar idiopática. Aunque ningún hallazgo es específico de asbestosis, la presencia de un engrosamiento de la pleura parietal asociado a la fibrosis pulmonar es muy sugestivo (Aberle DR, et al 1988, Aberle DR, et al 1988).

La TAC de tórax es mucho más sensible que la radiografía de tórax para diagnosticar cambios tempranos inducidos por asbesto. Staples realizó un estudio con sujetos expuestos a asbesto con radiografía de tórax normal. Tanto la capacidad vital forzada como la difusión al monóxido de carbono eran significativamente menores en aquellos con TACAR de tórax anormal (Staples CA, et al, 1989).

Akira (1991) demostró la progresión de la enfermedad en una serie de 23 pacientes expuestos a asbesto que tenían placa normal o mínimos cambios.

Encontró que los cambios progresaron en 2 de 7 pacientes que se reexaminaron entre 10- 19 meses luego del primer TAC y en 8 de los que se examinaron entre 20 y 39 meses luego del primer TAC. Esta evidencia de progresión en el TAC se acompañó de disminución de la difusión en 3 de 4 de los que tenían función pulmonar disponible

Hay que tener en cuenta que los pacientes con asbestosis suelen presentar diferentes hallazgos indicativos de fibrosis en la TACAR y las alteraciones habitualmente son bilaterales y a menudo simétricas. La presencia de anomalías focales o unilaterales no debe considerarse suficiente para hacer el diagnóstico. Las indicaciones específicas dadas por las pautas de Navarra en cuanto a exposición a asbesto, se presentan en el análisis crítico de la evidencia de la recomendación 7.4.1.

Otras pruebas de función pulmonar tales como respuesta al uso de broncodilatador inhalado, volúmenes pulmonares, difusión, gases arteriales o prueba de ejercicio cardiopulmonar, se realizarán en un servicio de Neumología que cuente con la tecnología requerida y experiencia en las mismas contando con el apoyo de un especialista en enfermedades respiratorias.

Los **marcadores para enfermedades del tejido conectivo** como anticuerpos antinucleares y factor reumatoideo, no se han incluido debido a que tiene un bajo valor predictivo para estas condiciones en ausencia de síntomas y signos compatibles con esta enfermedad. Otras técnicas como cambios del DNA inducidos por sílice en linfocitos, niveles urinarios de neopterinina y la liberación de especies reactivas de oxígeno y nitrógeno, citoquinas, se han estudiado solo en pequeños grupos de trabajadores expuestos a sílice. Se requieren además estudios de costo- efectividad en estas nuevas aproximaciones diagnósticas.

Referencias

- Akira M High- Resolution CT in the evaluation of occupational and environmental disease. Radiological clinics of north America 2002; 40:1: 43-59
- Bégin R, Ostiguy G, Fillion R et al. Computed tomography scan in the early detection of silicosis. Am Rev Respir Dis 1991; 144: 697- 705.
- Bergin CJ, Müller NL, Vedal S, et al. CT in silicosis: correlation with plain films and pulmonary function tests. AJR Am J Roentgenol 1986; 146: 477- 483.
- Akira M, Higashihara T, Yokoyama K et al. Radiographic type p pneumoconiosis: high resolution CT. Radiology 1989; 171:117- 123.
- Bourgkard E, Bernada P, Chau N, Bertrand J-P, Teculescu D, Thieu Pham Q.. Can the evolution to pneumoconiosis be suspected in coal miners? A longitudinal study. Am J Respir Crit Care Med 1998; 158: 504- 509.
- Aberle DR, Gamsu G, Ray CS. High resolution CT of benign asbestos- related diseases: clinical and radiographic correlation. AJR Am J Roentgenol 1988; 151: 883- 891.

- Aberle DR, Gamsu G, Ray CS et al. Asbestos- related pleural and parenchymal fibrosis: Detection with high resolution CT. *Radiology* 1988; 166: 729- 734.
- Staples CA, Gamsu G, Ray CS, Webb WR. High resolution computed tomography and lung function in asbestos- exposed workers with normal chest radiographs. *Am rev Respir Dis* 1989; 139: 1502- 1508.
- Akira M, Yokohama K, Yamamoto S et al. Early asbestosis: evaluation with high- resolution CT. *Radiology* 1991; 178: 409- 416
- Bégin R, Filion R, Ostiguy G. Emphysema in silica- and asbestos- exposed workers seeking compensation. A CT scan study. *Chest* 1995; 108: 647- 655.
- Ng TP, Chan SL. Lung function in relation to silicosis and silica exposure in granite workers. *Eur Respir J* 1992; 5: 986- 991.
- Malmberg P, Herenstrom H, Sundblad BM. Changes in lung function of granite crushers exposed to moderately high silica concentrations: a 12 years follow up. *Br J Ind Med* 1993; 50: 726- 731
- Rastogi SK, Gupta BN, Neeraj M et al. Pulmonary function study in female grinders expose to agate dust. *Toxicol Ind Healgh* 1990; 6: 145- 154.
- Liou SH, Chen YP, Shih WY et al. Pneumoconiosis and pulmonary function defects in silica- exposed fire brick workers. *Arch Environ Healt* 1996; 51: 227- 233.
- Irwing LM, Rocks P. Lung function and respiratory symptoms in silicotic and non- silicotic gold miners. *Am Rev Respir Dis* 1978; 17: 429- 435.
- Eisen EA, Wegman DH, Louis TA. Effects of selection in a prospective study of forced expiratory volume in Vermont granite workers. *Am Rev Respir Dis* 1983; 29: 587- 591.
- Eisen EA, Wegman DH, Louir TA, et al. Healthy work effect in a longitudinal study of one- second forced expiratory volume (FEV1) and chronic exposure to granite dust. *Int J Epidemiol* 1995; 24: 1154- 1162.
- Graham WGB, Weaver SL, Ashikaga T Hemenway D, O'Grady R. Longitudinal pulmonary function losses in Vermont granite workers: a reevaluation. *Chest* 1994; 106: 125- 130
- Musk AW, Peters JM, Wegman DH et al. Pulmonary function in granite dust exposure: a four year follow- up. *Am Rev Respir Dis* 1977; 115: 769- 776
- Therialult GP, Peters JM, Fine LJ. Pulmonary function in graniete shed workers in Vermont. *Arch Environ Health* 1974; 28: 18- 22.
- Hertzberg VS, Rosenman KD, Reilly MJ, Rice CH. Effect of occupational silica exposure on pulmonary function. *Chest* 2002; 122: 721- 728.
- Wang W, Yu ITS, WaiWong T, Yano E. Respiratory symptoms and pulmonary function in coal miners: Looking into the effects of simple pneumoconiosis. *Am J Ind Med* 1999; 35: 124- 131.
- Bauer TT, Schultze- Werninghaus G, Kollmeier J, Weber A, Eibel R, Lemke B et al. Functional variables associated with the clinical grade of dyspnoea in coal miners with pneumoconiosis and mild bronchial obstruction. *Occup Environ med* 2001; 58: 794- 799.
- Miller A, Lilis R, Godbold J et al. Relationship of pulmonary function to radiographic interstitial fibrosis in 2611 long- term asbestos insulators. *Am Rev Respir Dis* 1992; 145: 263- 270.

- Shwarta Da, Davis CS, Merchan JA et al. Longitudinal changes in lung function among asbestos- exposed workers. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 150: 1243- 1249.
- Begin R, Cantin A, Berthiaume T et al. Airway function in lifetime- nonsmoking older asbestos workers. *Am J Med* 1983; 75: 631- 638.
- Begin R, Boileaus R, Peloquin S. Asbestos exposure, cigarette smoking, and airflow limitation in long- term Canadian chrysotile miners and millers. *Am J Ind Med* 1987; 11: 55-66
- Churg A, Wright JL, Wiggs B et al. Small airways disease and mineral dust exposure. *Am Rev Respir Dise* 1985; 131: 139- 143.
- Garcia JG, Griffith DE, Williams JS et al. Reduced diffusing capacity as an isolated finding in asbestosis and silica exposed workers. *Chest* 1990; 98: 105- 111.
- Lee YCG, Singh B, Pang SC, de Klerk NH, Hillman DR, Musk AW. Radiographic (ILO) readings predict arterial oxygen desaturation during exercise in subjects with asbestosis. *Occup Environ Med* 2003; 60: 201- 206.
- Copley S, Hansell DM. Imaging. En: Hendrick DJ, Sherwood B, Beckett WS, Churg A. *Occupational disorders of the lung. Recognition, management, and prevention.* 1 edition. London: W.B. Saunders 2002; 483- 501.
- Monnier- Cholley L, MacMahon H, Katsuragawa S et al. Computer- aided diagnosis for detection of interstitial opacities on chest radiographs. *Am J Roentgenol* 1998; 171: 1651- 1656.
- Fernie JM, Ruckley Va. Coalworkers' pneumoconiosis: correlation between opacity profusion and number and type of dust lesions with special referent to opacity type. *Br J Indus Med* 1987; 44: 273- 277.
- Maclaren Wm, Soltar CA. Progressive massive fibrosis and simple pneumoconiosis in ex miners. *Br J Indust Med* 1985; 42: 734- 740.
- Cowie RL, Hay M, Thomas RG. Association of silicosis, lung dysfunction, and emphysema in gold miners. *Thorax* 1993; 48: 746- 749.
- Welch LS, Hungting KL, Balmes J et al. Variability in the classification radiographs using the 1980 International Labor Organization classification for Pneumoconioses. *Chest* 1998; 114: 1740- 1748.
- Copley S, Hansell DM. Imaging. En: Hendrick DJ, Sherwood B, Beckett WS, Churg A. *Occupational disorders of the lung. Recognition, management, and prevention.* 1 edition. London: W.B. Saunders 2002; 483- 501.
- Borm PJ. Toxicity and occupational health hazards of coal fly ash. A review of data and comparison to coal mine dust. *Ann Occup Hyg* 1997; 41: 659- 676.
- Brichet A, Salez F, Lamblin C, Wallaert B. Coal worker's pneumoconiosis and silicosis. En: Mapp CE. *Occupational Lung Disorders. European respiratory monograph Vol 4, Monograph 11.* Monograph from European Respiratory Journal LTD. Scheffield , UK, pp 136- 157, 1999.
- Markowitz SB, Marabia A, Lilis R, Miller A, Nicholson WJ, Levin S. Clinical predictors of mortality from asbestosis in the North American Insulator cohort, 1981- 1991. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 156: 101- 108.
- Harkin TJ, McGuinness G, Goldring R, Parker JE, Crane M, Naidich DP. Differentiation of the ILO boundary chest roentgenograph (0/1 to 1/0) in

- asbestosis by high- resolution computed tomography scan, alveolitis and respiratory impairment. J Occup Environ Med 1996; 38: 46- 52.
- Epler GR, McLoud TC, Gainsler EA, Mikus JP, Carrington CB. Normal chest roentgenograms in chronic diffuse infiltrative lung disease. N Engl J Med 1978; 298: 934- 939.

