

11278



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

TÍTULO

"RELACIÓN ENTRE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A BAJAS
CONCENTRACIONES DE POLIACRILATO DE SODIO Y
PRESENCIA DE BRONQUITIS INDUSTRIAL EN
TRABAJADORES DE UNA FÁBRICA DE PAÑALES Y
TOALLAS FEMENINAS"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :
MAESTRÍA EN CIENCIAS SOCIOMÉDICAS
(SALUD EN EL TRABAJO)

PRESENTA :

DR. JORGE ALBERTO MORALES CAMINO

TUTORA:

DRA. MARÍA MARTHA MÉNDEZ VARGAS

MÉXICO, D. F. A 7 DE JULIO DE 2005.

m346585



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICADA A LAS MUJERES:

Concepción
Florita
Ma. Guadalupe
Alicia
Ma. Luisa
Elia
Alejandra
Ma. Martha

A ALGUNOS HOMBRES:

Jorgito
Miguel Ángel
Luis

**Y A LA UNAM POR TODO LO QUE ESTA GRAN INSTITUCIÓN SIGNIFICA
PARA LA EDUCACIÓN EN MÉXICO**

".....suggesting they be far-sighted in introducing measures to protect workers. He invited other scholars to contribute to the topic and urged doctors to contribute in order to assure good working conditions. He knew his colleges would not appreciate this new approach, because it required them to step out of their clean and refined environment".

Dr. G. Franco. Chair of Occupational Medicine. University of Modena.

Member of the Collegium Ramazzini.

Slides of his Conference Bernardino Ramazzini. Father of the Occupational Medicine

".....sugiriendo que deberían ser previsores, introduciendo medidas para proteger a los trabajadores. Invitó a otros estudiantes a contribuir al tema y urgió a los médicos a contribuir a fin de asegurar buenas condiciones de trabajo. Sabía que sus colegas no apreciarían esta propuesta, debido a que tendrían que dejar de lado su limpio y refinado ambiente".

Traducción: Dr. Jorge A. Morales camino.

INDICE

Índice.....	3
Resumen.....	4
I. Antecedentes Científicos.....	6
II. Planteamiento del Problema	29
III. Hipótesis de trabajo.....	30
IV. Objetivos Generales.....	30
V. Objetivos Específicos.....	30
VI. Marco Conceptual	31
VII. Materiales, trabajadores y métodos.....	32
VIII. Procedimientos.....	37
IX. Diagnóstico de Bronquitis Industrial.....	40
X. Normas éticas y regulatorias.....	40
XI. Resultados	41
XII. Discusión.....	48
XIII. Conclusiones.....	53
XIV. Referencias.....	56
Anexo 1.....	62
Anexo 2	67
Anexo 3	68
Anexo 4.....	69
Anexo 5.....	74
Anexo 6.....	75
Anexo7.....	76

RESUMEN

Objetivo: Establecer asociación entre bronquitis industrial y exposición a bajas concentraciones de polvos de poliacrilato de sodio. **Material y Métodos:** Se incluyeron 260 trabajadores expuestos a concentraciones $<25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de polvo de poliacrilato de sodio en una planta productora de pañales y toallas femeninas de la Ciudad de México, entre 1997 y 2001. A todos les fue interrogado sexo, edad y práctica de tabaquismo; el diagnóstico de bronquitis industrial se integró con base en la presencia de 2 de cualquiera de las siguientes condiciones: opacidades irregulares pequeñas (**s-f-u**) en telerradiografía de tórax, volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV₁) $<80\%$, y presencia de sintomatología respiratoria como tos, expectoración y/o disnea. Se conformaron tres categorías con grupos de trabajadores expuestos a poliacrilato de sodio y celulosa, solamente a celulosa y los no expuestos ni a poliacrilato de sodio ni a celulosa. La concentración de poliacrilato de sodio nunca rebasó el nivel de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La fuerza de asociación se obtuvo a través del cálculo de riesgo relativo (RR) con intervalos de confianza al 95%. **Resultados.** La incidencia acumulada de bronquitis industrial fue de 9.6%, se presentó en cuatro veces más en trabajadores que en trabajadoras, y se identificó en 12.9% de los que fuman y en 6.9% de los que no fuman ($p = 0.10$). El 13% de trabajadores fumadores refirieron al menos dos de los tres síntomas de la triada básica relacionada a bronquitis industrial, el más frecuentemente señalado: la expectoración. Las pruebas de función respiratoria anormales se observaron en 2.3% de todos los trabajadores y las alteraciones en telerradiografía de tórax se detectaron prácticamente en 80% de ellos. El RR crudo para bronquitis industrial en trabajadores del sexo masculino sobre el femenino fue de 3.6 (IC95%: 0.50 – 25.8) y en aquellos que fuman sobre los que no fuman, de 1.8 (0.87 – 3.9). En el análisis estratificado por trabajadores fumadores y no fumadores la presencia de bronquitis industrial según el sexo, el RR ajustado puso en evidencia el efecto confusor del tabaquismo. El 63% de los trabajadores estaban expuestos a poliacrilato de sodio/celulosa; 16.5% únicamente a celulosa y 21.2% no estaban expuestos. No se identificó relación dosis-respuesta de estas categorías de exposición con presencia de bronquitis industrial, aunque al estratificar por tabaquismo, si pareció constituirse en el grupo de no fumadores.

Conclusiones: El sexo masculino parecería estar más asociado con bronquitis industrial y el tabaquismo resultó un factor confusor de extraordinario poder que se hizo evidente en este estudio. Al eliminar al grupo de fumadores, y analizar la información de los no fumadores, se observó una relación dosis-respuesta endeble en cuanto a las diversas categorías de exposición al poliacrilato de sodio y presencia de bronquitis industrial. No hubo evidencia suficiente para asociar la exposición de trabajadores a concentraciones bajas de poliacrilato de sodio con bronquitis industrial en una fábrica de pañales y toallas femeninas.

I. ANTECEDENTES CIENTÍFICOS

1.1. MAGNITUD Y TRASCENDENCIA DEL PROBLEMA

Hipócrates describió que las enfermedades se debían a pérdida del equilibrio entre el hombre y el medio ambiente. En el siglo veinte que se caracterizó por un cambio continuo del medio ambiente de trabajo, debido al vertiginoso desarrollo industrial y tecnológico, esta idea hipocrática, cobra especial significado. En la actualidad, el medio ambiente de trabajo, ha repercutido en el origen y desarrollo de varias enfermedades. Como ejemplo de la magnitud de dicha relación causal, están las enfermedades respiratorias relacionadas con agentes químicos, tales como la bronquitis industrial o química.¹

Hace trescientos años Bernardino Ramazzini en la ciudad de Modena, Italia, desarrolló el primer estudio sistemático en torno a la simbiosis conocida entre salud y trabajo. El desarrollo de tal disciplina fortaleció e hizo crecer de manera definitiva la esperanza de una mayor calidad de vida entre los trabajadores.² Las enfermedades de trabajo pueden ser producidas por contaminación del ambiente, es decir, son provocadas total o parcialmente por agentes que se encuentran en el medio ambiente de trabajo. Estos agentes pueden ser físicos, químicos, biológicos, mecánicos y psicosociales.³

La Ley Federal del Trabajo en su Título Noveno, artículo 475, y la ley del Seguro Social, artículo 43 definen que una Enfermedad de Trabajo es todo estado patológico derivado de la acción continuada de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo o en el medio en que el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios. Así también la Ley del Seguro Social vigente en su artículo 41 y la Ley Federal del Trabajo en su título Noveno, Artículo 473, definen que "Riesgos de Trabajo son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo.⁵ Dentro de estos en el 2003 se reportaron 278,525 accidentes de trabajo (tasa de 2.3 por cada 100 trabajadores) y 7811 enfermedades laborales (tasa de 6.5 por cada 10,000 trabajadores).¹³

En el mercado europeo existen más de 100 000 sustancias químicas y más de un millón de preparados químicos. Se estima que un 25% de los trabajadores europeos inhala estos productos nocivos y un 15% manipula sustancias o mezclas peligrosas.⁴

En 1999 América del Norte generó 3.9 millones de toneladas de contaminantes tóxicos, de las emisiones totales de ese año, 269 mil toneladas de sustancias químicas se sabe que causan cáncer, defectos congénitos u otros problemas reproductivos.⁵

En la Norma Oficial Mexicana 010 de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social de 1999, "Condiciones de Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral", solamente se tienen clasificadas 561 sustancias, de las cuales 19 son carcinógenos confirmados, 19 son carcinógenos sospechosos para el humano y 58 son carcinógenos en animales.⁷

Se calcula que en un trabajo de 40 hrs. semanales se introducen al organismo aproximadamente 14,000 litros de aire a través de las vías aéreas. Las sustancias inhaladas son capaces de provocar casi todos los tipos de enfermedad pulmonar crónica. La prevalencia de esta clase de enfermedades es muy elevada. En el Reino Unido se observó que el 7% de las consultas de atención primaria eran debidas a problemas relacionados con el trabajo y, de ellas, el 10% correspondían a síntomas respiratorios.⁶

La epidemiología intenta identificar las poblaciones en riesgo, así como los riesgos mismos; el primer ejemplo sobre la aplicación de la epidemiología en este campo, fue haber establecido una relación entre el cáncer de pulmón y exposición a asbesto por parte de Sir Richard Doll.⁸ Así mismo, el Dr. William Figueroa en la ciudad de Filadelfia, describió la asociación entre el cáncer de

