

NEUMOCONIOSIS DEL MINERO DE CARBÓN

MONICA PATRICIA ARANGO TOBON

PATRICIA SANCHEZ ALZATE

ALVARO EFRAIN RIOS GUERRERO

ASESORA: DRA LIGIA MONTOYA ECHEVERRRY

UNIVERSIDAD CES. FACULTAD DE MEDICINA.

ESPECIALIZACIÓN EN SALUD OCUPACIONAL (DIRIGIDA A MÉDICOS)

MEDELLÍN

2012

## INDICE DE CONTENIDO

	Página
Pregunta de Investigación	3
Objetivos	4
Metodología	5
Introducción	6
Definición	9
Epidemiología	11
Fisiopatología	14
Diagnóstico	17
Tratamiento	22
Pronóstico	23
Seguimiento	24
Bibliografía	25

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Existe en los textos de literatura información clara y suficiente sobre la neumoconiosis en trabajadores de minas de carbón que sirva de referencia académica a los profesionales del área de la salud, específicamente médicos especialistas en salud ocupacional, en el estudio y valoración de los pacientes para un adecuado diagnóstico de las neumoconiosis por exposición a este factor de riesgo?

## **OBJETIVOS**

### *OBJETIVO GENERAL*

Identificar mediante una revisión sistemática el estado del arte sobre la neumoconiosis del minero de carbón (NMC) con el fin de consolidarla en un texto que sirva como herramienta a los médicos especialistas en salud ocupacional para la prevención y diagnóstico oportuno de esta enfermedad.

### *OBJETIVOS ESPECIFICOS*

- a) Revisar información sobre la neumoconiosis del minero del carbón de los últimos 10 años.
- b) Describir el impacto de la neumoconiosis del minero del carbón en el mundo.
- c) Describir los métodos diagnósticos y el tratamiento para la neumoconiosis del minero de carbón más utilizados a nivel mundial
- d) Enumerar algunas estrategias de prevención en las empresas para evitar la aparición de la neumoconiosis del minero del carbón.

## METODOLOGÍA

- Tipo de estudio: El estudio es un revisión sistemática que se realizará en la literatura de los últimos 10 años en base de datos, libros guía y textos en general relacionados con la neumoconiosis del minero de carbón (NMC).

- Búsqueda de información: la información se obtendrá en libros de las bibliotecas de la ciudad, en internet en bases de datos como PUB MED, MED LINE, ovid, Proquest, Cochrane ,LILACS.

-Criterios de inclusión:

Artículos publicados en los últimos 10 años relacionados con el diagnóstico NMC.

- Criterios de exclusión:

Artículos sobre NMC de más de 10 años de publicación.

Artículos no relacionados con el diagnóstico de NMC.

- Tamaño de la muestra: Se escogerán para analizar 50 artículos.

## INTRODUCCIÓN

El carbón es una roca sedimentaria y combustible formada por la acumulación, compactación y alteración fisicoquímica de restos vegetales, esencialmente leñosos(1).

El polvo de carbón es una mezcla de carbón elemental y compuestos orgánicos minerales como sílice y metales (2).

Existen 3 tipos de carbón según su antigüedad geológica: antracita, hulla y lignita, siendo la antracita el más fibrogénico de los tres(3).

La principal exposición a polvo de carbón ocurre en la minería de socavón o al interior de tierra durante los procesos de extracción y procesamiento. Con frecuencia las vetas de carbón están imbricadas en rocas silíceas, y los mineros encargados de perforar las galerías de explotación se exponen a este polvo. Además de los mineros del socavón, también están expuestos los trabajadores que realizan labores de transporte y depósito de polvo de carbón en las centrales térmicas, industria siderúrgica, industria química e incluso en venta y uso doméstico, aunque las cenizas de carbón no tienen capacidad fibrogénica(4).

El grado de exposición a polvo de carbón depende en alguna medida del tipo de carbón que está siendo minado, una característica que puede explicar parte de la variabilidad de incidencia de NMC de mina a mina de carbón. Tal vez lo más importante en este aspecto son las variaciones geológicas locales. Algunas vetas de carbón son muy gruesas mayores a 100 pies y otras son más delgadas separadas por rocas de sílice. La minería en la última situación puede resultar en la exposición de sílice y otras sustancias además el carbón, una circunstancia que explica la presencia de silicosis en algunos trabajadores del carbón. Los trabajadores de corte y carga en máquinas son expuestos a alta concentración de polvo de carbón puro y los trabajadores que taladran las rocas que recubren el carbón están más comúnmente en contacto con el sílice(5). La inhalación del polvo de carbón puede producir diferentes patologías como la bronquitis, el enfisema centrolobulillar y la neumoconiosis. Los valores límites tolerables de polvo de carbón se han revisado frecuentemente y en la actualidad se recomienda que deben ser menores de  $1\text{mg}/\text{m}^3$  durante 10 horas por día ó 40 horas a la semana (2).

La producción mundial de carbón tiende a aumentar con el tiempo debido al incremento de las necesidades energéticas de las sociedades con lo que se sospecha que el número

de trabajadores expuestos aumente conforme aumenta la demanda y consumo del mineral (2), este dato es contradictorio con los países desarrollados donde el uso de energías alternativas ha aumentado por lo que la minería constituye un sector en fase de reconversión(4).

Colombia es el país con mayores reservas de carbón en América latina. Es el sexto exportador de carbón del mundo (6) . La producción nacional de carbón ha estado alrededor de 73 millones de toneladas anuales(7); para 2009 la Producción colombiana fue de 72.8 millones de toneladas, 1.4 % de la producción mundial(7) y el consumo es de 3.9 millones de toneladas(8).