7.5 Tratamiento

¿Cuáles son las conductas a seguir en los trabajadores en los cuales se ha diagnosticado una neumoconiosis?

Recomendación:

La actividad más importante en el manejo de un trabajador con neumoconiosis es suspender la exposición. Las demás opciones terapéuticas son de manejo de los especialistas y no difieren de las opciones dadas para las otras fibrosis pulmonares.

Las opciones farmacológicas en el manejo de la neumoconiosis son limitadas y no se ha encontrado beneficio del uso de corticoesteroides, inmunomoduladores o de inmunosupresores. Las alternativas de manejo son básicamente de soporte e incluirían oxigenoterapia si hay desaturación, antibióticos en casos de infección sobre- agregada (bacteriana o por tuberculosis), vacunación contra influenza y neumococo, ejercicio y programas de cese de tabaquismo.

Si se diagnóstica silico-tuberculosis se recomienda realizar el manejo farmacológico anti- tuberculoso convencional

Nivel de evidencia: 3

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia:

La evidencia de la reducción de los niveles de exposición a los tres agentes se ha presentado a lo largo de la guía, sin embargo de manera específica para la sílice, los resultados de estudios de Hnizdo (2003) y Rosenbert, (2005), llevan a concluir que el control de la condiciones ambientales de exposición que ha sido implementado en la mayoría de los países desarrollados durante el último siglo, ha dado como resultado una dramática disminución de la morbilidad y la mortalidad por silicosis y la tuberculosis asociada con la exposición al polvo de sílice.

Desde el punto de vista clínico se han intentado técnicas como lavado pulmonar para disminuir la carga pulmonar de polvo (Jindal et al, 2001). Y como medidas para prevenir y tratar la inflamación en los pacientes con silicosis se han probado medicamentos como prednisona oral, citrato de aluminio inhalado, N-óxido de polivinilpiridina y tetrandina. Sin embargo, el análisis de estas terapéuticas no hace parte del alcance esta guía.

Dado que la neumoconiosis es una enfermedad respiratoria crónica, se considera que quienes la padecen se vacunen contra la Influenza anualmente. Esta medida se aplica también a aquellos mayores de 50 años de edad, a las personas con enfermedades crónicas de origen cardiovascular, respiratorio o metabólico, a aquellos que tienen compromiso de la mecánica ventilatoria de manera crónica, a los que viven en ancianatos o unidades de cuidado intermedio o a personal de salud que trabaja en instituciones médicas de cualquier nivel.

En cuanto a la vacuna contra neumococo, se recomienda igualmente en todo paciente con neumoconiosis. También en aquellos mayores de 65 años de edad, con enfermedades crónicas, con asplenia anatómica o funcional, en los que viven en ambientes especiales. La dosis puede ser única, si la primera dosis fue colocada hace más de 5 años o el sujeto era menor de 65 años en el momento de la aplicación.

Una vez se ha diagnosticado silicotuberculosis, es sabido que estos pacientes responden bien al tratamiento anti-tuberculoso convencional, aunque la erradicación completa de organismos puede ser muy difícil y hay quienes recomiendan prolongación del manejo farmacológico. La reactivación después de una aparente cura, es común, aunque debe tenerse en cuenta que también podría ser una consecuencia de una nueva infección ocasionada por los compañeros de trabajo.

Las mycobacterias ambientales pueden también afectar a los mineros y se ha demostrado enfermedad ocasionada por *Mycobacterium kansasii* y *Mycobacterium scrofulaceum*, la cual se cree que podría estar relacionado con el uso de agua en el control de la emisión de polvo. El tratamiento para estos organismos se hará de acuerdo a los patrones de susceptibilidad del organismo.

Referencias:

- Graham. WGB, Vacek, PM, Morgan WKC, Muir DCF, Sisco- Cheng B. Radiographic abnormalities in long-tenure Vermont Granite Workers and the permissible exposure limit for crystalline silica. *J Occup Environ Med* 2001; 43: 412- 417.
- Dumortier P., Thimpont J., de Maertelaer V., De Vuyst P. Trends in asbestos body counts in bronchoalveolar lavage fluid over two decades. *Eur Resp J* 2003;22; 519-524.

- Corbett EI, Hay M, Churchyard GJ et al. Mycobacterium kansasii and M. scrofulaceum isolates from HIV- negative South African gold miners incident, clinical significance and radiology. Int J Tubercul Lung Dis 1999; 3: 501- 507.
- Dooley KE, Sterling TR. Treatment of latent tuberculosis infection: Challenges and prospects. Clin chest Med 2005; 26: 313- 326.
- Rosenberg B, Levenstein C. Spangler E. Change in the world of occupational Health: Silica control, Then and Now. Journal of public Health policy. 2005; 26, 2, 192.
- Hnizdo E, Murray J. Risk of pulmonary tuberculosis relative to silicosis and exposure to silica dust in South African gold miners. Occup Environ Med 1998; 55: 496- 502.
- Jindal S.K. Aggarwal AN., Gupta D. Dust- Induced interstitial lung disease in the tropics. Current Opinion in pulmonary Medicine 2001, 7;272 -277.
- Woskie SR, Saperer J. Occupational Hygiene. En: Hendrick DJ, Sherwood B, Beckett WS, Churg A. Occupational disorders of the lung. Recognition, management, and prevention. 1 edition. London: W.B. Saunders 2002; 517- 533.
- Advisory committee on immunization practices. Prevention and control of Influenza. MMWR 2006; Vol 55: RR10.
- Advisory committee on immunization practices. Prevention and control of pneumococcal disease. MMWR 1997; Vol 46: RR8.

7.6 Rehabilitación

¿En qué consiste y cuáles deben ser los componentes de un programa de rehabilitación pulmonar?

Recomendación:

Según el Comité conjunto American Thoracic Society – European Respiratory Society (ATS-ERS), un programa de rehabilitación pulmonar es una intervención integral, multidisciplinaria basada en la evidencia para los pacientes con enfermedades respiratorias crónicas quienes son sintomáticos y tienen frecuentemente un deterioro en la realización de sus actividades diarias.

Un programa de rehabilitación pulmonar ha demostrado reducir la disnea, incrementar el desempeño ante el ejercicio físico y mejorar la calidad de vida. Debe ser parte integral del manejo clínico de todos los pacientes con deterioro respiratorio. Obviamente, cualquier caso de neumoconiosis se puede beneficiar de estas medidas de tal forma que se logra disminuir síntomas, optimizar estado funcional, aumentar la participación y disminuir costos de cuidado a través de la estabilización de la enfermedad

Aunque no existen guías específicas para enfermedades de este tipo y están más direccionadas a las enfermedades pulmonares obstructivas crónicas se sugiere que los componentes de un programa de rehabilitación integral pulmonar incluyan los siguientes aspectos, teniendo en cuenta que cada uno de los componentes tendrá que estar apoyado en la evaluación individual del paciente, en la experiencia y el conocimiento del equipo tratante:

- Evaluación del paciente
- Entrenamiento en ejercicio físico.
- Intervención nutricional
- Educación en busca de automanejo y autoeficiencia y que incluya abandono del hábito de fumar si se requiere. Adicionalmente la formación y el desarrollo de habilidades para realizar otra actividad laboral.
- Soporte psicológico y social.

Estos programas de rehabilitación requieren de la participación activa del paciente, de la familia y del grupo de salud que apoya el tratamiento.

Nivel de evidencia: 4

Grado de recomendación: C

Resumen crítico de la evidencia

Aunque la literatura presenta evidencia de la eficacia de los programas de rehabilitación pulmonar en aquellos pacientes con EPOC, la ATS y ERS, en su publicación "Statement on Pulmonary Rehabilitation" mencionan alguna evidencia emergente sobre la aplicación de estos programas en otro tipo de enfermedades respiratorias buscando disminuir las complicaciones asociadas con la enfermedad, disminuir los síntomas, principalmente la disnea y mejorar las habilidades para el desarrollo de actividades de la vida diaria y la actividad física. Para el caso de las enfermedades intersticiales mencionan que este tipo de programas pueden reportar ganancias sustanciales en el estado funcional del paciente al mejorar sus habilidades y conocimientos para afrontar los síntomas usando estrategias de conservación de energía y de marcha, así como el uso de equipos de asistencia para actividades de la vida diaria.