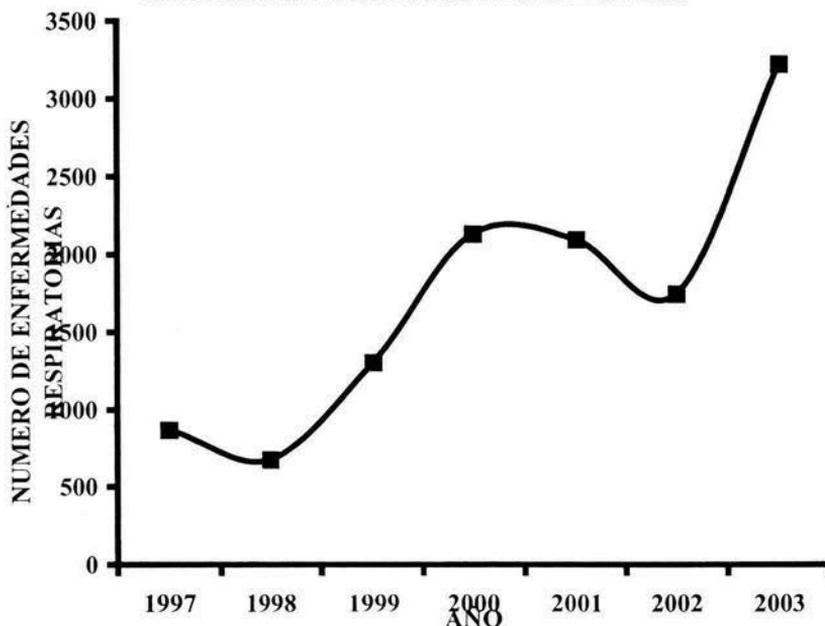
pulmón (carcinoma de células de avena) y la exposición laboral al bis-cloro-metil-éter.⁹

Actualmente las enfermedades de trabajo que afectan al pulmón ocupan el segundo lugar en las estadísticas reportadas por el IMSS del año 1995 a 1999.¹⁰ Dentro del espectro de las enfermedades de origen laboral u ocupacional, las afecciones dermatológicas y del aparato respiratorio son las más frecuentes, circunstancia fácil de comprender, debido a que son los dos órganos de la economía con mayor exposición a los agentes químicos, esto ocurre principalmente en los Estados Unidos de América, mientras que en México predominan las enfermedades pulmonares y auditivas.

La Comisión Europea ha aprobado una larga lista de lo que considera enfermedades profesionales y exige a los países de la UE que redoblen esfuerzos para su control. Reclama que dicha lista se incluya dentro de las normativas de cada país miembro. Sólo hay que recordar que en la industria extractiva 672 de cada 100.000 trabajadores padecen una enfermedad pulmonar, que es casi el triple que el resto de la población.¹¹

De acuerdo a la Asociación Americana del Pulmón (*American Lung Association*) las enfermedades pulmonares son la causa principal de enfermedades relacionadas con el trabajo. ¹¹ En 1997 el IMSS reportó 870 enfermedades respiratorias; en 1998 - 676; en 1999 - 1307; en el 2000 - 2133; en el 2001 - 2096; en el 2002 - 1747; y en el 2003 - 3224, como se puede ver en estas cifras, la tendencia de las enfermedades respiratorias de trabajo va en aumento constante.¹²

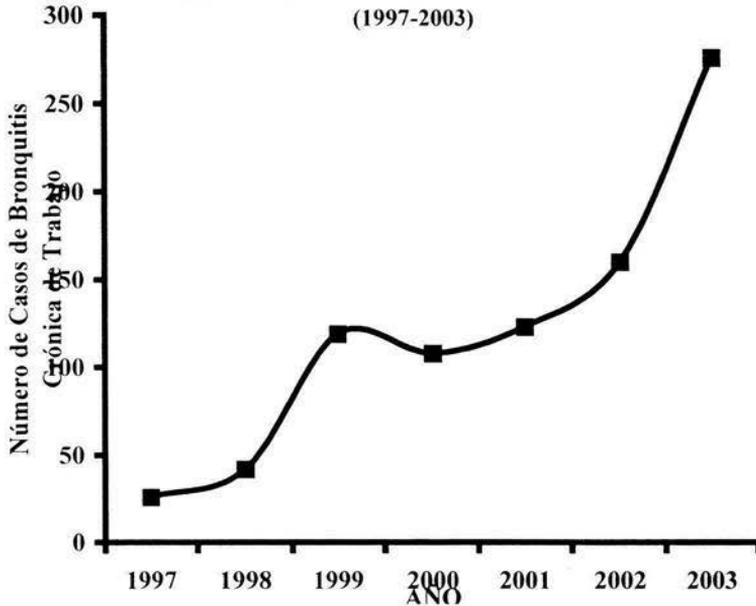
Fig. 1. NUMERO DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS DEL TRABAJO CALIFICADAS EN TRABAJADORES ASEGURADOS POR EL IMSS. MEXICO 1997-2003



Fuente: Estadísticas del IMSS (<http://www.imss.gob.mx>)

El IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social) ha reportado incremento de casos de bronquitis crónica como enfermedad del trabajo, desde el año 1997 con 26 casos, 1998 con 42, 1999 con 119, 2000 con 108, en el 2001 con 123, en el año 2002, con 160 casos y en el año 2003 con 276.¹² Se ha documentado el efecto de la exposición a polvo industrial (industria huleira, metalúrgica, textil, de la construcción y agricultura) y el desarrollo de bronquitis crónica o química.¹⁴

Fig 2. NUMERO DE CASOS DE BRONQUITIS CRONICA DE TRABAJO EN MEXICO EN TRABAJADORES ASEGURADOS AL I.M.S.S. (1997-2003)



FUENTE: Estadísticas I.M.S.S. (<http://www.imss.gob.mx>)³⁹

Las enfermedades de origen profesional constituyen un grupo de procesos patológicos cuya principal característica es la relación causal entre el trabajo y la enfermedad.¹⁵ Dentro de estas, se encuentran las enfermedades pulmonares, causadas entre otros factores, por la inhalación de polvos, niebla, rocíos, vapores, gases y humos en el lugar de trabajo. Los efectos pueden verse, incluso después que la exposición haya terminado.¹⁶ El encontrar una relación entre una ocupación o factor de riesgo ambiental y una enfermedad específica es difícil de establecer porque la presentación de enfermedad y el agente causal es raramente patognomónica.

La espirometría es muy útil para conocer el estado de la función respiratoria de un individuo, sin embargo, no es suficiente en ciertas situaciones donde se requieren mayores pruebas. Las indicaciones más frecuentes para la

espirometría son apoyo diagnóstico para evaluar síntomas como: disnea, ortopnea, tos, expectoración, dolor torácico y signos como disminución de ruidos respiratorios, hiperinflación, cianosis, estertores, sibilancias, etc. Otro de los usos es para monitorear la función respiratoria en enfermedades crónico obstructivas o enfermedades intersticiales y en terapia broncodilatadora. En el caso que nos ocupa se utiliza para monitorear a personas expuestas ocupacionalmente a agentes químicos agresivos. En la vigilancia epidemiológica para comparar los estados de salud de poblaciones que viven en condiciones ambientales diferentes.¹⁷

1.2 LÍMITES DE PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN A SUSTANCIAS ABSORBENTES

En la NOM 10 de la STPS, se listan los efectos relacionados con la salud, también se establecen límites máximos permisibles para diversas sustancias, entre ellas, las partículas no especificadas de otra manera (NEOM) que son aquellas partículas para las que no existe evidencia de efectos tóxicos específicos. Estas partículas llamadas comúnmente "partículas molestas" no causan fibrosis o efectos sistémicos; sin embargo, no pueden ser consideradas biológicamente inertes ya que a altas concentraciones han sido asociadas con proteinosis alveolar y a bajas concentraciones pueden inhibir la eliminación de partículas tóxicas en los pulmones al disminuir la movilidad de los macrófagos alveolares. El término NEOM se utiliza para enfatizar que todos los materiales son potencialmente tóxicos con lo que se evita que se concluya que esas partículas son inocuas a cualquier concentración. Las partículas identificadas bajo este rubro no deberán contener fibras de asbesto o más de 1% de sílice cristalina. Los límites máximos permisibles de exposición a NEOM en su fracción inhalable de acuerdo al procedimiento 53 del Apéndice II, será de 10 mg/m³ y para la fracción respirable de acuerdo al procedimiento del Apéndice II será de 5 mg/m³.¹⁸

Dado que no hay estudios de exposición a poliacrilato de sodio en humanos en la literatura disponible, los límites de permisibilidad no han sido

admitidos por muchas instituciones dedicadas a dicha tarea (NIOSH, ACGIH, etc.), existen entonces elementos que orientan a la necesidad de profundizar en el estudio de los efectos a la salud en trabajadores expuestos ocupacionalmente al agente químico mencionado.