Colombia cuenta para el año 2009 con 6.667,7 millones de toneladas y 4.571 millones de toneladas, en la categoría de reservas medidas e indicadas respectivamente y 16.668,92 millones de toneladas de potencial carbonífero. Cifras que la convierten en Latinoamérica como el país con los mayores recursos y reservas de carbón bituminoso de excelentes calidades. Las reservas medidas de carbón en Colombia aseguran más de 100 años de producción, suficientes para participar a gran escala en el mercado internacional y abastecer la demanda interna(8) . Su reserva es de 6.668 millones de toneladas (antracita y bituminoso 6288, subbituminoso y lignitos 380)(8).

El nivel de tecnificación de este sector fue muy incipiente en la década pasada, hasta cuando compañías mineras internacionales multiplicaron sus inversiones en exploración y explotación en el país, trayendo tecnificación a gran escala. Aunque en minas pequeñas y aún más en las informales, la explotación minera se lleva a cabo de forma rudimentaria con prácticas tradicionales y poco estandarizadas(7).

Para el año 2010 la producción de carbón en Colombia fue de 74.3 millones de toneladas, siendo los departamentos Cesar y Guajira los mayores productores(7).

Gran parte de la extracción de este mineral se desarrolla en ambientes subterráneos, donde el personal trabaja en condiciones inadecuadas de salubridad. Estas condiciones pueden favorecer la aparición de enfermedades pulmonares crónicas y de alto costo que generan gran impacto por la discapacidad asociada y en algunas ocasiones producir la muerte a quien la padece. Actualmente se le conoce como NMC, aunque en las minas del carbón siempre hay un alto contenido de sílice, por tanto es una neumoconiosis producida por polvo mixto (carbón mas sílice)(3).

Los riesgos para la salud derivados del trabajo en las minas del carbón se han documentado desde 1864, cuando el doctor William Farr, demostró mayores tasas de

mortalidad en los mineros del carbón de Durham y Northumberland, comparados con la población general a partir de los 40 años(9).

## DEFINICIÓN

Neumoconiosis en trabajadores del carbón (NMC) es una enfermedad prevenible, del parénquima pulmonar, lentamente progresiva, causada por la inhalación y acumulación de polvo de carbón en los pulmones(10).

Presenta lesiones histológicas definidas, consistentes en nódulos formados por polvo, macrófagos, fibras de colágeno, en una disposición al azar (4). Se excluyen por convención de esta definición, entidades tales como cáncer, asma, bronquitis o enfisema(11) .También se le conoce como enfermedad del pulmón negro (9).

Es una enfermedad crónica inflamatoria de los pulmones, donde varios factores ambientales y genéticos pueden influir en su fenotipo (12) . El tabaquismo no aumenta el riesgo de desarrollar esta enfermedad, pero puede tener un efecto perjudicial adicional sobre los pulmones (9).

La neumoconiosis de los mineros del carbón (CIE 10-J60): es la enfermedad más frecuentemente asociada con la minería del carbón, resultante de la inhalación y acumulación de polvo del carbón mineral, grafito o carbón artificial. 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) (11). Esta FMP, también conocida como la neumoconiosis complicada, es una forma grave de la NMC que se caracteriza por la cicatrización severa que conduce a la obliteración de las estructuras pulmonares normales(13) . La exposición acumulada al polvo es el factor más importante en la patogénesis de la FMP (13) y por lo tanto el riesgo de desarrollarla depende del tiempo que la persona haya estado expuesta al polvo del carbón y la edad (9).

La incidencia y velocidad de progresión NMC está relacionado con la cantidad de polvo de carbón o sílice respirable al que los mineros del carbón están expuestos en su trabajo (12).

La evaluación precisa de la cronología y los factores causales presenta un desafío. Reconociendo que la neumoconiosis puede simular o coexistir con otras condiciones granulomatosas, enfermedades infecciosas y malignas que se presentan como

adenopatías mediastínicas; es importante resaltar que el diagnóstico erróneo puede dar lugar a sub o sobre-tratamiento de condiciones potencialmente curables como la tuberculosis; la falta de tratamiento de una condición letal como el melanoma; o la exposición de los pacientes a la administración inadecuada de terapia costosa con los potenciales efectos adversos (14).

## EPIDEMIOLOGIA

Según NIOSH, la prevalencia de la neumoconiosis en los mineros subterráneos con 25 o más años de tenencia minera pasó de 35 por ciento en los años 1973-1978 a cuatro por ciento en el período 1997-1999 (15).

En un estudio de vigilancia de EE.UU., la tasa general de prevalencia de la NMC simple y complicada se encontró en un 30% a principios de los años 70, mientras que en las minas de Utah y Colorado se encontró en un 5% debido a la producción de carbón de baja calidad. Por otro lado, en las minas de antracita de Pennsylvania, las tasas de prevalencia de NMC simple y complicado se encontró en 46% y 14% respectivamente (16), la prevalencia cruda de NMC entre todos los examinados en un estudio de vigilancia en este país fue de 2,8% (862 casos), y la prevalencia correspondiente de FMP fue de 0,2% (62 casos) (17).

En el mismo EEUU, desde 1990 hasta 1999, la neumoconiosis fue la causa contribuyente o subyacente de más de 30000 muertes. Para el año 2000, según el estudio de carga global de enfermedad respiratoria no maligna debida a exposición ocupacional a material particulado, se calcula que la neumoconiosis derivada de la exposición al sílice, asbestos y polvo de carbón ocasiona 30000 muertes y es la NMC la enfermedad que contribuye en este índice con 14000 muertes totales (7).