Esta revisión menciona que no existe guía para la implementación de los programas por lo que los componentes, la duración y la intensidad de cada uno de ellos deberá basarse en el conocimiento y la experiencia del equipo de salud que este abordando el caso. Adicionalmente mencionan la importancia de la evaluación de los desenlaces usando cuestionarios estandarizados, así como la medición de la adherencia y de la eficiencia del programa.

Los programas de rehabilitación pulmonar según estos autores han impactado positivamente la calidad de vida de los pacientes y los costos para el sistema de

seguridad social debido a la disminución de las complicaciones y a la detección precoz de estas en caso de presentarse. Sin embargo, no han evaluado el impacto en la sobrevida.

De igual forma, en la estrategia educativa además de incluir la enseñanza, consejería y técnicas de modificación del comportamiento, para lograr la autoeficiencia, si el trabajador aun se encuentra en edad económicamente activa y su nivel de discapacidad lo permite, se debe incluir en el programa, el desarrollo de habilidades para desempeñar una nueva labor productiva.

Se recomienda tener en cuenta para la implementación de los programas de rehabilitación integral, el manual guía de rehabilitación de Colombia, así como la experiencia de los actores del sistema con el manejo de los casos de estas patologías, la cual deberá ser documentada.

Referencias

- Niej, L., Donner, C., Wooters, E., Zuwallack, R., Ambrosino, N., Bourbeaue J, y colaboradores. American Thoracic Society/ European Respiratory Society. Statement on Pulmonary Rehabilitation. Am J Respir Crit Care Med. Vol 173 2006 pag. 1390 – 1413. Disponible en www.atsjournal.org
- American Thoracic Society. Pulmonary rehabilitation—1999. Am J Respir Crit Care Med 1999;159:1666–1682.
- American College of Chest Physicians, American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. Pulmonary rehabilitation: joint ACCP/AACVPR evidence-based guidelines. ACCP/AACVPR Pulmonary Rehabilitation Guidelines Panel. Chest 1997;112:1363–1396.
- Manual guía de rehabilitación. Ministerio de la Protección Social. República de Colombia.2004

BIBLIOGRAFÍA

1. Aberle DR, Gamsu G, Ray CS. High resolution CT of benign asbestos- related diseases: clinical and radiographic correlation. *AJR Am J Roentgenol* 1988; 151: 883- 891.
2. Aberle DR, Gamsu G, Ray CS et al. Asbestos- related pleural and parenchymal fibrosis : Detection with high resolution CT. *Radiology* 1988; 166: 729- 734.
3. CGIH. 2006 TLVs and BEIs based on the documentation of the Threshold limit Values for Chemical substances and Physical agents and Biological Exposure Indices.
4. ACGIH [2005]. Guide to Occupational Exposure Values. Compiled by ACGIH. Cincinnati. OHIO.
5. ACGIH. Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practice, 25th Edition Publication #2094 ISBN: 978-1-882417-52-0 Copyright © 2004 544 pages
6. ACR practice guideline for the performance of pediatric and adult chest radiography.
7. Advisory committee on immunization practices. Prevention and control of Influenza. *MMWR* 2006; Vol 55: RR10.
8. Advisory committee on immunization practices. Prevention and control of pneumococcal disease. *MMWR* 1997; Vol 46: RR8.
9. AIHA [1991]. A strategy for occupational exposure assessment. Akron, OH: American Industrial Hygiene Association.
10. American College of Chest Physicians, American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. Pulmonary rehabilitation: joint ACCP/AACVPR evidence-based guidelines. ACCP/AACVPR Pulmonary Rehabilitation Guidelines Panel. *Chest* 1997; 112:1363–1396.
11. American Industrial Hygiene Association. A strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures. Second Edition. Fairfax.VA 22031.USA.
12. ANSI [1978]. American national standard specification for personal noise dosimeters. New York, NY: American National Standards Institute, ANSI S1.25-1978.
13. ACOEM. Medical Surveillance of Workers Exposed to Crystalline Silica. Evidence Based Statements. Disponible en : <http://www.acoem.org/guidelines/article.asp?ID=82>
14. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. US Department of health and human services. Toxicological Profile For Asbestos. September 2001.
15. Akira M High- Resolution CT in the evaluation of occupational and environmental disease. *Radiological clinics of north America* 2002; 40:1: 43-59
16. Akira M, Higashihara T, Yokoyama K et al. Radiographic type p pneumoconiosis: high resolution CT. *Radiology* 1989; 171:117- 123.
17. Atree-Williams S., Clapp R. Specific Toxicity and Crystallinity of a-Quartz in Respirable Dust Samples.. *AIHA Journal* 2002; 63:348–353

18. American Thoracic Society MEDICAL SECTION OF THE AMERICAN LUNG ASSOCIATION Respiratory Protection Guidelines 1996 *Am Respir Crit Care Med* 1996; 154:1153-1165,
19. American Thoracic Society. Pulmonary rehabilitation—1999. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:1666–1682.
20. American Thoracic Society/ Centers for Disease Control and Prevention/ Infectious Diseases Society of America: Controlling Tuberculosis in the United States. *Am J Respir Crit Care Med* 2005; 1169- 1227.
21. American Thoracic Society. Diagnosis and initial management of nonmalignant diseases related to asbestos. *Am J Resp Crit Care Med* 2004; 170: 691- 715.
22. Banks D. Coal Worker’s pneumoconiosis. En: Schwarz MI, King TE Jr. *Interstitial lung disease*. Hamilton: BC Decker Inc, 2003: 402- 417.
23. Bartley DL., Schulman SA., Schlecht PC., Measurement Uncertainty and NIOSH method accuracy range. *NIOSH Manual of Analytical Methods*. Fourth Edition 2003; 208 - 228
24. Bauer TT, Schultze- Werninghaus G, Kollmeier J, Weber A, Eibel R, Lemke B et al. Functional variables associated with the clinical grade of dyspnoea in coal miners with pneumoconiosis and mild bronchial obstruction. *Occup Environ med* 2001; 58: 794- 799
25. Beaglehole R, Bonita R, Kjellström T. *Epidemiología básica*. Washington: OPS/OMS, 1994.
26. Beckett W, Abraham J, Becklake M, et al. Adverse effects of crystalline silica exposure. Official statement of the American Thoracic Society Committee of the Scientific Assembly on Environmental and Occupational Health. <http://www.thoracic.org/sections/publications/statements/pages/eoh/506.html>.
27. Bellia V., Pistelli F., Giannini D., Scichilone N., Catalano F., Spatafora M., Hopps R., Carrozzi L., Baldacci S., Di Pede F., Paggiaro P. and Viegi G. Questionnaires, spirometry and PEF monitoring in epidemiological studies on elderly respiratory patients . *Eur Respir J* 2003; 21:21S-27S
28. Begin R, Cantin A, Berthiaume T et al. Airway function in lifetime- nonsmoking older asbestos workers. *Am J Med* 1983; 75: 631- 638.
29. Begin R, Boileaus R, Peloquin S. Asbestos exposure, cigarette smoking, and airflow limitation in long- term Canadian chrysotile miners and millers. *Am J Ind Med* 1987; 11: 55-66
30. Bégin R, Ostiguy G, Fillion R et al. Computed tomography scan in the early detection of silicosis. *Am Rev Respir Dis* 1991; 144: 697- 705.
31. Bégin R, Fillion R, Ostiguy G. Emphysema in silica- and asbestos- exposed workers seeking compensation. A CT scan study. *Chest* 1995; 108: 647- 655.
32. Bergin CJ, Müller NL, Vedal S, et al. CT in silicosis: correlation with plain films and pulmonary function tests. *AJR Am J Roentgenol* 1986; 146: 477- 483.
33. Becklake A Sette, S Kitamura, M Favero, D C Moreira-Filho, R Tavares, C Peres and M R E Bagatin, J A Neder, L E Nery, M Terra-Filho, J Kavakama, A Castelo, V Capelozzi, *Occup. Environ. Med.* 2005;62;381-389
34. Becklake MR, Case BW. Fiber burden and asbestos- related lung disease: determinants of dose- response relationships. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 150: 1488- 1492.