Los valores alemanes MAK ("**M**aximale **A**rbeitsplatz **K**onzentration"), Concentración máxima en el lugar de trabajo) se definen como la concentración máxima de una sustancia química (gas, vapor o material particulado) en el aire de trabajo ante la cual, generalmente no hay efectos a la salud del empleado, ni causan molestia aun cuando la persona este expuesta repetidamente durante periodos de 40 hrs. de trabajo a la semana. Como regla, los valores MAK se refieren al promedio de la concentración obtenida por la integración de las concentraciones determinadas durante un periodo de más de un día de trabajo o turno.¹⁹

Los valores MAK para el polímero del ácido acrílico son de 50 mg/m³, y se clasifica dentro de la categoría 4 de carcinogenicidad (Las sustancias carcinogénicas de categoría 4 son aquellas sin mecanismos genotóxicos, que actúan por un mecanismo secundario) dentro del grupo de riesgo para el embarazo lo ubica como C (sin riesgo de daño para el embrión o feto).¹⁹

Según Rappaport, la exposición ambiental aérea, varía grandemente en el tiempo y entre los diferentes trabajadores expuestos, de manera que los higienistas industriales, deben adoptar estrategias de muestreo, las cuales reconozcan la naturaleza intrínsecamente estadística de la evaluación de la exposición. La práctica tradicional de evaluar el cumplimiento con los niveles de exposición ocupacional, debe ser descartada. En su lugar una evaluación aceptable, debe estar definida en referencia a la distribución de la exposición, en tiempo lugar y persona. Sin embargo, independiente de todos los problemas estadísticos, el autor concluye que los higienistas deben continuar aplicando el modelo de distribución logarítmica normal para resumir los datos de las mediciones. Por otro lado, se recomienda que el diseño del muestreo, deba

manejarse aparte de métodos que estén sesgados como muestrear el peor escenario. Dado que los muestreos raramente son independientes y a que existen diferencias significativas de exposición entre trabajadores del mismo grupo, se deben adoptar diseños aleatorios de muestreo. Por otro lado, la investigación de conceptos biológicos, esta fuertemente basada no solamente en la respuesta a la exposición continua, sino a conceptos tales como: "carga de la exposición", "daño" y "riesgo", conceptos que tienen connotaciones muy específicas en el artículo citado.²⁰

1.3. ASPECTOS CLINICOS Y FISIOPATOLOGICOS DE LA BRONQUITIS INDUSTRIAL

A la enfermedad de las vías respiratorias debida a partículas irritantes en el sitio de trabajo se le ha denominado de diferentes maneras: "bronquitis industrial", "bronquitis ocupacional", "bronquitis profesional" o "bronquitis química", y esta causada por una irritación primaria o secundaria.²¹ Los experimentos en animales junto con la investigación epidemiológica, patológica y anatómica han demostrado que ciertas enfermedades están relacionadas con ciertos tipos de polvos. No hay un cuadro clínico específico y estos casos son referidos como enfermedad pulmonar crónica inespecífica (CNSLD).

La "bronquitis industrial" producida por contaminantes químicos irritantes que se inhalan en el medio ambiente laboral, fue definida por Dubois, en 1962 de la siguiente forma: "enfermedad de las vías respiratorias resultante de exposición aguda (Única) o crónica (continuada) a sustancias irritantes en el aire respirado y que afecta en forma adversa, la anatomía o la función del árbol traqueobronquial".²¹

La bronquitis aguda se distingue por una alteración de los flujos en las vías aéreas superiores, casi siempre asintomática.³² La bronquitis aguda generalmente tiene una duración de 1- 3 semanas. Las fases tempranas se caracterizan por una hipersensibilidad del epitelio traqueobronquial y receptores de las vías aéreas. Esta fase se caracteriza principalmente por tos acompañada por expectoración.

Los hallazgos en las pruebas de función pulmonar consistentes con hiperreactividad bronquial en la bronquitis aguda son frecuentemente transitorios. Un FEV 1 menor del 80% está presente en el 40% de los adultos en el medio oeste de los Estados Unidos con bronquitis aguda sin otros padecimientos.²²

La bronquitis industrial se define como una bronquitis aguda, sub-aguda ó crónica debida a exposición prolongada al aire contaminado en un medio ambiente de trabajo. La bronquitis industrial tiene gran significancia clínica cuando se acompaña de obstrucción irreversible de las vías aéreas.²¹ Se ha confirmado que la mayoría de los pacientes presentan bronquitis pero algunos presentan además, bronquiolitis, alveolitis o neumonitis y como secuela, fibrosis peribronquial o parenquimatosa, por lo que esta definición no abarca completamente la patología producida por la inhalación de agentes irritantes.²¹

Morgan en 1978 utilizó el término bronquitis industrial para denotar una condición caracterizada por tos y expectoración por al menos tres meses al año, con o sin obstrucción de las vías aéreas, y la cual está relacionada con inhalación de polvos por largo tiempo.²³

La bronquitis crónica se define para fines epidemiológicos como la presencia de tos crónica o recurrente, la cual ocurre sin enfermedad broncopulmonar localizable, productiva para flema o esputo y su presencia por al menos tres meses durante 2 años consecutivos. Su definición clínica añade un tercer criterio de calificación: disnea y/u obstrucción de las vías aéreas.

Clínicamente bronquitis crónica se define generalmente por tos y expectoración persistente por al menor 3 veces al año durante 2 años. Puede ocurrir como una bronquitis crónica simple, con mucorrea solamente o como una bronquitis crónica obstructiva con mucorrea en combinación con disminución del flujo aéreo. Desde el punto de vista patológico, se caracteriza por un adelgazamiento de las paredes bronquiales, edema e infiltración celular, leve hipertrofia muscular e hipertrofia glandular.²⁴

La definición patológica de bronquitis es descriptiva e incluye dos elementos: (a) hipertrofia e hiperplasia de las glándulas mucosas, junto con hiperplasia de las células y metaplasia escamosa de las superficies de mediano y gran calibre, y (b) metaplasia de células de las vías de pequeño calibre.²⁵

La controversia que rodea el papel de las exposiciones al polvo en el lugar de trabajo en la génesis de la enfermedad pulmonar crónica deriva de numerosos sesgos inherentes a estudios de prevalencia de la población trabajadora usados para estudiar ésta relación.²⁶

En la bronquitis industrial crónica además de la inflamación inespecífica de la mucosa bronquial (irritación), se produce obstrucción de las vías respiratorias, generalizada o localizada en vías centrales, medianas o pequeñas y si la irritación continua aparece hiperplasia de las células caliciformes con producción aumentada de moco e infecciones añadidas, puede aparecer fibrosis pulmonar intersticial generalizada, bronquiectasias adquiridas, neumotórax espontáneo y otras complicaciones habituales.²¹

Los experimentos en animales junto con la investigación epidemiológica, patológica y anatómica han demostrado que ciertas enfermedades están relacionadas con algunos tipos de polvos. No hay un cuadro clínico específico y estos casos son referidos como Enfermedad Pulmonar Crónica Inespecífica (CNSLD).²⁶

Ha sido reconocido desde hace años, que la inhalación y depósito de polvo en los pulmones, lleva a desarrollar síntomas respiratorios, en particular disnea, tos y expectoración. Aunque algunos autores asumen que estos síntomas indican un diagnóstico de bronquitis, e infieren que el polvo es responsable, en retrospectiva parece que las causas de las enfermedades que provocan tales síntomas en los trabajadores expuestos al polvo fueron de varios orígenes.²⁷

En 1966, el consejo de investigación médica, examinó el rol de la bronquitis, como causa de incapacidades respiratorias. Este comité observó que la bronquitis crónica que tiene una etiología multifactorial y que el tabaquismo, la contaminación de aire, la clase social y la exposición a polvos juegan todos un rol como causa de una enfermedad. El comité también observó que los síntomas de la bronquitis eran los mismos independientemente de cual era la causa y que no fue posible el discriminar la contribución de un solo factor de exposición. Cuando se compararon poblaciones de referencia entre trabajadores expuestos a polvo y no expuestos, se encontró una prevalencia y una incidencia elevada de bronquitis entre los expuestos, lo cual se manifestó por la presencia de tos y expectoración. Hay un gran número de autores que han encontrado los mismos hallazgos en trabajadores de minas de carbón, de oro, del acero, de la fundición, textiles, del cemento y aquellos que han trabajado con bauxita. Este incremento de tos y expectoración, también se acompaña de reducción de la capacidad ventilatoria la cual se reflejo a través de la disminución del volumen expiratorio forzado al primer segundo (FEV₁) en presencia de FVC normal.²⁷

1.4. IRRITANTES RESPIRATORIOS

Los irritantes respiratorios incluyen sustancias que provocan inflamación de las vías aéreas después de ser inhalados. El daño puede ocurrir tanto en vías aéreas superiores como en inferiores. Estos compuestos pueden causar daño mediante diferentes mecanismos y la extensión de la lesión puede variar ampliamente dependiendo del grado de exposición y las propiedades físico-químicas de la sustancia inhalada.²¹

El término irritación aplicado al tema que nos ocupa, significa inflamación inespecífica de la mucosa de las vías respiratorias. Además obstrucción de las mismas, a cualquier nivel. Los agentes irritantes producen un patrón de inflamación tisular generalizado e inespecífico; con posibilidad de destrucción en el área de contacto con el contaminante. A concentraciones elevadas los agentes irritantes pueden provocar sensación de quemadura o escozor en la nariz y la garganta (y generalmente también en los ojos), dolor torácico y tos que

provoca inflamación de la mucosa (traqueitis, bronquitis). Son ejemplos de agentes irritantes los gases como cloro, flúor, dióxido de azufre, fosgeno y óxidos de nitrógeno; nieblas de ácidos o álcalis; vapores de cadmio; polvo de cloruro de zinc y pentaóxido de vanadio.²¹

Los irritantes aéreos tienen diferentes formas físicas una de ellas son los polvos los cuales se definen como un sistema dispersado (aerosol) de partículas sólidas heterogéneas en un gas (aire) cuya amplia distribución es predominantemente la de un coloide. Los polvos pueden ser orgánicos e inorgánicos. La irritación de los sensorreceptores de la membrana mucosa bronquial conlleva a un reflejo de contracción del músculo liso (obstrucción bronquial). La patogénesis de éste proceso no ha sido explicada cabalmente. Algunos autores han asumido que el efecto irritativo se debe a toxicidad local junto con degeneración celular.²⁸

1.5. ASPECTOS GENERALES DE LOS EFECTOS POR EXPOSICION A POLVOS

Dentro de los agentes químicos se encuentra el polvo el cual se define como: partículas sólidas en suspensión en el aire, como resultado del proceso de disgregación de la materia. De este concepto surge el de polvo respirable que se define como: polvos inertes cuyo tamaño sea menor a 10 micras. Otro concepto importante es el de aerosol: el cual es una dispersión de partículas sólidas o líquidas en un medio gaseoso, normalmente aire.¹⁸