La CDC y NIOSH, analizaron la causa subyacente anual de los datos de mortalidad de 1968 a 2006. Calcularon los años de vida potencial perdidos antes de los 65 años (APVP) y la media de APVP. Los resultados de ese análisis indican que durante 1968 - 2006, un total de 22.625 APVP fueron por NMC (media por cada difunto: 5,7). Disminución de 91,2%, APVP anuales atribuidas a NMC pasando de un promedio de 1.484 APVP por año durante 1968 - 1972 a 154 por año durante 2002 - 2006. Sin embargo, los APVP anuales de NMC han ido en aumento desde el año 2002, pasando de 135 en ese año a 169 APVP en 2006, lo que sugiere la necesidad de reforzar las medidas de prevención del NMC (10). Durante 1968 - 2006, NMC fue identificado como la causa subyacente de la muerte de 28,912 personas fallecidas con edad  $\geq$  25 años (10).

La prevalencia de NMC ha caído en los últimos años en EE.UU; la razón incluye los estrictos controles en la concentración de polvo respirable en las minas de carbón y el establecimiento de programas para la prevención de la neumoconiosis y la detección temprana de la enfermedad, con el retiro de los mineros afectados del lugar de trabajo

Datos obtenidos de los programas de detección de la enfermedad ,muestran que aproximadamente el 3,2% de los mineros muestran evidencia radiológica de NMC representando una disminución sustancial desde 1.970 cuando uno de cada 3 mineros tenía la evidencia de la enfermedad (18).

La prevalencia de la neumoconiosis de avanzada o FMP fue reportada del 2,9% entre los trabajadores británicos de minas del carbón (19).

En 2004, en el instituto mexicano del seguro social (IMSS) se calificaron 7811 enfermedades de trabajo, de las cuales 662 fueron neumoconiosis (20).

En Turquía la prevalencia está entre 1.2 y 6.2%, y la incidencia: 0.12 y 0.78% con tendencia a la disminución en los últimos 5 años entre 1985 y 2004 (16).

Estudios de la India, Sudáfrica y Unión Europea también informaron las tasas de prevalencia en torno al 3% (16).

En el instituto nacional de silicosis español, durante el inicio de los años 80 se diagnosticaron más de 500 casos anuales de NMC. En estos momentos, la incidencia de casos nuevos ha disminuido e incluso ha llegado a desaparecer en algunas empresas que han adoptado excelentes medidas de prevención (4).

En Colombia

Para 2010, el número de empresas que reportaban actividad económica que tuviesen carbón como agente es de 44, con 2578 trabajadores expuestos (7).

En el periodo 1996-2009 se reportaron que los días de incapacidad por neumoconiosis del minero de carbón por parte de las ARP fue de 415 y por parte de las EPS 3141; casos con incapacidad permanente parcial por las ARP 0 y por las Junta de Calificación 6 y casos de invalidez por ARP 2 y por Junta de Calificación 4 (7).

El reporte de estimación de incidencia de enfermedades ocupacionales en Colombia, 1985. 2000 de 2003, muestra un incremento en la incidencia de enfermedades ocupacionales de 68.063 casos en 1985 hasta 101.645 en 2000, panorama en que la neumoconiosis y enfermedades respiratorias crónicas, reportan incidencias de 762 casos de neumoconiosis, 22,5 por ciento de ellas en el grupo de 15-44 años y 3686 casos de enfermedad respiratoria crónica. En un estudio que se hizo para evaluar la utilidad de las técnicas de espirometría y oximetría para determinar la prevalencia de disfuncionalidad respiratoria en trabajadores de minas de carbón de Paipa. Boyacá, se encontró que la determinación del patrón espirométrico anormal era de 26,1%. Las

alteraciones más frecuentes se observaron en quienes trabajaban bajo la superficie (67,3% de los casos). El 21,5 por ciento de las alteraciones son de tipo obstructivo, 72,9 por ciento restrictivo y 5,6 por ciento mixtas. El 33,6 por ciento son de grado moderado a muy severo. Todos ellos con exposiciones mayores a 20 años (9).

Según informes de enfermedad profesional en Colombia los casos de neumoconiosis representan entre el 4 y 9% del total de eventos (7).

Se estima que el aumento de la incidencia de neumoconiosis pasó de 2.753 en 1985 a 4.213 en el 2000 (21).

Según el informe de enfermedad profesional en Colombia 2003-2005, realizado por el Ministerio de la Protección Social, la ARP del Instituto de Seguro Social durante 2003 reportó 6 casos de neumoconiosis (4% de los casos de enfermedad profesional reportados por las ARP), de los cuales uno correspondía a silicosis y 5 casos a neumoconiosis de los mineros del carbón (22).

Para 2004, las neumoconiosis son las mayores causas de invalidez de origen profesional (4 casos de 17) y la cuarta causa de IPP (9 de 17 casos), sin embargo no se especifica qué tipo de neumoconiosis (7).

En 2005 la ARP del Seguro Social realiza un total de 450 reportes de enfermedad profesional, de los cuales 40 casos (9%) correspondían a neumoconiosis (22).

Según Fasecolda, de los casos reportados de enfermedades profesionales por ARP privadas, para 2006 las enfermedades pulmonares aportaron el 2,6% (54,3% asma, 25,7% neumoconiosis y 20% otras) del total de enfermedades profesionales y para el año 2007 aportaron el 0,5% del total (92,9% asma, 7,1% neumoconiosis)(7) .

## FISIOPATOLOGÍA

La lesión patológica distintiva de la NMC es la mácula ó mancha de carbón de 1-2mm de diámetro producidos en lóbulos superiores y que se caracteriza por ser de color negro y aspecto nodular (2)(23)(24), en una disposición al azar, en contraste con la disposición concéntrica de los nódulos de silicosis (4).