35. Becklake M.R., Enfermedades relacionadas con el asbestos. En: Parmeggiani L. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo- OIT. 2001; p. 10.57 -10.71
36. Bernstein D. M. Rogers R. Smith P. The Biopersistence of Canadian Chrysotile Asbestos. Following Inhalation: Final Results Through 1 Year After Cessation of Exposure *Inhalation Toxicology* 2005, 17:1–14,
37. Borm PJ. Toxicity and occupational health hazards of coal fly ash. A review of data and comparison to coal mine dust. *Ann Occup Hyg* 1997; 41: 659- 676.
38. Borm PJA, Palmen N, Engelen JJM, Buurman WA. Spontaneous and stimulated release of tumor necrosis factor- alpha (TNF) from blood monocytes of miners with coal worker's pneumoconiosis. *Am Rev Respir Dis* 1988; 138: 1589- 1594.
39. Bourgard E, Bernada P, Chau N, Bertrand J-P, Teculescu D, Thieu Pham Q.. Can the evolution to pneumoconiosis be suspected in coal miners? A longitudinal study. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 158: 504- 509.
40. Brodeur J, Vyskocil A, Tardif R, Perrault G, Drolet D, Truchon G, Lemay F.. Adjustment of permissible exposure values to unusual work schedules. *AIHAJ*. 2001 Sep-Oct;62(5):584-94.
41. Brichet A, Salez F, Lamblin C, Wallaert B. Coal worker's pneumoconiosis and silicosis. En: Mapp CE. *Occupational Lung Disorders. European respiratory monograph Vol 4, Monograph 11. Monograph from European Respiratory Journal LTD. Sheffield, UK, pp 136- 157, 1999.*
42. Brichet A, Desurmont S, Wallaert B. Coal worker's pneumoconiosis. En: Hendrick DJ, Sherwood B, Beckett WS, Churg A. *Occupational disorders of the lung. Recognition, management, and prevention. 1 edition. London: W.B. Saunders 2002; 129- 141.*
43. Brief R, Scala R. Occupational Exposure Limits for Novel Work Schedules: *Am Ind. Hyg. Assoc. J.* 1975; 36:467- 469.
44. Bureau of mines U.S. department of the Interior. *DUST CONTROL HANDBOOK FOR MINERALS PROCESSING. 1450 South rolling Road Baltimore for MD 21227-3998.*
45. Carter W, Harkins DK, O'Connor R. Jr, Johnson D, Tucker P. Case studies in environmental medicine. Taking an exposure history. Department of Health and Human Services USA. 2003. www.atsdr.cdc.gov/HEC/CSEM/
46. Castranova V, Vallyathan V. Silicosis and coal worker's pneumoconiosis. *Environ Health Perspect* 2000; 108 (suppl 4): 675- 684.
47. Chang KC, Leung CC, Mam CM. Tuberculosis risk factors in a silicotic cohort in Hong Kong. *Int J Tuberc Lung Dis* 2001; 5: 177- 184
48. Churg A, Wright JL, Wiggs B et al. Small airways disease and mineral dust exposure. *Am Rev Respir Dis* 1985; 131: 139- 143.
49. Comisión de Salud Pública. Consejo interterritorial del sistema nacional de salud. *Silicosis y otras pneumoconiosis. Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid. 2001.*
50. CFR, Code of Federal regulations. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, Office of the Federal Register.
51. Cohen R, Velho V. Update on respiratory disease from coal mine and silica dust. *Clin Chest Med* 23; 2002: 811-826

52. Comisión de Salud Pública. Consejo interterritorial del sistema nacional de salud. Silicosis y otras neumoconiosis. Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid. 2001.
53. Copley S, Hansell DM. Imaging. En: Hendrick DJ, Sherwood B, Beckett WS, Churg A. Occupational disorders of the lung. Recognition, management, and prevention. 1 edition. London: W.B. Saunders 2002; 483- 501.
54. Corbett EI, Hay M, Churchyard GJ et al. Mycobacterium kansasii and M. scrofulaceum isolates from HIV- negative South African gold miners incident, clinical significance and radiology. Int J Tubercul Lung Dis 1999; 3: 501- 507.
55. Corbett EL, Mozzato- Chamay N, Butterworth AE, De Cock KM, Williams BG, Churchyard GJ et al. Polymorphisms in the tumor necrosis factor- α gene promoter may predispose to severe silicosis in black South African miners. Am J Respir Crit Care Med 2002; 165: 690- 693.
56. Council of state and territorial epidemiologist. Putting data to work: Occupational health indicators FOR Thirteen pilot states, 2000
57. Cowie RL, Hay M, Thomas RG. Association of silicosis, lung dysfunction, and emphysema in gold miners. Thorax 1993; 48: 746- 749.
58. Cowie RL. The epidemiology of tuberculosis in gold miners with silicosis. Am J Respir Crit Care Med 1994; 150: 1460- 1462.
59. Craighead JE, Abraham JL, Churo A, et al. Asbestos- associated diseases: the pathology of asbestos- associated diseases of the lungs and pleural cavities. Diagnostic criteria and proposed grading schema. Arch Pathol Lab Med 1982; 106: 544- 596.
60. Chang KC, Leung CC, Mam CM. Tuberculosis risk factors in a silicotic cohort in Hong Kong. Int J Tuberc Lung Dis 2001; 5: 177- 184.
61. Chen W, Hinzdo E, Chen JQ, Attfield MD, Gao P, Hearl F et al. Risk of Silicosis in cohorts of Chinese tin and Tungsten miners, and pottery workers (I): An epidemiological study. American Journal of industrial medicine 48: 1 – 9 (2005).
62. Chen W, Zhuang Z, Attfiel M, Chen BT, Gao Pi, Harrison CJ, Chen JQ, Wallace E. Exposure to silica and silicosis among tin miners in China: exposure – response analyses and risk assessment. Occupational and environmental medicine 2001; 58: 31 – 37.
63. Churg A, Wright JL, Wiggs B et al. Small airways disease and mineral dust exposure. Am Rev Respir Dise 1985; 131: 139- 143.
64. Davies PDO Drobniewski F. The use of interferon- γ - based blood tests for the detection of latent tuberculosis infection. Eur Respir J 2006; 28: 1- 3.
65. Davis GS. Silicosis. En: Hendrick DJ, Sherwood B, Beckett WS, Churg A. Occupational disorders of the lung. Recognition, management, and prevention. 1 edition. London: W.B. Saunders 2002; 105- 127.
66. Department of Health and Human Services - Centers for Disease Control and Prevention - National Institute for Occupational Safety and Health. Health Effects of Occupational Exposure to Respirable Crystalline Silica. DHHS (NIOSH) Publication No. 2002–129, April 2002. <http://www.cdc.gov/niosh/pdfs/02-129.pdf>
67. DFG Maximum Concentrations Values in the Workplace (MAKs). Maximum concentrations and biological tolerance values at the workplace, report No 40.

68. DHHS (NIOSH) Publication No. 96-101 NIOSH Guide to the Selection and Use of Particulate Respirators Certified Under 42 CFR 84 January 1996
69. DHHS (NIOSH) Publication No. 75-120. Criteria for a Recommended Standard: Occupational Exposure to Crystalline Silica. 1974
70. DHHS (NIOSH) Publication No. 72-10267. Criteria for a Recommended Standard: Occupational Exposure to Asbestos. 1972
71. DHHS (NIOSH) Publication No. 77-173. Occupational Exposure Sampling Strategy Manual January, 1977
72. DHHS (NIOSH) Publication No. 95-106. Criteria for a Recommended Standard: Occupational Exposure to Respirable Coal Mine Dust. 1995
73. DHHS (NIOSH) Publication No. 2003-147. Handbook for Dust Control in Mining Information Circular 9465, 2003 Jun; :1-131
74. Department of Health and Human Services - Centers for Disease Control and Prevention - National Institute for Occupational Safety and Health. Health Effects of Occupational Exposure to Respirable Crystalline Silica. DHHS (NIOSH) Publication No. 2002-129, April 2002. <http://www.cdc.gov/niosh/pdfs/02-129.pdf>
75. Diel R, Ernst M, Döscher G, Visuri Karbe L, Greinert U, Nieman S et al. Avoiding the effect of BCG vaccination in detecting Mycobacterium tuberculosis infection with a blood test. *Eur Respir J* 2006; 28: 16- 23.
76. Dooley KE, Sterling TR. Treatment of latent tuberculosis infection: Challenges and prospects. *Clin chest Med* 2005; 26: 313- 326.
77. Driscoll T., Nelson DI, Steenland K., Leigh J., Concha-Barrientos M., Fingerhut M., Prüss-Üstün A. The global burden of non-malignant respiratory disease due to occupational airborne exposures *American Journal of Industrial Medicine* 2005.
78. Dumortier P., Thimpont J., de Maertelaer V., De Vuyst P. Trends in asbestos body counts in bronchoalveolar lavage fluid over two decades. *Eur Resp J* 2003;22; 519-524.
79. Eisen EA, Wegman DH, Louis TA, et al. Healthy work effect in a longitudinal study of one- second forced expiratory volume (FEV1) and chronic exposure to granite dust. *Int J Epidemiol* 1995; 24: 1154- 1162.
80. Eisen EA, Wegman DH, Louis TA. Effects of selection in a prospective study of forced expiratory volume in Vermont granite workers. *Am Rev Respir Dis* 1983; 29: 587- 591.
81. Epler GR, McCloud TC, Gainsler EA, Mikus JP, Carrington CB. Normal chest roentgenograms in chronic diffuse infiltrative lung disease. *N Engl J Med* 1978; 298: 934- 939.
82. Kauffer E., Masson A, Protois JC.. Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS), Comparison of Direct (X-Ray Diffraction and Infrared Spectrophotometry) and Indirect (Infrared Spectrophotometry) Methods for the Analysis of α -Quartz in Airborne Dusts.
83. Fernie JM, Ruckley Va. Coalworkers' pneumoconiosis: correlation between opacity profusion and number and type of dust lesions with special referente to opacity type. *Br J Indus Med* 1987; 44: 273- 277.
84. FUNDACION MAPFRE. Manual de Higiene Industrial. 1996