En el ser humano, las partículas suspendidas en el aire pueden causar enfermedades pulmonares. Conocidas como material particulado (sus siglas en inglés son PM), dichas partículas pueden estar formadas por una combinación de polvo, pólenes, mohos, material acumulado, tierra, cenizas, hollín, etc. El material particulado del aire proviene de diversas fuentes, como fábricas, chimeneas, tubos de escape, incendios, minas, obras de construcción y también de la agricultura. Cuantas más pequeñas son las partículas, más pueden dañar los pulmones, ya que éstas penetran con mayor facilidad y se depositan a

nivel más profundo, pudiendo llegar al parénquima pulmonar, desde donde pueden ser absorbidas al resto del organismo. Cuando los agentes químicos poseen características particulares que permiten que sean inhalados pueden producir bronconeumopatías de trabajo.²⁹

Ciertos agentes químicos pueden causar lesiones intracelulares por diferentes mecanismos como son: oxidación, formación de álcalis o ácidos, formación de radicales libres, etc.⁴⁹ Dentro de los químicos que generan enfermedades respiratorias, están: la sílice, el asbesto o amianto, el polvo de algodón, cáñamo, yute, sisal; asociados a cáncer de pulmón se encuentran: el polvo de carbón, el carbón negro y el humo de la combustión del diesel, los cuales han producido tumores pulmonares en animales de laboratorios.²¹

La medida en la que cualquier sustancia química puede representar un riesgo para la salud, depende de la dosis, la cual se define como la cantidad total que alcanza un material tóxico en un período de tiempo determinado, incluyendo en la dosis cuatro dimensiones: la toxicidad del agente, la concentración, la forma del agente y el nivel de exposición. Asimismo incluye el estado de salud del individuo; su constitución, el estado funcional de las vías respiratorias y la reactividad inmunológica y bioquímica en general. Todos estos factores juegan un papel importante en el desarrollo de la enfermedad.²⁹

La inhalación y depósito de polvos en los pulmones ha sido reconocida como causa de síntomas respiratorios, en particular, de disnea, tos y expectoración.²¹

En la experiencia práctica se ha demostrado que inclusive los polvos conocidos como "inertes" pueden representar un peligro para la salud. Los efectos biológicos de esos polvos inertes, son a largo plazo y no son primariamente fibrogénicos o carcinogénicos, tóxicos o alérgicos. En cantidades excesivas sobrepasarán los mecanismos de protección pulmonar y por lo tanto provocarán a enfermedades respiratorias.²⁸⁻³⁰

Nuevos estudios mejor diseñados de tipo longitudinal han demostrado claramente el papel causal de exposiciones al polvo en la obstrucción crónica de las vías respiratorias. Esta anomalía se detecta mediante la espirometría, una técnica comúnmente aplicada en los programas de vigilancia epidemiológica de trabajadores industriales. Las amplias diferencias que se observan en éstas mediciones incluso entre sujetos normales nos permiten la identificación de individuos afectados antes del comienzo de la enfermedad irreversible. Por ésta razón estos exámenes son útiles principalmente para la detección temprana de casos mientras que la prevención deberá recaer en una mejor higiene industrial.¹⁷

1.6. FENOMENO DE SOBRECARGA PULMONAR (LUNG OVERLOAD)

Recientemente, varios tipos de polvos (polvo de carbón negro, óxidos de titanio y humo de la combustión del diesel) se han visto relacionados con un fenómeno definido como "Sobrecarga Pulmonar". Este término se asocia con conceptos como: sobrecarga de polvos, sobrecarga de partículas y sobrecarga de depuración los cuales se han utilizado en forma diversa en las últimas dos décadas.³¹ Sobrecarga pulmonar se refiere a aquella situación en las que las partículas inhalables, poco solubles se depositan en pulmón a una tasa que excede la capacidad de los macrófagos alveolares de depurar las partículas de una zona pulmonar determinada. Cuando el depósito excede la capacidad de depuración, la eliminación de partículas se ve disminuida y el depósito de partículas comúnmente conocido como carga pulmonar provoca que las partículas permanezcan y se acumulen en el pulmón.³¹ Este fenómeno se ha estudiado, realizando pruebas en ratas y cobayos en estudios a largo plazo de dosis respuesta desde hace 2 décadas por diversos investigadores de los Estados Unidos de América y Europa.²⁹, para estimar los riesgos de cáncer pulmonar debido a la ausencia de estudios suficientes en seres humanos,

El tema de la sobrecarga pulmonar, salió a flote cuando se demostró en estudios de laboratorio que las ratas expuestas de manera crónica a diversos tipos de partículas poco solubles de baja toxicidad, desarrollaron un patrón de mala

depuración, incremento progresivo de carga pulmonar y un complejo de enfermedades progresivas que incluyen inflamación, fibrosis, hiperplasia epitelial alveolar, metaplasia y neoplasia.³¹

La inhalación crónica a partículas de material de baja solubilidad (titanio o dióxido de titanio, humos de diesel, carbón negro y talco), es capaz de producir adenomas y carcinomas en la periferia de los pulmones de las ratas lo cual ha sido ampliamente demostrado. Mientras que los mecanismos precisos de esta respuesta no son totalmente conocidos, hay una evidencia creciente de que estos tumores en los pulmones de las ratas, son causados por una respuesta genérica a una inflamación crónica significativa y a la incrementada proliferación de células epiteliales, como se observa en la Figura 3.²⁹

La existencia de un mecanismo común de tumores pulmonares inducidos por partículas en ratas es sugerida por la correlación positiva entre el área de superficie de varios materiales particulados y su actividad tumorigénica. El soporte conceptual de un mecanismo común basado en la inflamación crónica proviene de la extensa base de datos que demuestra la actividad mutagénica de oxidantes derivados de células inflamatorias y la observación de que una marcada inflamación fue un componente significativo de la respuesta pulmonar de las ratas expuestas a partículas, a un nivel de efectos tumorales.

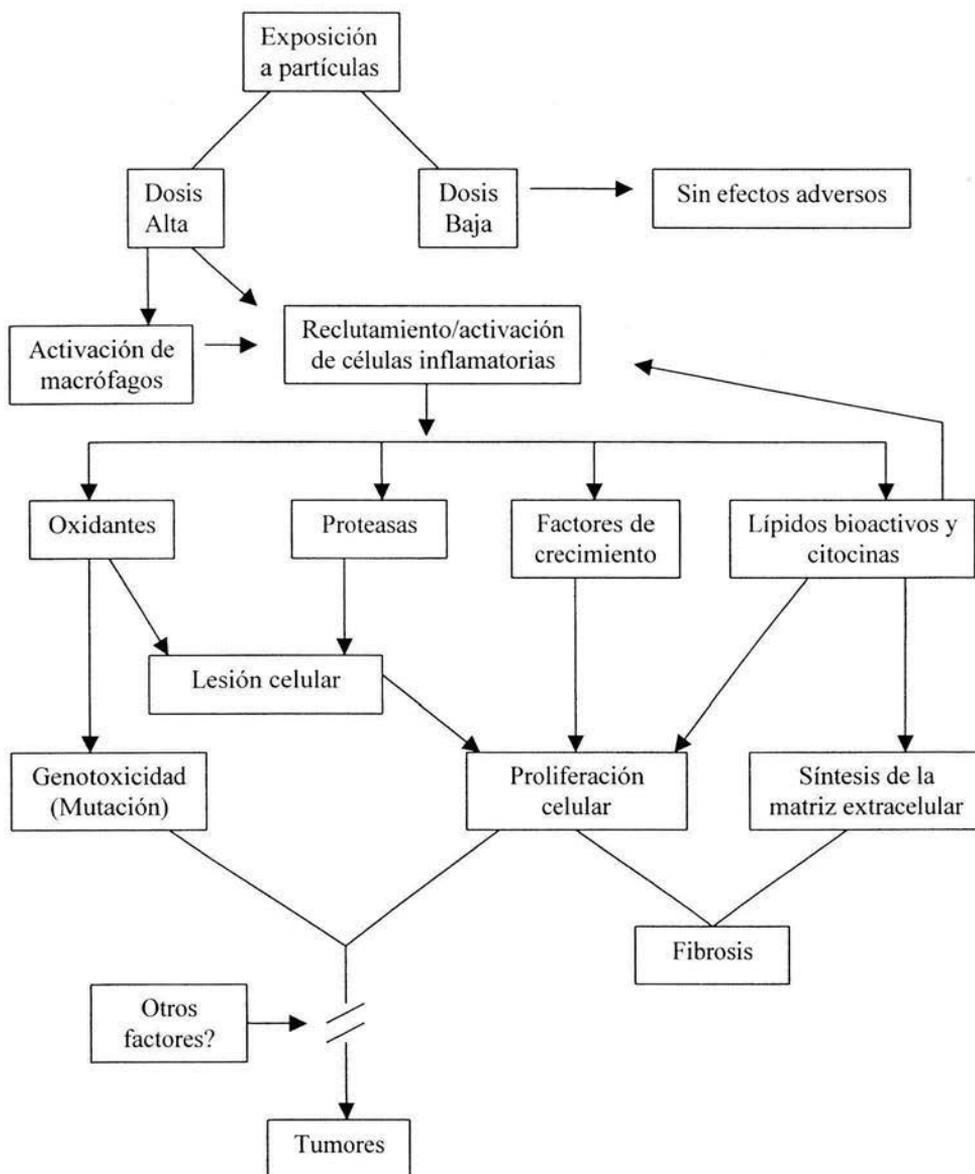


Figura 3. Mecanismo hipotético de los tumores pulmonares en ratas resultantes de la inhalación de partículas poco solubles