Son lesiones compuestas de macrófagos cargados de polvo de carbón, fibroblastos, restos celulares y fibras de colágeno (2). Las lesiones se localizan sobre todo junto a los bronquiolos respiratorios, sitio donde se produce la acumulación de polvo inicial. Con el paso del tiempo aparece dilatación de los alveolos adyacentes, una anomalía conocida como enfisema centrolobulillar (24).

La FMP ocurre sobre un fondo de NMC simple y tarda muchos años en desarrollarse. Se caracteriza por lesiones intensamente ennegrecidas mayores de 2cm a veces hasta de 10 cm de dimensión máxima y suelen ser múltiples (24). Las lesiones de FMP pueden ser de consistencia firme o elástica y de forma redonda o irregular. Pueden ser uni o bilaterales y se sitúan en el segmento posterior del lóbulo superior o el segmento superior del lóbulo inferior (25) y luego pueden comprometer extensamente el parénquima pulmonar (26). La lesión está formada por colágeno denso y pigmento. El centro de la lesión a veces es necrótico, probablemente por isquemia local (24). que ocasionalmente es causada por TBC(23) .

Un estudio realizado en el Hospital General en South Yorkshire, Reino Unido; pone de manifiesto una asociación entre la *Micobacterium Malmøense* y NMC que se ha relatado raramente, y se concluye que la NMC es un factor de riesgo para el desarrollo de esta infección (27).

Se ha propuesto que, tras la exposición al polvo de carbón, el tejido pulmonar responde posteriormente en una serie de tres pasos: la activación y la acumulación de células inflamatorias; activación y proliferación de fibroblastos y mayor acumulación de células mesenquimales y la producción de colágeno. Cada uno de estos pasos implica una compleja interacción de diversos tipos de células y mediadores, incluyendo citoquinas y otros biomarcadores que han sido implicados como participantes en estos procesos. Se ha informado la interleuquina 1 beta(IL-1B) ,IL8,IL18 son importantes en el reclutamiento y

activación de leucocitos, y también en la producción de citoquinas proinflamatorias y la IL-3 puede estar implicada en la remodelación que acompaña a la fibrosis pulmonar (28).

En teoría los polimorfismos en la IL-4, la IL-4R y de la IL-3 podrían constituir una vía etiológica común en pacientes NMC. Sin embargo, un estudio realizado en minas de Xuzhou-China encontró que los individuos con Polimorfismos IL 4R e IL-13 no tienen un mayor riesgo de desarrollo de NMC y concluyó que el polimorfismo funcional de IL-4 C-590 T se asocia con menor riesgo de NMC en esta población china(12).

En un estudio hecho en Francia se encontró que el polimorfismo IL18 T-137C se asoció de una progresión más lenta de los hallazgos tomográficos y menor prevalencia de neumoconiosis. Los resultados apoyan, la importancia biológica y funcional de IL18 y sugieren su papel potencial en la reducción del desarrollo de esta enfermedad pulmonar inflamatoria y fibrosante (29).

Una de las hipótesis asociadas a la patogénesis de la NMC sugieren que el estrés oxidativo jugaría un papel importante; Las enzimas antioxidantes glutatión S-transferasa (GST) y manganeso superóxido dismutasa (MnSOD) son componentes importantes de la defensa del pulmón contra el estrés oxidativo, y los polimorfismos en los genes que regulan su expresión podrían representar importantes modificadores de la enfermedad. Sin embargo, un estudio realizado en USA concluyó los genotipos polimórficos en el GST y el grupo de genes MnSOD no afectan a la susceptibilidad individual a FMP y no logró encontrar diferencias en las frecuencias de los genotipos o las frecuencias alélicas entre casos y controles de FMP para el GSTT1 , GSTP1 o MnSOD (13).

El síndrome de Caplan descrito primero en mineros de carbón pero luego encontrado en pacientes con silicosis incluye la asociación de NMC y artritis reumatoide, se ha observado que los trabajadores con NMC pueden presentar anomalías serológicas que incluyen niveles elevados de factor reumatoideo y anticuerpos antinucleares. Se ha descrito una asociación entre la presencia de factor reumatoideo y la rápida progresión de la enfermedad. El papel preciso de los anticuerpos en la patogénesis de la enfermedad es incierto (5)(30) (31).

En muchas ocasiones el sujeto expuesto inhala polvo con variables proporciones de dióxido de silicio y silicatos o con una cierta contaminación con fibras de asbesto, hecho que explica la variabilidad de formas mixtas tanto en lo que respecta a la afectación histológica como a las manifestaciones clínicas y radiológicas (25).

Una vez que aparece la FMP puede seguir progresando aunque se evite la nueva exposición al polvo de carbón (24).

## DIAGNÓSTICO

Se ha identificado que la evolución de la neumoconiosis es insidiosa y progresiva, lo que genera que en etapas iniciales evolucione de manera asintomática y sea diagnosticada en la mayoría de los casos cuando las complicaciones y secuelas pulmonares se encuentran presentes (20).

En el pasado se asumía que la sílice era la responsable de la enfermedad pulmonar de los mineros carbón porque la clínica y características radiológicas son similares, Sin embargo ahora se sabe que la NMC y silicosis son el resultado de distintas exposiciones (32).

El diagnóstico se basa en la existencia de un cuadro clínico y radiológico compatible junto al antecedente de exposición a polvo de carbón (25).

En una minoría de casos la anamnesis y las manifestaciones clínicas y radiológicas no permiten establecer el diagnóstico. En estos casos puede ser necesario el examen histológico del pulmón (25). Los procedimientos invasivos como broncoscopia para biopsia transbronquial, pueden ser útiles cuando se requiere la comprobación histológica pero no se considera necesario a la luz de un cuadro clínico-radiológico evidente (2).