85. García JG, Griffith DE, Williams JS et al. Reduced diffusing capacity as an isolated finding in asbestosis and silica exposed workers. *Chest* 1990; 98: 105- 111.
86. Graham WGB, Weaver SL, Ashikaga T Hemenway D, O'Grady R. Longitudinal pulmonary function losses in Vermont granite workers: a reevaluation. *Chest* 1994; 106: 125- 130.
87. Gualde N, De Leobardy J, Serizay B, Malinvaud O. HLA and silicosis. *Am Rev Respir Dis* 1977; 116: 334- 336.
88. Guthrie G. D. Geology and Geochemistry Group. Mineral Properties and Their Contributions to Particle Toxicity. Los Alamos National Laboratory, *Environ health Perspect* 1997; 105 (Suppl 5):1003-1011
89. Hardy JA, Aust AE. Iron in asbestos chemistry and carcinogenicity. *Chem Rev* 1995; 95: 97-118.
90. Harkin TJ, McGuinness G, Goldring R, Parker JE, Crane M, Naidich DP. Differentiation of the ILO boundary chest roentgenograph (0/1 to 1/0) in asbestosis by high- resolution computed tomography scan, alveolitis and respiratory impairment. *J Occup Environ Med* 1996; 38: 46- 52.
91. Harrison J, Chen JQ, Chen W, Hnizdo E, et al. Risk of Silicosis in cohorts of Chinese tin and Tungsten miners, and pottery workers (II): Workplace-specific silica particle surface composition. *American Journal of industrial medicine* 48: 10 – 15 (2005).
92. Hnizdo E, Sluis-Cremer GK. Risk of silicosis in a cohort of white South African gold miners. *Am.J Ind.Med* 1993;24(4):447-57.
93. Hertzberg VS, Rosenman KD, Reilly MJ, Rice CH. Effect of occupational silica exposure on pulmonary function. *Chest* 2002; 122: 721- 728.
94. Hickey J, Reist P. Application of Occupational Exposure Limits to Unusual Work Schedules. *American Industrial Hygiene Association Journal*.
95. Hnizdo E, Murray J. Risk of pulmonary tuberculosis relative to silicosis and exposure to silica dust in South African gold miners. *Occup Environ Med* 1998; 55: 496- 502.
96. Honda K, Kimura A, Dong LP, Tamai H, Nagato H, Nishimura Y, Sasazuki T. Immunogenetic analysis of silicosis in Japan. *Am J Respir Cell Mol Biol* 1993; 8: 106- 111.
97. Huuskonen MS, Rantanen J. Finnish Institute of Occupational Health (FIOH) Prevention and Detection of Asbestos- Related Diseases, 1987 – 2005. *Am Journ of Ind Med* 2006; 49: 215 - 220,
98. IARC [1987]. IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans: silica and some silicates. Vol. 42. Lyon, France: World Health Organization, International Agency for Research on Cancer, pp. 49, 51, 73- 111.
99. Infante-Rivard C, Severity of silicosis at compensation between medically screened and unscreened workers. *JOEM* 2005;47;3;265-271
100. International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic Risks to Humans. Vol 68: silica, some silicates, coal dust and para-aramid fibrils. Lyon: IARC; 1997.
101. Irwing LM, Rocks P. Lung function and respiratory symptoms in silicotic and non- silicotic gold miners. *Am Rev Respir Dis* 1978; 17: 429- 435.

102. James C. Rock Ph D. CIH, PE. Occupational Health and Safety Institute, Texas A and M University, College Station, Texas.
103. Jindal S.K. Aggarwal AN., Gupta D. Dust- Induced interstitial lung disease in the tropics. *Current Opinion in pulmonary Medicine* 2001, 7;272 -277.
104. Koskinen H, Tiilidainen A, Nordman H. Increased prevalence of HLA- Ax19 and the phonogroup Ax 19, B18 in advanced silicosis. *Chest* 1983; 83: 848-852.
105. Koshinen H. Symptoms and clinical findings in patients with silicosis. *Scand J Work Environ Health* 1985; 11: 101- 106.
106. Lawson, C.C, LeMasters MK, Lemasters GK, Reutman SS, Rice CH, Lockey JE. Reliability and validity of chest Radiograph surveillance Programs. *Chest* 2001;120;64-68.
107. Lapp N. Lung disease secondary to inhalation of nonfibrous minerals. *Clin Chest Med* 1981; 2: 219- 33.
108. Lee JY, Choi HHJ, Park IN, Hong Sb, Oh YM, Lim CM. Comparison of two commercial interferon- γ - assays for diagnosing Mycobacterium tuberculosis infection. *Eur Respir J* 2006; 28: 24- 30.
109. Lee YCG, Singh B, Pang SC, de Klerk NH, Hillman DR, Musk AW. Radiographic (ILO) readings predict arterial oxygen desaturation during exercise in subjects with asbestosis. *Occup Environ Med* 2003; 60: 201- 206.
110. Levin S.M, Kann P.E, LAx M.B. Medical examination for Asbestos- Related Disease. *American Journal of Industrial Medicine*. 2000;37. 6-22.
111. Li H, Wang M.L, Seixas N, Ducatman A, Petsonk EL. Respiratory Protection: Associated Factors and efectiveness of Respirator Use Among Undergrouan Coal Miners. *Am J Ind Med*. 2005 42; 55- 62
112. Liou SH, Chen YP, Shih WY et al. Pneumoconiosis and pulmonary function defects in silica- exposed fire brick workers. *Arch Environ Healt* 1996; 51: 227-233.
113. Maclaren Wm, Soltar CA. Progressive massive fibrosis and simple pneumoconiosis in ex miners. *Br J Indust Med* 1985; 42: 734- 740.
114. Mannetje A, Steenland K, Attfield M, Bofeta P, Checkoway H, et al. Exposure-response analysis and risk assessment for silica and silicosis mortality in a pooled analysis of six cohorts. *Occupational and environmental medicine* 2002; 59: 723-728.
115. Manual guía de rehabilitación. Ministerio de la Protección Social. República de Colombia.2004
116. Markowitz SB, Marabia A, Lilis R, Miller A, Nicholson WJ, Levin S. Clinical predictors of mortality from asbestosis in the North American Insulator cohort, 1981- 1991. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 156: 101- 108.
117. Martínez C, Monsó, E, Quero A. Enfermedades pleuropulmonares asociadas com la inhalación de asbesto: uma Patologia emergente. *Arch Bronconeumol*. 2004; 40 (4): 166 – 177.
118. Malmberg P, Herenstrom H, Sundblad BM. Changes in lung function of granite crushers exposed to moderately high silica concentrations: a 12 years follow up. *Br J Ind Med* 1993; 50: 726- 731

119. Merchant JA. Human epidemiology: A review of fiber type and characteristics in the development of malignant and non malignant disease. *Environ Health Perspect* 1990; 88: 287- 293.
120. Merget R, Bauer T, Küpper HU, Philippou S, Bauer HD, Breitstadt R et al. Health hazards due to the inhalation of amorphous silica. *Arch Toxicol* 2002; 75: 625- 634.
121. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Costes A et al. Standardisation of spirometry. *Eur Resp J* 2005; 26: 319- 338. http://www.acr.org/s_acr/bin.asp?CID=545&DID=12194&DOC=FILE.PDF
122. Miller A, Lilis R, Godbold J et al. Relationship of pulmonary function to radiographic interstitial fibrosis in 2611 long- term asbestos insulators. *Am Rev Respir Dis* 1992; 145: 263- 270.
123. MINISTERIO DE TRABAJO. LEY 100 de Seguridad Social. 1993
124. MINISTERIO DE TRABAJO. Decreto 1295.Sistema General de Riesgos Profesionales
125. Ministerio de Sanidad y Consumo. Programa Integral de Vigilancia de la Salud de los Trabajadores que han estado expuestos a Amianto y Protocolo de Vigilancia Específica (Revisión 2003). Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid. 2003
126. Monnier- Cholley L, MacMahon H, Katsuragawa S et al. Computer- aided diagnosis for detection of interstitial opacities on chest radiographs. *Am J Roentgenol* 1998; 171: 1651- 1656.
127. Mossman BT, Churg A. Mechanisms in the pathogenesis of asbestosis and silicosis. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 157: 1666- 1680.
128. Mossman BT, Churg A. Mechanisms in the pathogenesis of asbestosis and silicosis. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 157: 1666- 1680
129. Mossman BT, Bignon J, Corn M, et al. Asbestos: scientific developments and implications for public policy. *Science* 1990; 247: 294- 301.
130. Musk AW, Peters JM, Wegman DH et al. Pulmonary function in granite dust exposure: a four year follow- up. *Am Rev Respir Dis* 1977; 115: 769- 776
131. Newman LS. Occupational illness. *N Engl J Med* 1995; 333: 1128- 1134.
132. Niej, L., Donner, C., Wooters, E., Zuwallack, R., Ambrosino, N., Bourbeaue J, y colaboradores. American Thoracic Society/ European Respiratory Society. Statement on Pulmonary Rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med*. Vol 173 2006 pag. 1390 – 1413. Disponible en www.atsjournal.org
133. NIOSH [1973]. The industrial environment - its evaluation and control. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health, Education, and Welfare, National Institute for Occupational Safety and Health, DHEW (NIOSH), pp. 533-562.
134. NIOSH [1974]. Criteria for a recommended standard: occupational exposure to crystalline silica. Washington, DC: U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Public Health Service, Center for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, DHEW Publication No. (NIOSH) 75-120, pp. 54- 55, 60-61.
135. NIOSH [1987a]. Guide to industrial respiratory protection. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 87-116.