Los estudios de laboratorio han mostrado que las ratas expuestas de manera crónica a diversos tipos de partículas solubles a baja toxicidad, como pudiera ser el poliacrilato de sodio, desarrollan el fenómeno de sobrecarga pulmonar y un complejo cambio de respuestas no carcinogénicas como son: hiperplasia y metaplasia de las células epiteliales,²⁹ mostrando con esto una respuesta parecida a los cambios observados en humanos que tienen bronquitis industrial, tales como son: la hiperplasia de las glándulas mucosas, junto con la hiperplasia y metaplasia de las células escamosas de las superficies de bronquios de mediano y gran calibre.²⁵ Las metaplasias secretorias y escamosas son las formas más comunes de adaptación celular a las agresiones crónicas, aunque existen adaptaciones más sutiles que también se han reconocido.³²

La sobrecarga pulmonar puede ocurrir en ratas expuestas a partículas y no se altera su longevidad, sin embargo, la exposición de ratas a partículas en los estudios es mucho más importante que la encontrada rutinariamente en los humanos.²¹ Si se producen tumores pulmonares en ratas expuestas a partículas en condiciones de sobrecarga, esto no indica que existe riesgo de cáncer pulmonar en el hombre, sobretodo cuando la exposición es a bajas concentraciones.²⁹⁻³¹

La superficie de los alvéolos pulmonares contiene 2 tipos de células epiteliales tipo I y II. Las primeras son las que más proliferan y las tipo II son escasas y de forma cuboide. En un estudio realizado en el *Inhalation Toxicology Research Institute* se demostró que el humo de la combustión del diesel es un carcinógeno en ratas expuestas crónicamente a altas concentraciones. La relación dosis respuesta para tumores pulmonares y otros efectos varía entre las partículas.²⁹

Un ejemplo de sobrecarga pulmonar lo podemos ver en estudios de investigación, que expusieron a ratas machos y a ratas hembras por 7 horas al día/5 días a la semana/por más de 30 meses a humos de diesel a: 350; 3,500 ó 7,080 microgramos de hollín/m³. Se midió la capacidad mucociliar para limpiar el tracto respiratorio con marcadores radiolúcidos en intervalos de 6 meses. La respuesta por sobrecarga de partículas fue evaluada por histopatología, pruebas

de función respiratoria y lavado bronco alveolar cada 6 meses. Se encontró una acumulación progresiva de los macrófagos en los alvéolos, intersticio y en nódulos linfáticos pulmonares.³¹ La incidencia de tumores pulmonares empezó a incrementarse en ratas expuestas a las 2 concentraciones más altas durante el estudio. El 80 % de las neoplasias apareció a los 24 meses de exposición.²⁹

La evidencia experimental ha demostrado que el volumen de las partículas fagocitadas por los macrófagos alveolares es crítica para provocar la incapacidad para la depuración y que la condición de sobrecarga pulmonar se alcanza una vez que la sobrecarga de partículas pulmonares alcanza un nivel equivalente a 1 microlitro/g de pulmón. Existen diferencias significativas entre las especies en cuanto a la inducción de efectos adversos crónicos en respuesta a la sobrecarga pulmonar.³¹

La acumulación se acompañó con una inflamación severa demostrada por el incremento de células inflamatorias (leucocitos polimorfonucleares), salida de proteínas por los capilares y enzimas que reflejan el incremento de la fagocitosis de las partículas y toxicidad a las células en las muestras de fluido del lavado bronquial. Se observó un engrosamiento de las paredes alveolares por proliferación epitelial y fibrosis septal. La respuesta de los tejidos se reflejó en las pruebas de función respiratoria observándose una disminución del volumen pulmonar, fibrosis pulmonar, disminución de la eficiencia de la difusión de gas y una distribución anormal de gases. No se encontraron efectos significativos a bajas dosis de exposición.³¹

Hay una fuente posible de error, al estimar la potencia de las partículas para provocar cáncer en células cuando se extrapola la dosis de los animales a los seres humanos. Sin embargo hay modelos utilizados que son más exactos al hacer este tipo de extrapolación, ya que toman en cuenta las diferencias en las tasas de depuración de partículas en las ratas y en los seres humanos.³³

Hasta ahora no hay datos disponibles de los cambios de depuración alveolar debido a la excesiva carga pulmonar en seres humanos por lo tanto es necesario establecer la relación entre tasa de depuración y carga pulmonar, a fin de determinar las condiciones de exposición en las cuales podría ocurrir la sobrecarga pulmonar.³⁴

Las emisiones de diesel contienen algunas partículas y gases: monóxido de carbono, dióxido de carbono, bióxido de azufre, formaldehído y dióxido de nitrógeno. Algunos estudios han sugerido que hay una prevalencia de bronquitis mas alta en trabajadores expuestos a humos de diesel aunque su capacidad ventilatoria aparentemente no este afectada.²⁷

La evidencia en humanos sugiere que los pulmones con sobrecarga (por ejemplo: trabajadores del carbón) responden con fibrosis pero no con una mayor incidencia de tumores pulmonares. No se puede excluir sin embargo que otros tipos de partículas inhaladas crónicamente pueden tener un potencial carcinogénico en el pulmón humano si se acumulan en grandes cantidades.²⁹

1.7. CARACTERISTICAS DEL POLIACRILATO DE SODIO

El poliacrilato de sodio pertenece a una familia de partículas conocidas como **AGM** (**A**bsorbent **G**elling **M**aterials o Materiales Súper-absorbentes). Para efecto de este trabajo, la exposición se considerará específicamente a polvos de un polímero conocido como poliacrilato de sodio de ligas cruzadas. No hay un nivel máximo permitido en México, para este tipo de agentes químicos, de hecho se podrían aplicar los niveles máximos para polvos totales y polvos respirables (NEOMs), que son de 10 y 5 mg./m³ respectivamente, de acuerdo a la NOM 10 de la STPS.¹⁸

Algunas compañías han propuesto niveles de exposición tan bajos como: 50 µg/m³, debido a los hallazgos encontrados en estudios experimentales de

exposición a poliacrilato de sodio en ratas y cobayos y al nivel máximo permisible de la MAK para polvos de poliacrilato.²⁹ En otro apartado se describe detalladamente el tipo de patología que se encontró en dichos estudios.

El poliacrilato de sodio (Figura 4) es un polímero de moléculas de acrilato de sodio y ácido acrílico, el peso molecular es muy variable, sus características fisicoquímicas son:³⁰

- Estado Físico: Sólido en gránulos.
- Color: Blanco
- No hay ninguna descripción de olor.
- Gravedad específica: 0.55-0.82
- Los conceptos de densidad de vapor, punto de evaporación, punto de fusión y presión de vapor no aplican en este caso debido a que es un sólido sumamente estable.
- Punto de ignición de T = 260 grados centígrados.

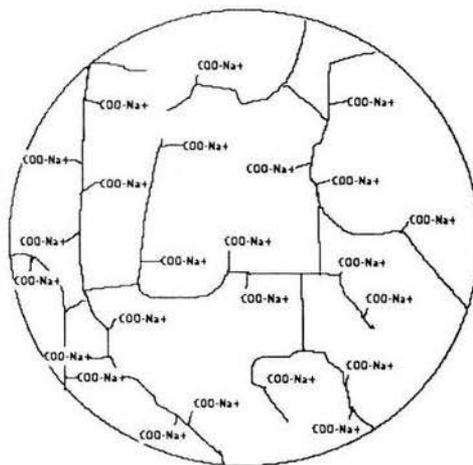


Figura 4. Modelo bidimensional de una molécula del polímero de poliacrilato de sodio.

Es un material no reactivo, el cual absorbe soluciones acuosas formando un gel resbaloso, que puede ser difícil de eliminar de las superficies, es decir absorbe hasta 80 veces su peso molecular en agua.³⁵

En ciertas industrias el poliacrilato de sodio se utiliza en unión con la celulosa la cual es un carbohidrato polimérico utilizado como polvo para la producción de las toallas femeninas y pañales. El tamaño de la molécula de celulosa o el grado de polimerización (DP) varía aún en la misma planta. El DP de la celulosa es de más de 3000.³⁶

Las rutas de exposición al poliacrilato de sodio son: mucosas, piel, vías respiratorias y digestivas; como en la mayoría de los agentes químicos, la ruta de exposición más común es la inhalatoria.³⁵

Los efectos en la salud por exposición a polvos a poliacrilato de sodio son:

- Ojos. En el caso de exposición masiva puede producir una irritación ligera caracterizada por hiperemia conjuntival y dolor discreto. En el caso de usar lentes de contacto blandos, estos pueden ser dañados por el efecto de deshidratación que produce el polvo de poliacrilato de sodio.³⁵
- Piel. Una sola exposición prolongada de varias horas no produce efectos, sin embargo la exposición crónica podría causar una irritación ligera, como la que se produce cuando hay exposición a temperaturas bajas, causando una ligera resequedad en la piel de un color blanquecino.³⁵
- Ingestión. El poliacrilato de sodio no se absorbe por la vía digestiva por las características del polímero; sin embargo en grandes cantidades causaría una ligera deshidratación con una diarrea discreta por la irritación.³⁵

- Inhalación. La exposición por esta vía causaría una irritación reversible en las vías aéreas superiores por la deshidratación de las mucosas. En ratas y cobayos expuestos de por vida a altas concentraciones de polvo de poliacrilato de sodio hasta $800 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se ha encontrado una inflamación severa y crónica que conduce a la generación de tumores pulmonares.³⁵ Con exposición a una concentración de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, hubo algunas evidencias de inflamación. A los $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, no se observó ningún tipo de efecto adverso a la salud. Los tumores pulmonares observados en dicho estudio, fueron resultado de la severa inflamación crónica, en niveles de exposición donde no hubo inflamación crónica no hubo ningún caso de formación de tumores.³⁵

1.8. CARACTERISTICAS DE LA CELULOSA.

El DP (grado de polimerización) de la celulosa técnica varía entre 500 y 2000. Si el DP es 1000, el peso molecular de la celulosa es alrededor de 162,000. El DP de la celulosa es de gran importancia técnica. Si es más alto, es más fuerte la celulosa. En la producción de la celulosa se puede obtener la pulpa a través de métodos mecánicos y químico-mecánicos. Sin embargo en las plantas motivo del nuestro estudio, el polvo de celulosa se utiliza en forma de polvos finos en la producción de algunas toallas femeninas y pañales.³⁶

Características fisicoquímicas de la celulosa:

- Contiene carbón 44.4%, hidrógeno 6.2% y oxígeno 49.4%.
- Insoluble en alcohol y éter
- Resistente a la acción de ácidos y álcalis.
- Fuente: la celulosa forma parte de las paredes celulares de las plantas. En el algodón la celulosa es casi pura. Principalmente se obtiene de la madera de cualquier árbol (pino predominantemente), yute, lino, algodón etc.