-HISTORIA LABORAL: Permite establecer la posible relación causa-efecto y conocer los detalles en cuanto a tiempo de la exposición e intensidad de la misma(1). Debe incluir el lugar de trabajo a través del tiempo, empezando por el primer trabajo realizado, tipo de empresa, tiempo en cada puesto de trabajo, período de latencia (tiempo transcurrido desde la primera exposición) y situación laboral actual del trabajador y agente al que está expuesto (3).

-CLINICA: En la forma simple se encuentran pocos síntomas respiratorios y es el hallazgo radiológico anormal, conjuntamente con el antecedente ocupacional, lo que sugiere el diagnóstico. En esta fase las pruebas funcionales respiratorias son casi normales. Al avanzar la enfermedad pueden aparecer síntomas como tos y dificultad respiratoria (32). En la forma de fibrosis masiva progresiva se presenta disnea, más grave

cuanto más extensa es la lesión, que puede llevar a insuficiencia respiratoria crónica (2). Algunos pacientes pueden sufrir ataques de bronquitis purulenta asociada a melanoptosis producida cuando una lesión isquémica de FMP se licúa y se rompe dentro de un bronquio. Con la progresión de la enfermedad la disnea empeora y puede desarrollarse cor pulmonare y falla cardiaca derecha (33) .

#### - DIAGNÓSTICO POR IMAGEN:

La radiografía de tórax es el estándar de oro de monitoreo y diagnóstico de NMC(34). Para leer las radiografías se hace según el patrón establecidos por la OIT (3).

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 (11).

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 (11).

La radiografía de tórax con clasificación OIT sigue siendo la herramienta principal para establecer el diagnóstico de neumoconiosis, pero tiene un valor limitado para la clasificación del déficit funcional en el trabajador (35).

La TACAR de tórax permite una mejor definición de las lesiones neumoconióticas pulmonares inferiores a 2 mm y de las lesiones pleurales pero implica mayor exposición a la radiación y un mayor gasto, y por lo tanto no se considera apropiado para una revisión periódica de la población general sana (36).

Su realización se recomienda en casos en que los hallazgos de la radiografía de tórax no son diagnósticos o si se sospecha alguna complicación o enfermedades asociadas, como tuberculosis, neoplasia pulmonar o enfisema (25)(26)(37) .Su uso debe reservarse para unas indicaciones precisas, entre las que se encuentran: dudas en la presencia de patrón nodular, coalescencia de nódulos con posible FMP y caracterización de masas de FMP .

La TACAR identifica nódulos en localización centrilobular, paraseptal, subpleural y con distribución perilinfática; tienen un tamaño que oscila entre 2 y 5mm de diámetro y pueden estar calcificados. Los nódulos están presentes de forma difusa y bilateral, pero se pueden localizar predominantemente en lóbulos superiores con una predominancia posterior. Los nódulos subpleurales pueden confluir y formar pseudoplaques, las adenopatías hiliares pueden preceder a la presencia de afectación intersticial (4)(11) .

-PRUEBAS DE FUNCIÓN PULMONAR: En general la NMC simple es una condición con pocos efectos demostrables en la función pulmonar: opacidades pequeñas irregulares y FMP han sido asociado con anormalidades en la función pulmonar. La alteración en la función pulmonar en la NMC complicada incluye reducción en CVF y FEV1, un aumento en la capacidad pulmonar total y en el volumen residual. Cambios similares han sido notados también en mineros del carbón no fumadores sin NMC. La hipertensión pulmonar puede desarrollarse en proporción a la reducción del lecho vascular en FMP (5).

La medición de la función pulmonar a lo largo del tiempo tiene especial utilidad en la evaluación del progreso de la enfermedad y permite detectar pequeños descensos respecto a valores iniciales, de otra forma no significativos cuando se comparan a los valores de referencia poblacionales (4).

En un estudio realizado para evaluar la utilidad de las técnicas de espirometría y oximetría para determinar la prevalencia de disfuncionalidad respiratoria en trabajadores de minas de carbón de Paipa. Boyacá. Se encontró patrón espirométrico anormal principalmente en quienes trabajaban bajo la superficie y pocos presentaron una saturación arterial de oxígeno inferior al 90%. Si bien las pruebas de función respiratoria no son determinantes en el diagnóstico definitivo de neumoconiosis, la literatura muestra una clara relación entre la disminución de la capacidad respiratoria y el progreso posterior a neumoconiosis, lo que sugiere la utilidad de estas pruebas como medida de diagnóstico precoz y control en trabajadores mineros expuestos al polvo de carbón, de bajo costo y fácil ejecución (9).

Un estudio realizado en Taiwan indicó que la alteración ventilatoria obstructiva es una característica destacada en todas las categorías de FMP. Sin embargo, el aumento de la prevalencia de un patrón restrictivo y alteración mixta se manifiesta a medida que la enfermedad progresa (19).

## OTROS METODOS DIAGNÓSTICOS:

-PRUEBA DE MARCHA DE 6 MINUTOS: Un estudio en Korea comparó la distancia recorrida en 6 minutos (PM6M) con otros métodos comunes de diagnóstico relacionándose significativamente con la tos, disnea, CVF, la ventilación voluntaria máxima (VVM), el índice de reserva respiratorio (BRI) y el índice VEF1/CVF; por este motivo la PM6M sería un método valioso y podría estar ganando popularidad en el diagnóstico de NMC como estudio complementario (38).