136. NIOSH [1987b]. Respirator decision logic. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 87-108
137. NIOSH Recommended Exposure Limits (RELs) – Compendium of policy documents and statements.
138. National Institute for Occupational Safety and Health. Worker Health Chartbook, 2000 September, 2000 DHHS (NIOSH) Publication No. 2000-127.
139. NIOSH Manual of Analytical Methods. Fourth Edition.
140. NIOSH [1991]. NIOSH certified equipment list as of December 31, 1990. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 91-105.
141. NIOSH [1994]. NIOSH Manual of Analytical Methods. 4rd rev. ed. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 84-100.
142. NIOSH Criteria for a recommended Standard occupational exposure to respirable coal main dust 1995. Publication No.95-105
143. Ng TP, Chan SL. Lung function in relation to silicosis and silica exposure in granite workers. *Eur Respir J* 1992; 5: 986- 991.
144. Organización Mundial de la Salud (OMS). Detección precoz de enfermedades profesionales. Ginebra: OMS, 1987.
145. OSHA. Special Emphasis Program on silicosis. (Página web) disponible en www.osha-slc.gov/Silica/Special/Emphasis.html
146. OSHA Permissible Limits (PELs). Code of federal regulations, part 1910.1000-1910.1200, air contaminants, final rule specified in tables Z-1, Z-2, and Z-3.
147. OSHA. Personal Protection respiratory. 1910.134.
148. OSHA Manual of Analytical Methods. Second Edition
149. OSHA [1989]. Industrial hygiene field operation manual. Washington DC: U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration, OSHA Instruction CPL 2.45B.
150. PARKER JE, LAPP NL, BANKS DE [1989]. Surface coal mine drillers and silicosis: the ten year West Virginia experience [Abstract]. *Am Rev Respir Dis* 139:A490.
151. Pascal I, Marín Martínez B. Trabajadores en contacto con amianto: Pautas de seguimiento. *An Sist Sanit Navar* 2005; 28 (Supl 1): 45- 49.
152. Paustenbach D. Occupational Exposure Limits, Pharmacokinetics and Unusual Work Shifts. In *Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Vol III*, Eds Cralley & Cralley, New York, John Wiley & Sons, 11-277, 1985.
153. Perry Anthony. Environmental Protection Agency. Discussion of Asbestos Detection Techniques for Air and Soil. Washington, DC August 2004.
154. Rappaport S. M., Adjustment of Occupational Exposure Limits for Unusual Work Schedules. Fact Sheet on Occupational Health. International Council on Metals and the Environment (ICME) . 2001; (1): 1-3.

155. Rastogi SK, Gupta BN, Neeraj M et al. Pulmonary function study in female grinders expose to agate dust. *Toxicol Ind Health* 1990; 6: 145- 154.
156. Rimal B, Greenberg AK, Rom WN. Basic pathogenic mechanisms in silicosis: current understanding. *Curr Opin Pulm Med* 2005; 11: 169- 173. Rock J.C. CIH, PE. Occupational Health and Safety Institute, Texas A and M University, College Station, Texas. *Air Sampling Instruments for evaluation of atmospheric contaminants*. 8 edition. 1995 . ACGIH,
157. Rom WN, Travis WD, Brody AR. Cellular and molecular basis of asbestos-related diseases. *Am Rev Respir Dis* 1991; 143: 408- 422.
158. Rosenberg B, Levenstein C., Spangler E. Change in the world of occupational Health: Silica control, Then and Now. *Journal of public Health policy*. 2005; 26, 2, 192.
159. Ross RM. The clinical Diagnosis of Asbestosis in this century requires more than a Chest Radiograph. *Chest* 2003; 124; 1120-1128.
160. Schwartz Rosa J. Key, PH.D. NIOSH/DART. Determination of Airborne crystalline silica. Hazard review: Health effects of occupational exposure to respirable crystalline silica.
161. Schins RPF, Brom PJA. Epidemiological evaluation of release of monocyte TNF as an exposure and effect marker in pneumoconiosis: Five year follow up study of coal workers. *Environ Med* 1995; 52: 441- 450.
162. Sherson D, Lander F. Morbidity of pulmonary tuberculosis among silicotic and nonsilicotic foundry workers in Denmark. *J Occup Med* 1990; 32: 110- 113.
163. Shwarta Da, Davis CS, Merchan JA et al. Longitudinal changes in lung function among asbestos- expomed workers. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 150: 1243- 1249.
164. Silva, J.I., Quiroga V., Amado F. Sistema de vigilancia epidemiológica para material particulado. Bogotá: Instituto de Seguros Sociales, 1995.
165. Smith CM, Kelsey KT, Wiencke JK, Leyden K, Levin S, Christiani DC. Inherited glutathione- S- transferase deficiency is a risk factor for pulmonary asbestosis. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 1994; 3: 471- 477.
166. Soutar CA, Hurley JF, Miller BG, Cowie HA, Buchanan D. Dust concentrations and respiratory risks in coalminers: key risk estimates from the British Pneumoconiosis Field Research. *Occup Environm Med* 2004; 61: 477- 481.
167. Staples CA, Gamsu G, Ray CS, Webb WR. High resolution computed tomography and lung function in asbestos- exposed workers with normal chest radiographs. *Am rev Respir Dis* 1989; 139: 1502- 1508.
168. SUHR H. Bang B, Moen BE. Respiratory Health Among Quartz-Exposed Slate Workers *Occupational Medicine* 2003;53:406–407
169. Therialult GP, Peters JM, Fine LJ. Pulmonary function in graniete shed workers in Vermont. *Arch Environ Health* 1974; 28: 18- 22.
170. Tjoe E, Burdford A, Parker J, Attfield M, Van duivenbooden C, Heederik D. radiographic abnormalities among construction workers exposed to quartz containing dust. *Occupational and environmental medicine* 2003; 60: 410-417

171. U.S. Department of Health and Human Services - Public Health Service - Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for asbestos. September 2001. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp61.html>
172. Valic F. The asbestos dilemma: 1. Assessment of risk. *Arh Hig Rada Toksikol* 2002; 53: 153-167
173. Vallyathan V, Shi X, Dalal NS et al. Generation of free radicals from freshly fractured silica dust: potential role in acute silica-induced injury. *Am Rev Respir Dis* 1988; 138: 1213- 1219.
174. Wang XR, Christiani DC. Respiratory symptoms and functional status in workers exposed to silica, asbestos and coal dust mines. *J Occup Environ Med* 2000; 42: 1076- 1084.
175. Wang W, Yu ITS, WaiWong T, Yano E. Respiratory symptoms and pulmonary function in coal miners: Looking into the effects of simple pneumoconiosis. *Am J Ind Med* 1999; 35: 124- 131.
176. Wang W, Yano E, Nonaka K, Wang M, Wang Z. Respiratory impairments due to dust exposure: A comparative study among workers exposed to silica, asbestos and coalmine dust. *Am J Ind Med* 1997; 31: 495- 502.
177. Welch LS, Hungting KL, Balmes J et al. Variability in the classification radiographs using the 1980 International Labor Organization classification for Pneumoconioses. *Chest* 1998; 114: 1740- 1748.
178. Whysner J, Covello VT, Kuschner M, Rifkind AB, Rozman KK, Trichopoulos D et al. Asbestos in the air of public buildings: A public health risk?. *Preventive Med* 1994; 23: 119- 125.
179. Woskie SR, Saperer J. Occupational Hygiene. En: Hendrick DJ, Sherwood B, Beckett WS, Churg A. Occupational disorders of the lung. Recognition, management, and prevention. 1 edition. London: W.B. Saunders 2002; 517- 533.
180. Yucesoy B, Vallyathan V, Landsittel DP, Sharp DS, Matheson J, Burleson F et al. Polymorphisms of the IL- 1 gene complex in coal miners with silicosis. *Am J Ind Med* 2001; 8: 106- 111.
181. Zhai R, Jetten M, Schins RPF, Franssen H, Boro PJA. Polymorphisms in promoter of the tumor necrosis factor- α gene in coal miners. *Am J Ind Med* 1998; 34: 318- 324.
182. Zhai R, Liu g, Ge X, Yang C, Huang C, Wu C, Christiani DC. Genetic polymorphisms of MnSOD, GSTM1, GSTT1 and OGG1 in coal worker's pneumoconiosis. *J Occup Environ Med* 2002; 44: 372- 377.

APENDICES
APÉNDICE 1
LISTA DE CHEQUEO PARA ESTUDIOS

Patología: _____

Fecha: _____

Nombre de quien realiza la evaluación: _____

Referencia
artículo: _____

del

Determine a cuál grupo de estudio corresponde el artículo que va a evaluar enseguida, teniendo en cuenta lo siguiente:

¿Qué pregunta trataron de resolver los autores?

- **Causalidad o riesgo:** ¿se asocia la exposición a uno o varios factores con el riesgo de presentar un desenlace no deseado?
- **Diagnóstico:** ¿llevaría el empleo de una prueba (clínica o paraclínica) a un aumento en la probabilidad de detectar o descartar la patología de interés?
- **Intervención:** ¿lleva el uso de la intervención a una reducción en el riesgo de padecer la patología de interés en sujetos libres de ella, o presentar resultados indeseables en quienes ya la padecen?
- **Pronóstico:** ¿cuáles son las consecuencias –buenas o malas- para los individuos que padecen la patología de interés?

¿Qué tipo de estudio se adelantó? (ensayo controlado, cohorte, meta-análisis, casos y controles, corte transversal, etc.)

ESTUDIOS DE PREVENCIÓN O INTERVENCIÓN		RESPUESTA/COMENTARIOS
Validez interna: ¿Fue apropiado el estudio para la pregunta de investigación y se adelantó correctamente?	¿Fue aleatoria la asignación de los grupos de intervención y de control?	
	¿La aleatorización se hizo de forma ciega?	
	¿Se hizo el análisis de los participantes en los grupos en los cuales fueron aleatorizados?	
	Al iniciar el estudio, ¿los grupos de intervención y control tenían pronóstico similar?	
	¿Desconocían los participantes los grupos a los cuales fueron asignados?	
	¿Desconocían los investigadores la asignación de los grupos?	
	¿Desconocían los evaluadores del desenlace la asignación de los grupos, es decir, se hizo evaluación ciega del desenlace?	
	¿Fue completo el seguimiento?	
Evaluación de la importancia de los resultados	¿Qué tan grande fue el efecto de la intervención?	
	¿Qué tan precisa fue la estimación del efecto de la intervención?	
	Riesgo relativo (RR), Intervalo de confianza. Si éste no aparece, busque el valor de p	
Validez externa: ¿Qué tan aplicables son los resultados del estudio a la población de mi interés?	¿Fueron los participantes del estudio similares a los que hacen parte de la población de mi interés?	
	¿Fueron considerados todos los hallazgos clínicamente importantes?	
	¿Son superiores los posibles beneficios de la intervención a los riesgos y a los costos asociados?	
¿Qué Nivel de evidencia: aporta este estudio?		