Los riesgos a la salud por la exposición a la celulosa se encuentran en la producción de la misma ya que en los procesos de blanqueo se utiliza cloro, mercaptanos, sulfatos, terpenos, dióxido de carbono, alcohol metílico, o bien cuando se usan químicos en el proceso de la celulosa como álcalis o ácidos y agentes blanqueadores que pueden causar irritación en la piel y mucosas. ¹¹⁻³⁷

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La exposición a Poliacrilato de Sodio en cobayos y ratas en un estudio demostró que existía inflamación pulmonar y depósitos de colágena a niveles intermedios de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A niveles de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no se encontraron efectos adversos. A grandes cantidades ($800 \mu\text{g}/\text{m}^3$) se provoca inflamación crónica que puede desencadenar tumores benignos y malignos, que se provocaron al parecer como consecuencia de la inflamación crónica que causa procesos de oxidación intracelulares que a su vez provocaron mutaciones en el ADN de las células del epitelio respiratorio. (Fig. 3) Las industrias respetan lineamientos para controlar a los polvos de poliacrilato de sodio por debajo del nivel de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.²⁹

Debido a la relevancia del problema y a lo antes descrito éste trabajo pretende establecer una relación entre la Bronquitis Industrial y la exposición a bajas concentraciones de polvos de poliacrilato de sodio utilizado en la industria de fabricación de pañales y toallas femeninas. Se usarán con éste propósito varias herramientas tales como la Espirometría bajo estándares de la ATS (*American Thoracic Society*), Cuestionario Respiratorio ATS y Telerradiografías de Tórax de acuerdo a los estándares de la OIT (*Organización Internacional del Trabajo*) en una población expuesta al poliacrilato de sodio y celulosa.³⁷⁻³⁸

No hay límites permisibles de exposición al poliacrilato de sodio en México, sin embargo si hay evidencia de que existen trabajadores expuestos a dicha sustancia. Por otro lado, hay evidencia experimental de los efectos, en animales, pero no hay estudios epidemiológicos disponibles en humanos. No se encontró bibliografía de exposición de seres humanos al poliacrilato de sodio, por lo que esta investigación se justifica como un primer paso hacia la explicación del fenómeno. De todo lo anterior, se desprende la siguiente pregunta:

¿Hay asociación entre Exposición Ocupacional a bajas concentraciones de polvos de Poliacrilato de Sodio y Bronquitis Industrial, en trabajadores de una fábrica de pañales y toallas femeninas?

III. HIPÓTESIS DE TRABAJO

Trabajadores de una fábrica de pañales y toallas femeninas con exposición ocupacional a bajas concentraciones de polvos de poliacrilato de sodio (<25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), tienen más riesgo de desarrollar bronquitis industrial, que los trabajadores de la misma fábrica que no están ocupacionalmente expuestos.

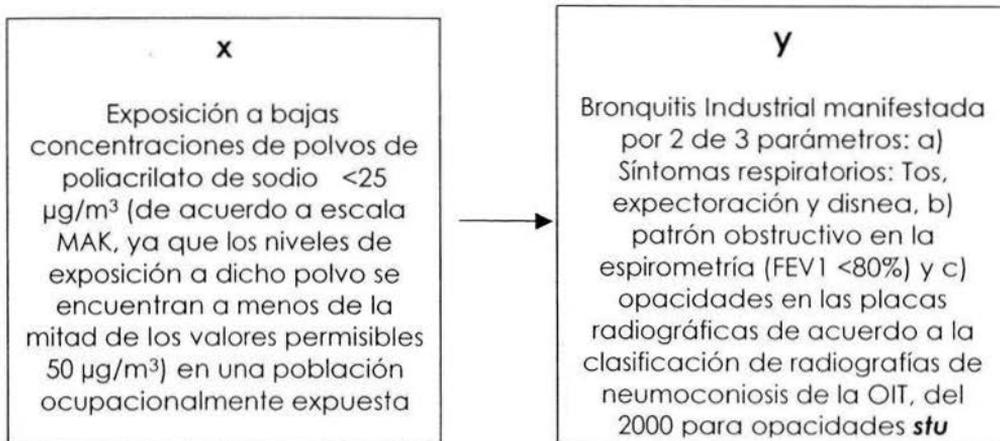
IV. OBJETIVO GENERAL

Establecer la asociación entre los casos identificados de bronquitis industrial en trabajadores expuestos a bajas concentraciones de polvos de poliacrilato de sodio, dentro de una fábrica de pañales y toallas femeninas.

V. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar Bronquitis Industrial mediante el cuestionario de la ATS-DLD traducido al español, la aplicación de una espirometría tomando los estándares de la ATS considerando: FEV_1 y telerradiografía de tórax, de acuerdo a la clasificación de la OIT para opacidades **stu**.
- Recolectar la información sobre las mediciones ambientales, para conocer el nivel de exposición de los trabajadores expuestos a Poliacrilato de Sodio (AGM) bajo criterios de la MAK.
- Recopilar la información (cuestionario respiratorio, espirometría, tele radiografía de tórax) de los expedientes médicos de los trabajadores participantes del estudio de 1997 al 2001.
- Organizar y describir la información médica y ambiental de acuerdo al tipo de estudio.
- Analizar a través de la comparación de grupos de trabajadores expuestos y no expuestos, la información para comprobar o rechazar las hipótesis planteadas y emitir las conclusiones derivadas de los resultados del estudio.

VI. MARCO CONCEPTUAL



VII. MATERIAL, TRABAJADORES Y MÉTODOS

El estudio se realizó sobre 260 trabajadores expuestos a concentraciones de $<25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de polvo de poliacrilato de sodio en una planta de producción de pañales y toallas femeninas de la Ciudad de México, la cual cerró operaciones en el mes de septiembre de 2001. Dicha empresa inició la utilización de polvos de poliacrilato de sodio en sus productos en julio de 1993.

A cada uno de los integrantes de este grupo de trabajadores se identificó presencia o ausencia de bronquitis industrial; dicho diagnóstico se constituyó con base en la existencia de imágenes en la telerradiografía de tórax, de opacidades irregulares pequeñas denominadas **s**, **f**, **u**, tal y como se menciona en el resumen de la Clasificación Internacional de Radiografías de Neumoconiosis, corta o abreviada, propuesta por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en el año 2000, de la presencia de obstrucción de las vías respiratorias definido éste por el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV_1) $<80\%$ obtenida por espirometría, y de los datos que arroja la encuesta respiratoria, la cual cumplió con los criterios de la *American Thoracic Society* (ATS), y que entre otras cosas, está dirigida a delinear antecedente de sintomatología de índole respiratorio como tos, expectoración y/o disnea.²¹⁻³⁹

Debido a que la presencia de poliacrilato de sodio en el ambiente de trabajo era conjuntamente a la de celulosa, se manejaron tres grupos de trabajadores expuestos: los expuestos a poliacrilato de sodio y celulosa, los expuestos solamente a celulosa y los no expuestos. En todos los casos la exposición a poliacrilato de sodio nunca rebasó el nivel de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que la celulosa medida como polvo respirable, no rebasó el nivel de $5 \text{mg}/\text{m}^3$.

Por conveniencia, y debido a que no existen parámetros epidemiológicos sobre los efectos del poliacrilato de sodio en forma de bronquitis industrial, se incluyó a todos los trabajadores de la planta; sin embargo, para fines del estudio, solamente se incluyeron aquellos quienes habían laborado en la planta al menos

del año 1997 al 2001 y que contaran con una o más telerradiografías de tórax, y al menos se le hubieran practicado en ese período cuatro espirometrías además de cuatro cuestionarios respiratorios; no se incluyeron aquellos que no se hubieran empleado en la planta en el período al que se hace referencia, o que hubiera estado empleado, pero que no contaran con al menos una telerradiografía de tórax, o bien se hubieran practicado menos de cuatro espirometrías y/o no haber completado cuatro cuestionarios respiratorios. No se contemplaron criterios de exclusión.

A todos los trabajadores incluidos en el estudio les fueron interrogados en relación a sexo y edad; asimismo les fue indagada la práctica de tabaquismo, tal y como lo señala también el cuestionario respiratorio de la ATS. La exposición baja a poliacrilato de sodio fue de acuerdo a la escala propuesta por los valores MAK (*Maximale Arbeitsplatz-Konzentration* Concentración máxima en el puesto de trabajo), que establece nivel concentraciones de polvos de poliacrilato de sodio por debajo del 50% del máximo permisible que es de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El antecedente de exposición a bajas concentraciones de polvos de poliacrilato de sodio se sustentó con la historia de exposición ocupacional a poliacrilato de sodio, de acuerdo al nivel máximo de exposición que consigna la MAK ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). La cual esta descrita en los expediente de Higiene Industrial.