-RADIOGRAFÍA DIGITAL: un número creciente de instalaciones clínicas están abandonando la radiografía convencional y poniendo en marcha la adopción de las tecnologías digitales para obtener imágenes de tórax de rutina. En un estudio realizado en USA se confirma la alta calidad de las imágenes digitales de tórax adquiridas con los equipos actuales. Los monitores proporcionan el reconocimiento de pequeñas opacidades intersticiales, aunque se necesitan más estudios con respecto al reconocimiento de opacidades grandes y anomalías pleurales. Sin embargo, la tecnología digital puede proporcionar imágenes que son superiores para la identificación y evaluación de las enfermedades pulmonares intersticiales y pleurales (36).

-LA GAMAGRAFIA CON GALIO 67: Puede ser útil para valorar la actividad de la enfermedad. Por tanto, el diagnóstico de presunción se establece ante alteraciones radiológicas incipientes y/o reducción de la capacidad de difusión, determinada mediante una prueba de función pulmonar específica (1).

-LA TOMOGRAFIA DE EMISION DE POSITRONES debido a su alta tasa de falsos positivos, parece ser de poca utilidad en el diagnóstico de malignidad en pacientes con neumoconiosis de los mineros el carbón subyacente. A menudo es difícil o imposible para distinguir las lesiones de NMC /FMP del Carcinoma broncogénico basado en los hallazgos radiológicos solos (39).

-Un estudio reporta que puede recomendarse la toma de las placas PA, oblicua izquierda y derecha a 45° como métodos preferido para los estudios de vigilancia que la proyección convencional siendo leídos solo por lectores certificados por la OIT (40).

- Diversos estudios en los que se ha hecho análisis de casos de NMC se han basado en la evidencia de la exposición previa a polvo de carbón, un estudio clínico completo, radiografías de tórax realizadas de acuerdo con la clasificación vigente de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) e interpretadas por lectores capacitados y

pruebas de función pulmonar confirmando el uso de estas mismas técnicas a nivel mundial como métodos diagnósticos en NMC. (20)(41)(42)(43)(44).

## TRATAMIENTO: LA PREVENCIÓN

No hay ningún tratamiento específico para este trastorno, que no sea el tratamiento de las complicaciones (1)(2)(3)(25).

Lo mejor es prevenir esta patología mediante medidas de seguridad e higiene industrial adecuadas, con énfasis en la mejora de los procesos industriales, la capacitación y concientización de los trabajadores y empleadores(20). Se recomienda la reducción sistemática de la exposición ocupacional y la intervención de los cofactores que inducen el agravamiento de la situación en el tejido pulmonar afectado (7).

La NIOSH recomienda reducir la exposición permisible límite para el polvo respirable en las minas de carbón a 1 mg/m<sup>3</sup> (16)(45) y la ACGIH se recomienda niveles de 0.4 mg/m<sup>3</sup> de polvo de carbón antracítico y para bituminoso 0.9mg/m<sup>3</sup>(11).

Para minimizar la exposición laboral al polvo de carbón, se deben hacer cumplir los niveles máximos de polvo permitidos y recomendar el uso de máscaras protectoras por parte de los trabajadores en todos los sitios donde hay carbón mineral, grafito o carbón artificial (1)(46).

El monitor personal de polvo respirable ha demostrado suministrar información exacta y precisa sobre la exposición continua en mineros y operadores de las minas de carbón. El uso del monitor puede ayudar a una acción rápida para corregir condiciones adversas(10).

El agua debe ser utilizada para suprimir el polvo en túneles y pasillos y, además, las precauciones tales como la perforación con inyección de agua, la supresión de polvo durante el transporte del carbón y mediciones periódicas de la concentración de polvo deben ser fuertemente aplicados (46).

Para tratar esta enfermedad no se ha documentado beneficio de inmunosupresores, esteroides o inmunomoduladores; las alternativas de manejo son de soporte e incluyen oxigenoterapia, antibióticos en casos de sobreinfección, vacunación contra neumococo e influenza, ejercicio y actividades de cese de tabaquismo(11). Existen además medidas terapéuticas sintomáticas, como el uso de bromhexina, con moderados resultados; y otras como el uso de tetrandrina y el lavado pulmonar con resultados más alentadores (20).

## **PRONOSTICO**

Por lo general, el pronóstico para la forma simple es bueno. En casos poco comunes, la forma complicada (FMP) puede empeorar repentinamente a Cor pulmonale y tuberculosis. El descubrimiento clínico de neumoconiosis en la actualidad depende de las anormalidades evidenciadas por radiología, las cuales son manifestaciones tardías de enfermedad. Los marcadores de predicción y el descubrimiento temprano de la neumoconiosis son indispensables para la aplicación oportuna de estrategias de intervención (9).

Si bien las pruebas de función respiratoria no son determinantes en el diagnóstico definitivo de neumoconiosis, la literatura muestra una clara relación entre la disminución de la capacidad respiratoria y el progreso posterior a neumoconiosis, lo que sugiere la utilidad de estas pruebas como medida de diagnóstico precoz y control en trabajadores mineros expuestos al polvo de carbón, de bajo costo y fácil ejecución(9).

## SEGUIMIENTO

En forma general, Se debe mantener un programa de vigilancia periódica que permita detectar de forma precoz neumoconiosis, tuberculosis, cáncer de pulmón y deterioro de la función pulmonar en los trabajadores expuestos a sílice y polvo de carbón. Es importante que los trabajadores conozcan los riesgos a los que se exponen y dispongan de las medidas de prevención adecuadas. No hay que olvidar que son un grupo de riesgo y como tal se deben considerar otras situaciones que aumentarían este y ofrecer programas de vigilancia epidemiológica; por ejemplo: programa antitabaco (4).

La normativa vigente para las minas subterráneas de carbón de Estados Unidos recomienda que todos los mineros tengan una radiografía de tórax inicial, una segunda después de 3 años, y radiografías adicionales cada cinco años para el resto de sus carreras (43).