LISTA DE CHEQUEO PARA ESTUDIOS

Patología: _____

Fecha: _____

Nombre de quien realiza la evaluación: _____

Referencia _____ del _____ artículo

Determine a cuál grupo de estudio corresponde el artículo que va a evaluar enseguida, teniendo en cuenta lo siguiente:

¿Qué pregunta trataron de resolver los autores?

- **Causalidad o riesgo:** ¿se asocia la exposición a uno o varios factores con el riesgo de presentar un desenlace no deseado?
- **Diagnóstico:** ¿llevaría el empleo de una prueba (clínica o paraclínica) a un aumento en la probabilidad de detectar o descartar la patología de interés?
- **Intervención:** ¿lleva el uso de la intervención a una reducción en el riesgo de padecer la patología de interés en sujetos libres de ella, o presentar resultados indeseables en quienes ya la padecen?
- **Pronóstico:** ¿cuáles son las consecuencias –buenas o malas- para los individuos que padecen la patología de interés?

¿Qué tipo de estudio se adelantó? (ensayo controlado, cohorte, meta-análisis, casos y controles, corte transversal, etc)

PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO		RESPUESTA/COMENTARIOS
Validez interna	¿Hubo una comparación ciega e independiente con un estándar de referencia (prueba de oro)?	
	¿La muestra del estudio incluyó un espectro apropiado de sujetos similares a aquellos en los cuales se aplicará la prueba?	
	¿Se descartó que los resultados de la prueba que se examina hayan tenido influencia en la decisión de aplicar a los pacientes la prueba de oro como prueba confirmatoria?	
	¿Se describen los métodos de la prueba en suficiente detalle para permitir su reproducción?	
Evaluación de la importancia de los resultados	¿Se presentan las razones de probabilidades o los datos necesarios para calcularlas?	
Validez externa	¿Serán satisfactorias en nuestro medio la reproducibilidad de la prueba y de la interpretación de los resultados?	
	¿Son aplicables los resultados del estudio a mi población de interés?	
	¿Cambiarán los resultados el manejo que haga de la patología?	
	¿Estarán mejor los sujetos de mi población de interés con la aplicación de la prueba?	
¿Qué Nivel de evidencia: aporta este estudio?		

LISTA DE CHEQUEO PARA ESTUDIOS

Patología: _____

Fecha: _____

Nombre de quien realiza la evaluación: _____

Referencia _____ del _____ artículo

Determine a cuál grupo de estudio corresponde el artículo que va a evaluar enseguida, teniendo en cuenta lo siguiente:

¿Qué pregunta trataron de resolver los autores?

- **Causalidad o riesgo:** ¿se asocia la exposición a uno o varios factores con el riesgo de presentar un desenlace no deseado?
- **Diagnóstico:** ¿llevaría el empleo de una prueba (clínica o paraclínica) a un aumento en la probabilidad de detectar o descartar la patología de interés?
- **Intervención:** ¿lleva el uso de la intervención a una reducción en el riesgo de padecer la patología de interés en sujetos libres de ella, o presentar resultados indeseables en quienes ya la padecen?
- **Pronóstico:** ¿cuáles son las consecuencias –buenas o malas- para los individuos que padecen la patología de interés?

¿Qué **tipo de estudio** se adelantó? (ensayo controlado, cohorte, meta-análisis, casos y controles, corte transversal, etc)

ESTUDIOS DE PRONÓSTICO		RESPUESTA/COMENTARIOS
Validez interna	¿Hubo una muestra representativa y bien definida de pacientes en un estadio similar de la patología?	
	¿Fue el seguimiento suficientemente largo y completo?	
	¿Se utilizaron criterios objetivos y no sesgados de desenlace?	
	¿Se hizo ajuste para factores pronósticos importantes?	
Evaluación de la importancia de los resultados	¿Qué tan alta es la probabilidad de los eventos del desenlace en un período de tiempo especificado?	
	¿Qué tan precisas son las estimaciones de probabilidad?	
Validez externa	¿Fueron los pacientes estudiados similares a los sujetos de mi población de interés?	
	¿Llevarán los resultados a seleccionar o evitar directamente la intervención?	
	¿Se utilizan los resultados para tranquilizar o aconsejar a los pacientes?	
¿Qué Nivel de evidencia: aporta este estudio?		

Apéndice 2

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN GUÍAS DE ATENCIÓN INTEGRAL (GATIs) (Adaptado del instrumento AGREE⁹)

Proyecto: “Elaboración y validación de cinco guías de atención integral basadas en la evidencia para las cinco principales causas de morbilidad profesional en Colombia”,

Esta es una herramienta de evaluación basada en el instrumento **AGREE¹⁰** (APPRAISSAL OF GUIDELINES RESEARCH & EVALUATION), con las modificaciones pertinentes para poder evaluar las guías de atención integral en el área ocupacional.

Escala de respuestas

1. Muy en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. De acuerdo
4. Muy de acuerdo

ESTRUCTURA DEL INSTRUMENTO

Este instrumento incluye la evaluación de los seis puntos mencionados y explicados a continuación.

ALCANCE Y OBJETIVO

1. El(los) objetivo(s) general(es) de la guía está(n) específicamente descrito(s).
2. Lo(s) aspecto(s) relacionados con promoción, prevención, atención y rehabilitación están cubierto(s) por la guía.
3. El grupo poblacional (población objeto) a quien se pretende aplicar la guía está específicamente descrito.
4. El grupo que desarrolló la guía incluyó individuos de todos los grupos profesionales relevantes.
5. Los usuarios (población usuaria) de la guía están claramente definidos.

RIGOR EN LA ELABORACIÓN

6. Se han utilizado métodos sistemáticos para la búsqueda de la evidencia.
7. Los criterios para seleccionar la evidencia se describen con claridad.

⁹ The AGREE Collaboration. AGREE Instrument Spanish version, www.agreecollaboration.org

¹⁰ Herramienta genérica diseñada principalmente para ayudar a productores y usuarios de guías de práctica clínica, en la evaluación de la calidad metodológica de éstas)

8. Los métodos utilizados para formular las recomendaciones están claramente descritos.

9. Al formular las recomendaciones han sido considerados los beneficios en salud, los efectos secundarios y los riesgos.

10. Hay una relación explícita entre cada una de las recomendaciones y las evidencias en las que se basan.

11. Se incluye un procedimiento para actualizar la guía.

CLARIDAD Y PRESENTACIÓN

12. Las recomendaciones son específicas y no son ambiguas.

13. Las distintas opciones en promoción, prevención, diagnóstico tratamiento y rehabilitación de la enfermedad o condición se presentan claramente.

14. Las recomendaciones clave son fácilmente identificables

APLICABILIDAD

15. Se han discutido las barreras organizativas potenciales a la hora de aplicar las recomendaciones

16. Han sido considerados los costos potenciales de la aplicación de las recomendaciones.

17. La guía ofrece una relación de criterios clave con el fin de realizar monitorización y/o auditoria.

INDEPENDENCIA EDITORIAL

18. La guía es editorialmente independiente de la entidad financiadora.

19. Se han registrado los conflictos de intereses de los miembros del grupo de desarrollo.

EVALUACIÓN GLOBAL

¿Recomendaría esta Guía para su uso en la práctica?

Muy recomendada

Recomendada (con condiciones o modificaciones)

No recomendada

COMENTARIOS

Apéndice 3 Matriz de responsabilidades.

Las recomendaciones que se presentaron a lo largo del documento se resumen de manera esquemática en la siguiente matriz funcional de responsabilidades, cuyo alcance está definido por la legislación Nacional. Las responsabilidades se orientan a las entidades del sistema de seguridad social del régimen contributivo asalariado, sin embargo, ellas aplican a las entidades equivalentes de los otros regímenes y pueden ser acogidas por ellos.

Para aquellas recomendaciones en las cuales la implementación sea objeto de una sola disciplina, se especifica el profesional que interviene, pero para aquellas recomendaciones en las que puedan participar distintos áreas del conocimiento se utilizó la sigla **SGC**, que significa que los profesionales responsables de implementar las recomendaciones estarán establecidos por los estándares de calidad determinados por el sistema.