Para establecer el diagnóstico de Bronquitis Industrial, se utilizaron tres parámetros a saber: 1) referencia de ausencia de síntomas: tos, expectoración y/o disnea, acompañada de alteraciones funcionales ($\text{FEV}_1 < 80\%$) y presencia de opacidades irregulares pequeñas en la telerradiografía de tórax (*s-t-u*); 2) Referencia de síntomas respiratorios, pero sin alteración funcional, aunque con opacidades irregulares pequeñas en la telerradiografía de tórax; 3) Referencia de síntomas acompañada de alteración funcional, pero sin opacidades irregulares pequeñas en la telerradiografía de tórax; y 4) Referencia de síntomas y alteraciones funcionales acompañadas de opacidades irregulares pequeñas en la telerradiografía de tórax.

La herramienta utilizada para evaluar la integridad pulmonar de los trabajadores sujetos a estudio fue la telerradiografía de tórax, la cual permite definir una imagen bidimensional del tórax con sus estructuras anatómicas: pulmones, corazón, grandes arterias, estructura ósea y el diafragma.⁴⁰

En la telerradiografía simple de tórax, se busca la presencia de anomalías provocadas por la inhalación de polvo.⁷⁻²¹⁻³⁹ La clasificación incluye convenciones de opacidades pequeñas redondas (nódulos) y opacidades pequeñas irregulares (lineares y reticulares),²¹⁻³⁹ siempre y cuando la calidad técnica de la radiografía sea buena o aceptable de acuerdo a los estándares de la OIT; aquellas telerradiografías consideradas como de mala o inaceptable calidad, se eliminaron del estudio.²¹

Las opacidades clasificadas como pequeñas, de acuerdo a la clasificación referida, son aquellas con aumento de la densidad, <10 mm en campos pulmonares y medidas por la profusión o concentración por unidad de área. La escala utilizada comprende doce categorías: 0/- (excepcional o claramente "normal"), 0/0 ("Normal", después de un examen cuidadoso), 0/1, 1/0, 1/1, 1/2; 2/1, 2/2, 2/3; 3/2, 3/3 y 3/+ (profusión marcadamente mayor), considerando medias y variadas.¹⁶ La forma y tamaño de las opacidades incluyeron a las irregulares (símbolos principales) clasificadas en: **s** – con anchura de hasta alrededor de 1.5 mm, **t** – con anchura que exceda alrededor de 1.5 mm y hasta alrededor de 3 mm, y **u** – con anchura que exceda alrededor de 3 mm y hasta alrededor de 10 mm. La dimensión de las opacidades pequeñas se expresa por la letra repetida dividida por una diagonal (**s/s**, **t/t**, y **u/u**). De observarse otra forma y tamaño, esto se registra en la segunda letra, es decir, si predomina alguna forma y tamaño, pero hay un tamaño significativo de otra, esto se anota de la siguiente manera; se abren comillas, se consigna primero la predominante, y segundo, la otra separada por una diagonal y se cierran comillas, por ejemplo "**s/t**". Resultan así, independientemente de las medidas, 30 variantes: **s/t**, **s/u**, **t/s**, **t/u**, **u/s**, **u/t**.²¹⁻³⁹

Como se mencionó anteriormente, la integridad de la función pulmonar del trabajador se definió a través de la aplicación de espirometría; la proporción del FEV₁ en relación con la FVC por abajo del 80% se estableció como criterio primario para el diagnóstico de enfermedad pulmonar obstructiva por espirometría y el grado de severidad de esta obstrucción se calificó como leve cuando esta se encontró entre 65-80%, moderada entre 50-65%, y severa cuando el cociente de referencia fuese $\leq 50\%$.⁴¹⁻⁴² El equipo utilizado cumplía con las recomendaciones de la ATS con aplicación tanto para uso clínico como con fines epidemiológicos, el ser computarizado, calibrado diariamente y calibración para linealidad trimestralmente, en el transductor de volumen, en el flujo al registrador o procesador, y confiabilidad en los registros que se obtenían.³⁷

Todas las espirometrías se realizaban bajo temperatura ambiente entre 17 y 22°C. Esta recomendación está basada en los tiempos de enfriamiento de los gases contenidos en los espirómetros, tipo volumen, y en la estimación de los valores **Biological Temperature, Pressure and Water Saturation (BTWS)**.³⁷ Para asegurar la calidad en las curvas espirométricas el equipo se calibraba diariamente, y se limpiaba y verificaba; en caso de que se estudiara a más de 20 trabajadores en un día, la calibración será realizaba cada 4 horas. La técnica para el desarrollo de cada una de las espirometrías era, en primer lugar, revisar la calibración del espirómetro; posteriormente se explicaba al trabajador en que consistía la prueba, se preparaba al trabajador, se efectuaban preguntas acerca de la práctica o no de tabaquismo, sobre haber padecido enfermedades recientes, haber usado medicamentos, entre otras (Ver Anexo 1); se instruía y demostraba la prueba al trabajador; se corregía la postura y se colocaba al trabajador con la cabeza elevada, se instruía sobre la importancia de realizar una inhalación profunda, la posición de la boquilla y como exhalar con el máximo esfuerzo.

Previa a la realización de la espirometría, los sujetos respondían por escrito un cuestionario que recabo información sobre los síntomas y signos asociados a enfermedades pulmonares, enfermedad obstructiva crónica (**EPOC**), asma,

alergias, entre otras, que pudieran presentar los trabajadores, así como antecedentes de trabajos y ocupaciones previas e indagación sobre hábito tabáquico. Este cuestionario está basado en un documento titulado "Proyecto de Estandarización Epidemiológica" surgido en 1978 el cual está dirigido para ser aplicado en estudios como el presente.⁴³ Esta estandarización se refiere cómo y cuándo utilizar los cuestionarios estandarizados en síntomas respiratorios, las pruebas de la función pulmonar y las radiografías de tórax, el cual había sido promovido por la ATS.⁴⁴ La investigación de los síntomas fue de gran ayuda, ya que se observó de manera consistente que los trabajadores que presentaban síntomas como tos, sibilancias y disnea, presentaban niveles bajos de FEV₁ en las pruebas de espirometría y este parámetro disminuía conforme la disnea se incrementaba.⁴⁵

VIII. PROCEDIMIENTOS

Control de calidad: Para asegurar la calidad en las curvas espirométricas el equipo se calibró, limpió y verificó diariamente, en el caso de que se estudiaron a más de 20 trabajadores la calibración se realizó cada 4 hrs.

Técnica para el desarrollo de cada una de las espirometrías.

- 1) Revisar la calibración del espirómetro
- 2) Explicar la prueba.
- 3) Preparar al trabajador: Preguntar acerca de tabaquismo, enfermedades recientes, uso de medicamentos, etc. (Ver Anexo 1).
- 4) Instruir y demostrar la prueba al trabajador: Corregir postura con cabeza elevada, inhalar completamente, posición de la boquilla y exhalar con máxima fuerza.
- 5) Desarrollar la maniobra: Tener al trabajador en la postura correcta, inhalar profundamente (la inhalación debe ser rápida y forzada).
- 6) Colocar la manguera en la boca, y sellar con los labios alrededor de la manguera, exhalar rápidamente y con toda la fuerza después de que los labios sellen alrededor de la manguera, repetir las instrucciones si es necesario, repetir con un mínimo de 3 maniobras correctas (cumpliendo los criterios de aceptación de la A.T.S.) y no más de 8.³⁷⁻⁴²

Volumen espiratorio forzado del primer segundo (FEV₁)= Es el volumen de aire exhalado en el primer segundo del desarrollo del FEV1 expresado en litros. Para medir el FEV1 requiere un equipo capaz de medir volúmenes de por lo menos 8 litros con un rango de seguridad de por lo menos 3% de lectura o 0.050L, lo que sea mayor.³⁷

En las enfermedades pulmonares obstructivas el FEV1 se reduce más en forma desproporcionada más que el FVC lo que resulta en una relación FEV₁/FVC menor del 70 – 80%. Esta relación disminuida es el criterio principal para diagnosticar una enfermedad obstructiva mediante la espirometría.

Se puede usar la siguiente escala para medir el grado de obstrucción usando la variable de FEV₁:⁴¹

FEV ₁	>80%	NORMAL
	65 – 80%	LEVE
	50 – 65%	MODERADO
	<50%	SEVERO

Previa a la realización de la espirometría, los sujetos contestaron un cuestionario que ayudo a valorar los síntomas y signos asociados a enfermedades pulmonares (Enfermedad Obstructivas Crónica EPOC, Asma, Alergias, etc.) que pudieran presentar los trabajadores; Así como los antecedentes de trabajos previos y la investigación del habito tabáquico. La idea de este cuestionario surgió desde 1978, en un documento titulado "Proyecto de Estandarización Epidemiológica". La meta del proyecto fue proporcionar las pautas para estudios epidemiológicos de esta índole.⁴³

En resumen se refería a cómo y a cuándo utilizar los cuestionarios estandarizados en síntomas respiratorios, las pruebas de la función pulmonar y las radiografías de tórax. Esta publicación era el resultado de muchos años del trabajo que habían sido iniciados por la Sociedad torácica americana (ATS).⁴⁴

Investigar los síntomas es de gran ayuda, ya que se ha visto que los trabajadores que presentan síntomas como tos, sibilancias y disnea, han tenido niveles bajos de FEV₁ en las pruebas de espirometría y este parámetro disminuye conforme la disnea se incrementa.⁴⁵

Con el propósito de mejorar la consistencia del Cuestionario Respiratorio, se aplicó en todos estos casos, auxiliado por personal de enfermería de la empresa, sobre quienes hubo controles de calidad de manera reiterada durante todo el

transcurso del estudio. El instrumento asimismo cumple de manera contundente con el rubro de validez aparente y de consenso.