En China, un estudio sugiere que los mineros del carbón con exposición mayor de 25 años deben someterse a un examen médico cada año. Si la exposición es de 15-25 años a un examen médico cada 3 años y los de menos de 15 años a exámenes médicos con intervalos de hasta 5 años(34) .

En Colombia, se sugiere que al ingreso del trabajador se realice examen clínico, cuestionario de síntomas respiratorios, Rayos x de tórax según criterios de OIT y espirometría; seguimiento cada año de espirometría en los primeros 3 años y luego cada 2-3 años hasta que cese la exposición y Rx de tórax cada 4-5 años durante los primeros 15 años de exposición y luego cada 3 años. Al egreso, se realizarán los mismos estudios que al ingreso (11).

## BIBLIOGRAFÍA

1. Orduz García Carlos Eduardo. Guías de la asociación colombiana de neumología y cirugía del tórax neumología ocupacional. - Revista Colombiana de Neumología. 2009;Volumen 21Suplemento 2:37. 43.
2. Torres Duque C. Neumología. 6a ed. Medellín Colombia: Corporación para Investigaciones Biológicas; 2007.
3. Martín Escribano P, Ramos Seisdedos G, Sanchis Aldás J, Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (Madrid E. Medicina respiratoria. Madrid: Grupo Aula Médica; 2005.
4. Juretschke Moragues MA, Rodríguez Hermosa JL. monografías NeumoMadrid [Internet]. Madrid-España: Ergón; 2008. Available a partir de: [http://www.neumomadrid.org/descargas/xiii\\_enf.ocupacionales.pdf](http://www.neumomadrid.org/descargas/xiii_enf.ocupacionales.pdf)
5. Murray JF, Nadel JA, Mason RJ. Textbook of respiratory medicine [Internet]. 5.<sup>a</sup> ed. 2010 [citado 2012 abr 24]. Available a partir de: [http://home.mdconsult.com/start\\_session?autologin=true&user=LavalUniv&password=quebec&targeturl=/public/book/view%3Ftitle%3Dmurray](http://home.mdconsult.com/start_session?autologin=true&user=LavalUniv&password=quebec&targeturl=/public/book/view%3Ftitle%3Dmurray)
6. Energética CM de M y EU de PM. La cadena del carbón : el carbón colombiano, fuente de energía para el mundo. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía; 2006.
7. Social M de la P. Plan Nacional para la prevención de la siliosis, la neumoconiosis de los mineros del carbón y la asbestosis [Internet]. 2010. Available a partir de: [http://www.responsabilidadintegral.org/administracion/circulares/archivos/DCA307\\_2010\\_proyecto\\_plan\\_marzo\\_2010.pdf](http://www.responsabilidadintegral.org/administracion/circulares/archivos/DCA307_2010_proyecto_plan_marzo_2010.pdf)
8. Ministerio de Minas y Energía. Boletín estadístico de Minas y Energía. 2010.

9. Nubia Mercedes González Jiménez, Fred Gustavo Manrique Abril, Juan Manuel Ospina Díaz, Marcela América Roa Cubaque, Eddy Hurtado Villamil. Utilidad de las técnicas de espirometría y oximetría en la predicción de alteración pulmonar en trabajadores de a minería de carbón en Paipa-Boyacá. *Revista Facultad de Medicina. Universidad Nacional de Colombia.* 2009;57(2).
10. Coal workersqpnemoconiosis-related years of potential life lost before age 65 years - United States, 1968-2006. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report.* 2009 dic;58(50):1412. 6.
11. Social CM de la P. Guía de atención integral basada en la evidencia para neumoconiosis (silicosis, neumoconiosis del minero de carbón y asbestosis). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana; 2007.
12. Wang M, Wang S, Song Z, Ji X, Zhang Z, Zhou J, et al. Associations of IL-4, IL-4R, and IL-13 Gene Polymorphisms in Coal WorkersqPneumoconiosis in China: A Case-Control Study. Verbeek JH, editor. *PLoS ONE.* 2011 ago;6(8):e22624.
13. Yucesoy B. Lack of association between antioxidant gene polymorphisms and progressive massive fibrosis in coal miners. *Thorax.* 2005 jun;60(6):492. 5.
14. Onitilo AA, Engel JM, Tanimu SB, Nguyen TT. Anthracosis and Large Mediastinal Mass in a Patient with Healed Pulmonary Tuberculosis. *Clinical Medicine & Research.* 2010 jul;8(2):99. 103.
15. NIOSH. Respiratory Diseases Induced by Coal Mine Dust [Internet]. Available a partir de: <http://www.cdc.gov/niosh/nas/rdrp/ch3.1.htm>
16. Tor M, Oztürk M, Altın R, Çırak AH. Working conditions and pneumoconiosis in Turkish coal miners between 1985 and 2004: a report from Zonguldak coal basin, Turkey. *Tüberküloz Ve Toraks.* 2010;58(3):252. 60.
17. CDC. Pneumoconiosis Prevalence Among Working Coal Miners Examined in Federal Chest Radiograph Surveillance Programs- United States, 1996-2002 [Internet]. 2003. Available a partir de: <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5215a3.htm>