FASE FUNCIONAL	RECOMENDACIÓN	EV/GR	ENT	PROF
Identificación de peligros y evaluación de riesgos	En la evaluación del riesgo para la salud derivado de la exposición a la sílice, el polvo de carbón y los asbestos, se recomienda tener en cuenta la composición química del agente respectivo, la concentración en el aire y el tamaño y la forma de las partículas, así como las características propias de cada uno de ellos. (Recomendación 7.1.1)	4/ C	Empres a + Ases. ARP	SGC
	Se recomienda tener en cuenta, entre otros, los siguientes factores: las condiciones del ambiente de trabajo (espacios abiertos o cerrados), sistemas de control instalados (ventilación industrial, humectación), concentración de las partículas en el aire respirable, tamaño de las partículas, porcentaje de formas geométricas de la sílice en el caso de polvos minerales y de carbón y duración de la exposición (Recomendación 7.1.2)	4/C	Empres a + Ases. ARP	SGC
	Se recomiendan los siguientes métodos para la estimación de la concentración en el aire de polvos y fibras causantes de neumoconiosis. (Recomendación 7.1.3) <ul style="list-style-type: none"> • Polvos de sílice libre: NIOSH – 7500 – Análisis por difracción de rayos X. • Polvos de carbón y polvos que tengan contenido de sílice libre o cristalina igual o inferior al 1 % en peso: NIOSH 0600- Análisis gravimétrico – Fracción respirable Fibras de Asbestos: OSHA ID-160 - Análisis por microscopía óptica de contraste de fase.	4/C	Empres a + Ases. ARP	SGC
	Ante la existencia de diferentes criterios internacionales o valores límites permisibles, se sugiere que se aplique aquel que mejor favorezca la salud del trabajador, para el caso los de la ACGIH vigentes. Los valores indicados deben ser revisados anualmente (Recomendación 7.1.4).	4/C	Empres a + Ases. ARP	SGC

FASE FUNCIONAL	RECOMENDACIÓN	EV/GR	ENT	PROF
	Para el estudio de aerosoles sólidos y sus correspondientes valores permisibles. Se recomienda tener en cuenta el proceso descrito en la recomendación 7.1.5.	4/C	Empre sa + Ases. ARP	SGC
	Para ajustar los valores límites permisibles cuando las jornadas de trabajo son diferentes a las 8 horas día o 40 horas a la semana, se recomienda aplicar el modelo matemático desarrollado por Brief & Scala, (1986), documentado en Patty's Industrial Hygiene. (Paustenbach 2000). (Recomendación 7.1.6)	4/C	Empre sa + Ases. ARP	SGC
	Para poder determinar con suficiencia el riesgo de adquirir silicosis, antracosis o asbestosis se recomienda calcular el índice de exposición acumulada, así : <ul style="list-style-type: none"> • Identifique el grupo de exposición similar (GES). • Obtenga la concentración promedio de exposición para 8 horas en cada oficio, del grupo • Determine el tiempo en años de exposición por cada trabajador, en los diferentes oficios identificados. • Calcule la exposición acumulada a polvo total (Recomendación 7.1.7) 	2+-4/B	Empre sa + Ases. ARP	SGC
Intervenciones para el control de los factores de riesgo	Como estrategia para mantener vigilada la exposición de los trabajadores a polvos y aerosoles se recomienda: conformar grupos que tengan exposición similar (GES) o que desarrollen actividades laborales similares, aplicando las indicaciones que se dan en el diagrama de flujo 2 de este documento y los métodos y criterios de referencia estandarizados para la evaluación de los GES a los factores de riesgo (Recomendación 7.2.1)	4/C	Empre sa + Ases. ARP	SGC
	La periodicidad de las evaluaciones ambientales deberá ser definida con base en la concentración de los agentes encontradas en los lugares de trabajo. (Recomendación 7.2.2)	4/C	Empre sa + Ases. ARP	SGC
	Se recomienda la aplicación de medidas de control técnico y administrativa como estrategias para el control de los riesgos de exposición a polvos y fibras en los sitios de trabajo. Para el caso de los polvos de sílice se recomienda sustituir la arena con alto contenido de sílice cristalina por perdigones metálicos, cáscara de nuez o de cereales y polvo de madera en las operaciones de limpieza abrasiva o <i>sand blasting</i> . El asbesto, utilizado comúnmente como aislante térmico e incombustible puede reemplazarse por otros materiales como fibra de vidrio y materiales sintéticos. (Recomendación 7.2.3)	4/C	Empre sa + Ases. ARP	SGC
	La protección personal respiratoria solo debe utilizarse como medida provisional	4/C	Empre	SGC

FASE FUNCIONAL	RECOMENDACIÓN	EV/GR	ENT	PROF
	mientras se establecen medidas de ingeniería en la fuente y en el medio. Se recomienda el uso de elementos de protección respiratoria que posean el etiquetado de aprobación NIOSH/MSHA en dicho elemento o demostrado por certificación escrita de estos organismos. (Recomendación 7.2.4)		sa + Ases. ARP	
	Como norma general los respiradores deben reemplazarse cada vez que presentan apariencia de deterioro, deficientes condiciones higiénicas e incremento de la resistencia a la respiración.(Recomendación 7.2.5)	4/C	Empre sa + Ases. ARP	SGC
	El trabajador con exposición ó que vaya a exponerse por primera vez a sílice, carbón o asbesto debe contar con información relacionada sobre los efectos adversos de la exposición a estos agentes, las medidas de prevención y la razón de los programas de vigilancia médica. (Recomendación 7.2.6)	4/C	Empre sa + Ases. ARP	SGC
Vigilancia de la salud de los trabajadores	Se recomienda que todos aquellos trabajadores que vayan a desarrollar su actividad en ambientes donde exista riesgo de neumoconiosis, trabajadores activos que se encuentren en puestos de riesgo de neumoconiosis y trabajadores que hayan estado, en el pasado, expuestos a riesgo de neumoconiosis sean objeto de un programa de vigilancia médica. (Recomendación 7.3.1)	3/C	Empre sa + Ases. ARP	SGC
	<p>La vigilancia de salud para los trabajadores a riesgo de neumoconiosis debería contener por lo menos los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> o Evaluación inicial (examen preocupacional) o Valoraciones periódicas de acuerdo a tiempo y grado de exposición y a la presencia de síntomas especialmente la disnea (evaluaciones de seguimiento). o Valoración clínica y tuberculina cada año de labores en expuestos a sílice. o Evaluación final cuando el paciente se retira del sitio de trabajo. (Evaluación postocupacional) o Adicionalmente, deben incluirse las medidas antitabaquicas en los programas debido a la evidencia del desarrollo de EPOC en los trabajadores expuestos. (Recomendación 7.3.2) 	4,3 ,2++ y 2 /B-C	Empre sa + Ases. ARP	SGC
	<p>En la evaluación de un trabajador a riesgo de neumoconiosis, o con enfermedad establecida, se deben reconocer factores individuales de riesgo tales como el tabaquismo o la enfermedad respiratoria previa. Una vez detectados, se deben tomar las medidas necesarias para su erradicación o control.</p> <p>No hay evidencia suficiente que permita recomendar evaluación genética en el tamizaje, diagnóstico o como determinante pronóstico en neumoconiosis. (Recomendación 7.3.3)</p>	2++/B	Empre sa + Ases. ARP EPS	Médic o

FASE FUNCIONAL	RECOMENDACIÓN	EV/GR	ENT	PROF
Diagnóstico	<p>Los criterios para la confirmación del diagnóstico son</p> <ul style="list-style-type: none"> • Historia bien documentada de exposición a asbesto, sílice o polvo de carbón. • Rayos X de tórax alteraciones compatibles con asbestosis, silicosis o neumoconiosis de los mineros del carbón, utilizando la técnica ILO ó un TCAR que muestre cambios fibróticos intersticiales difusos. <p>(Recomendación 7.4.1)</p>	2-4/B y C	EPS	Médico
	<p>Quando los hallazgos radiológicos no son claros, se requiere de ayudas complementarias como TAC ó TACAR (Tomografía computarizada de alta resolución) Se indican pruebas de función pulmonar como capacidad de difusión de monóxido de carbono (DCO), test de ejercicio, elasticidad pulmonar y pruebas funcionales de pequeñas vías aéreas cuando se el proceso diagnostico lo requiere. (Recomendación 7.4.2)</p>	4/C	EPS, ARP	Médico y Neumólogo
Tratamiento	<p>La actividad más importante en el manejo de un trabajador con neumoconiosis es suspender la exposición. Las demás opciones terapéuticas son de manejo de los especialistas y no difieren de las opciones dadas para las otras fibrosis pulmonares, y son principalmente paliativas.</p> <p>Otra actividad de manejo es la vacunación anual contra la influenza, con el fin de prevenir complicaciones propias de la enfermedad pulmonar crónica.</p> <p>Si se diagnóstica silito-tuberculosis se recomienda realizar el manejo farmacológico anti-tuberculoso convencional (Recomendación 7.5)</p>	3/C	EPS – ARP	Médico y SGC
Rehabilitación	<p>Según el Comité conjunto American Thoracic Society – European Respiratory Society (ATS-ERS), un programa de rehabilitación pulmonar es una intervención integral, multidisciplinaria basada en la evidencia para los pacientes con enfermedades respiratorias crónicas quienes son sintomáticos y tienen frecuentemente un deterioro en la realización de sus actividades diarias (Recomendación 7.6)</p>	4/C	ARP	SGC

Con la seguridad de que constituyen un aporte fundamental al desarrollo científico y tecnológico de la práctica de la salud ocupacional en Colombia, y con la certeza de que se erigirán en una herramienta esencial para la prevención de las enfermedades profesionales de mayor frecuencia en el país, el Ministerio de la Protección Social entrega a los actores del Sistema Integral de la Seguridad Social cinco Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional basadas en la evidencia (GATI - SO): 1) GATI para desórdenes músculo esqueléticos relacionados con movimientos repetitivos de miembros superiores; 2) GATI para hipoacusia neurosensorial inducida por ruido en el lugar de trabajo; 3) GATI para dolor lumbar inespecífico y enfermedad discal relacionados con manipulación manual de cargas y otros factores de riesgo en el lugar de trabajo; 4) GATI para hombro doloroso relacionado con factores de riesgo en el trabajo; y 5) GATI para neumoconiosis.

Las mencionadas Guías, como su nombre lo indica, se han elaborado desde un enfoque integral, es decir, que emiten recomendaciones basadas en la mejor evidencia disponible para prevenir, realizar el diagnóstico precoz, el tratamiento y la rehabilitación de los trabajadores en riesgo de sufrir o afectados por las enfermedades profesionales objeto de las GATI - SO.

Este proyecto ha sido liderado por la Dirección General de Riesgos Profesionales y financiado con recursos del Fondo de Riesgos Profesionales.