18. Dos S Antao VC, Sokolow L E Petsonk, Wolfe A, Pinheiro G, Hale J, Attfield M. Rapidly progressive coal workersqpnemoconiosis in the United States: geographic clustering and other factors. occupational and enviromental medicine [Internet]. 2005 oct;62(10). Available a partir de: <http://www.zotero.org/>
19. Yeoh C-I, Yang S-C. Pulmonary function impairment in pneumoconiotic patients with progressive massive fibrosis. Chang Gung Medical Journal. 2002 feb;25(2):72. 80.
20. López-Rojas P, Nava-Larraguivel R, Salinas-Tovar S, Santos-Celis R, Marín-Cotoñieto IA, Méndez-Vargas MM. Neumoconiosis en trabajadores expuestos a polvos inorgánicos. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2008;46(2):163. 70.
21. Idrovo AJ. Estimación de la Incidencia de Enfermedades Ocupacionales en Colombia, 1985-2000. Revista Salud Pública. 2003;5(3):263. 71.
22. Social CM de la P. Informe de Enfermedad Profesional en Colombia 2003-2005. Bogotá; 2007.
23. Martínez. C., Quero.A, Isidro.I. Enfermedades pulmonares profesionales por inhalación de polvos inorgánicos. journal JANO, Medicina y Humanidades. 2011;61(1397).
24. Kumar V, Abbas AK, Fausto N. Robbins y Cotran patología estructural y funcional. España: Elsevier; 2006.
25. Diagnóstico y tratamiento de las enfermedades pulmonares intersticiales difusas. Bronconeumología. 2003;39(12).
26. Cura Rodríguez JL del. Radiología esencial. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2010.
27. McGrath EE, Bardsley P. An association between Mycobacterium malmoense and coal workersqpnemoconiosis. Lung. 2009 feb;187(1):51. 4.

28. Zou J, du Prel Carroll X, Liang X, Wang D, Li C, Yuan B, et al. Alterations of serum biomarkers associated with lung ventilation function impairment in coal workers: a cross-sectional study. *Environ Health*. 2011;10:83.
29. Nadif R, Mintz M, Marzec J, Jedlicka A, Kauffmann F, Kleeberger SR. IL18 and IL18R1 polymorphisms, lung CT and fibrosis: a longitudinal study in coal miners. *European Respiratory Journal*. 2006 dic;28(6):1100. 5.
30. Longo DL. Harrison's principles of internal medicine. 18.<sup>a</sup> ed. New York: McGraw-Hill; 2012.
31. De Capitani EM, Schweller M, Silva CM da, Metze K, Cerqueira EMFP de, Bértolo MB. Rheumatoid pneumoconiosis (Caplan's syndrome) with a classical presentation. *Jornal Brasileiro De Pneumologia: Publicação Oficial Da Sociedade Brasileira De Pneumologia E Tisiologia*. 2009 sep;35(9):942. 6.
32. Egan DF, Wilkins RL, Stoller JK, Scanlan CL. Egan's fundamentals of respiratory care. 8.<sup>a</sup> ed. St. Louis, Mo.: Mosby; 2003.
33. Synopsis of diseases of the chest. 3.<sup>a</sup> ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 2005.
34. Liu H, Tang Z, Yang Y, Weng D, Sun G, Duan Z, et al. Identification and classification of high risk groups for Coal Workers' Pneumoconiosis using an artificial neural network based on occupational histories: a retrospective cohort study. *BMC Public Health*. 2009;9(1):366.
35. Bauer TT, Heyer CM, Duchna H-W, Andreas K, Weber A, Schmidt E-W, et al. Radiological findings, pulmonary function and dyspnea in underground coal miners. *Respiration; International Review of Thoracic Diseases*. 2007;74(1):80. 7.
36. Laney AS, Petsonk EL, Wolfe AL, Attfield MD. Comparison of storage phosphor computed radiography with conventional film-screen radiography in the recognition of pneumoconiosis. *The European Respiratory Journal: Official Journal of the European Society for Clinical Respiratory Physiology*. 2010 jul;36(1):122. 7.

37. Park HJ, Park SH, Im SA, Kim YK, Lee K-Y. CT differentiation of anthracofibrosis from endobronchial tuberculosis. *AJR. American Journal of Roentgenology*. 2008 jul;191(1):247. 51.
38. Noh SR. Availability of the 6-min walk test in coal workersq pneumoconiosis evaluations. *Chest*. 2010 jun;137(6):1492. 3.
39. Reichert M, Bensadoun ES. PET imaging in patients with coal workers pneumoconiosis and suspected malignancy. *Journal of Thoracic Oncology: Official Publication of the International Association for the Study of Lung Cancer*. 2009 may;4(5):649. 51.
40. Lawson CC, LeMasters MK, Kawas Lemasters G, Simpson Reutman S, Rice CH, Lockey JE. Reliability and validity of chest radiograph surveillance programs. *Chest*. 2001 jul;120(1):64. 8.
41. Ramírez Evelio, Herrera Francia, Zúñiga Ignacio, Gutiérrez Jacobo, Ballesteros Luz, Tapia Sara, et al. Silicoantracosis en el cerrejón - propuesta para la acción. *Carta médica de A.I .S Bolivia*. 2002;XVII(1):17. 9.
42. Isidro Montes I, Rego Fernández G, Reguero J, Cosío Mir MA, García-Ordás E, Antón Martínez JL, et al. Respiratory disease in a cohort of 2,579 coal miners followed up over a 20-year period. *Chest*. 2004 ago;126(2):622. 9.
43. Advanced pneumoconiosis among working underground coal miners--Eastern Kentucky and Southwestern Virginia, 2006. *MMWR Morb. Mortal. Wkly. Rep*. 2007 jul 6;56(26):652. 5.
44. Yang S-C, Lin Y-F. Airway function and respiratory resistance in Taiwanese coal workers with simple pneumoconiosis. *Chang Gung Med J*. 2009 ago;32(4):438. 46.
45. CDC. Advanced Cases of Coal Workers Pneumoconiosis. Two Counties, Virginia, 2006 [Internet]. 2006. Available a partir de: <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5533a1.htm>

46. Onder M, Onder S. Evaluation of occupational exposures to respirable dust in underground coal mines. *Industrial Health*. 2009 ene;47(1):43. 9.