La tercera herramienta de apoyo de evaluación pulmonar es la telerradiografía de tórax, la cual se define como: utilización de los rayos X para formar una imagen bidimensional del tórax con sus estructuras anatómicas (pulmones, corazón, grandes arterias, estructura ósea y el diafragma). Los rayos X son una forma de radiación electromagnética (como una luz), con una gran energía y por ello pueden penetrar a través del cuerpo humano y producir una imagen en una placa de fotografía. En este paso se modifican las radiaciones y por ello al pasar por estructuras densas como el hueso en la placa aparecerá un tono blanco, si atraviesa estructuras con aire aparece un tono negro. Entre ambas densidades pueden aparecer diferentes tonos de grises, dependiendo de la densidad de la estructura atravesada por los haces de rayos X.⁴⁰

Las radiografías deben tener una calidad de Buena a Aceptable para poder ser valorada: Partiendo de un modelo normal, se pueden comparar las variaciones que aparezcan para extraer datos para el diagnóstico de diferentes enfermedades, en donde de llegar a tener bronquitis u alguna otra enfermedad pulmonar se podrían apreciar las opacidades irregulares pequeñas, como se muestra en el resumen de la Clasificación Internacional de Radiografías de Neumoconiosis, de la OIT del 2000. 37

Dichas opacidades pequeñas irregulares pueden ser de varios tamaños, de manera que se les asignara una letra según su tamaño:

- " s " a aquellas que midan alrededor de 1.5 mm
- " f " a las que midan de 1.5 mm a 3 milímetros
- " u " a aquellas que excedan los 3 mm y no pasen los 10 milímetros.²¹⁻³⁸⁻³⁹

IX. DIAGNOSTICO DE BRONQUITIS INDUSTRIAL

El diagnóstico de bronquitis industrial entre los trabajadores expuestos, se hizo con base en los siguientes criterios:

1. Sin síntomas (tos, expectoración y/o disnea) y con alteraciones funcionales (FEV₁ menor al 80%) y con opacidades irregulares pequeñas en la radiografía de tórax (opacidades s-t-u)
2. Con síntomas y sin alteración funcional, con opacidades irregulares pequeñas en la radiografía de tórax.
3. Con síntomas y con alteración funcional y sin opacidades irregulares pequeñas en la tele radiografía de tórax.
4. Con síntomas y alteraciones funcionales y con opacidades irregulares pequeñas en la tele radiografía de tórax.

X. NORMAS ÉTICAS Y REGULATORIAS

X.1 Principios éticos

Este estudio cumplió con los principios fijados por la "Declaración de Helsinki" ⁴⁶, la cual determina las recomendaciones para orientar a los médicos que realizan investigaciones biomédicas que incluyen sujetos humanos adoptadas por la 18 Asamblea Médica de Helsinki, Finlandia, Junio 1964 y enmendadas por la 29 Asamblea Médica Mundial (Tokio, Japón, Octubre 1975), la 35 Asamblea Médica Mundial de Venecia, Italia (octubre 1983), y la 41 Asamblea Médica Mundial, Hong Kong (septiembre 1989), por la 48 Asamblea General (Somerset West, República de Sudáfrica, octubre 1996) y la 52 Asamblea Médica en Edimburgo 2000.

X.2 Leyes y regulaciones

El presente estudio también cumplió con el reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la Salud vigente en México.

XI. RESULTADOS

En su conjunto, los 260 sujetos estudiados contaban con edad promedio de 30.3 ± 5.4 . Hubo predominio de trabajadores del sexo masculino (86.9%) con edad promedio de 30.6 ± 3.5 años, la cual resultó estadísticamente diferente ($p = 0.04$) a la observada en el grupo de mujeres trabajadoras, cuyo promedio de edad fue de 28.58 ± 3.39 años.

Dentro de las características clínicas, radiológicas y de función respiratoria observadas en el Cuadro I, en términos de la sintomatología positiva asociada a la presencia de bronquitis industrial, 13% de los trabajadores que aceptaron ser fumadores refirieron al menos dos de los tres síntomas propuestos, mientras que en los no fumadores fue menor al 7%; el síntoma más señalado de la triada básica relacionada a la presencia de bronquitis industrial que se exploró, fue la expectoración, la cual fue referida en mayor proporción por los trabajadores que aceptaron ser fumadores, sin embargo, la distribución de trabajadores que presentaron sintomatología completa: tos, expectoración y disnea, no presentó diferencia significativa entre fumadores y no-fumadores.

La presencia combinada de aspectos clínicos, radiológicos y de función respiratoria, al menos dos de tres de estos, para configurar la presencia de bronquitis industrial en los trabajadores estudiados fue de solo el 9.6%. En el análisis de esta muestra en particular, no se evidenciaron diferencias proporcionales estadísticamente significativas entre trabajadores fumadores y no fumadores. El tabaquismo en esta población parece circunscribirse al grupo de trabajadores en estudio solo durante cierto período de la vida, (23 – 33 años de edad), y tiende a abandonarse después de los 34 años de edad (Fig. 5).

Cuadro I. Características clínicas, radiológica y funcional-respiratoria de trabajadores fumadores y no fumadores

		TABAQUISMO		p
		SI	NO	
Edad (±D.E.)	30.3±5.4	29.24±4.13	31.23±6.1	0.002 [§]
		n (%)	n (%)	
Sexo				
Masculino	226 (86.9)	106 (91.3)	120 (83.3)	0.053*
Femenino	34 (13.1)	10 (8.7)	24 (16.7)	
Sintomatología (+)	33 (12.7)	18 (15.5)	15 (10.4)	
Tos	10 (3.8)	3 (2.5)	7 (4.8)	0.34**
Expectoración	20 (7.7)	13 (11.2)	7 (4.8)	
Disnea	3 (1.2)	2 (1.7)	1 (0.7)	
Telerradiografía de tórax (+)	205 (78.8)	25 (21.5)	114 (79.1)	0.001*
FEV₁ anormales	6 (2.3)	5 (4.3)	1 (0.6)	0.051**
Relación Valor Predicho/Valor Obtenido	98.65±9.25	97.60±4.76	98.62±8.66	0.22 [§]
FEV ₁ Valores Mínimos	73.39±4.7	75.8±2.3	79.04±3.5	0.02 [§]
FEV ₁ Valores Máximos	129.17±5.0	121.2±3.3	122.6±1.3	0.01 [§]
Condiciones clínicas p/Bronquitis Industrial				
s/condiciones	47 (18.1)	20 (17.2)	27 (18.7)	0.52**
1 de 3	188 (72.3)	81 (69.8)	107 (74.3)	
2 de 3	24 (9.2)	14 (12.1)	10 (6.9)	
3 de 3	1 (0.4)	1 (0.9)	0 (0.0)	
Bronquitis Industrial				
SI	25 (9.6)	15 (12.9)	10 (6.9)	0.10*
NO	235 (90.4)	101 (87.1)	134 (93.1)	
Total de trabajadores	260	116 (44.6)	144 (55.4)	

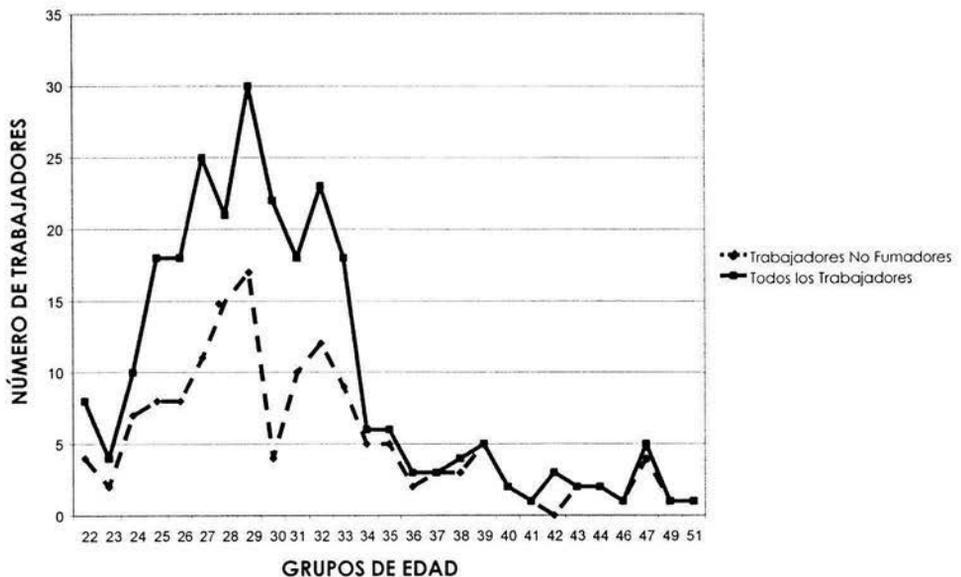
[§]Por prueba "t" de Student; *Por prueba de χ^2 ; **por prueba exacta de Fisher

La telerradiografía de tórax que presentaron imágenes consideradas como positivas para la entidad nosológica que estuvo bajo estudio se apreciaron en mayor proporción en trabajadores que no son fumadores, sin embargo la prueba de funcionamiento respiratorio fue mas sensible a la existencia de dicho hábito, ya que la proporción de trabajadores con FEV₁ que indicaban anomalías se

presentó mayoritariamente en aquellos que refirieron tabaquismo positivo, y como se esperaba, el promedio de los valores mínimos de esta prueba fue inferior de manera ostensible en trabajadores fumadores que en los no fumadores; no obstante, las pruebas de función respiratoria anormales únicamente se observaron en 2.3% de todos los trabajadores, mientras que las alteraciones de la telerradiografía de tórax se detectaron prácticamente en el 80% de ellos.

En términos generales, la incidencia acumulada de bronquitis industrial resulto en 9.6% de la población estudiada, y aunque esta entidad se determinó en 12.9% de los trabajadores que fuman en contraste con solo 6.9% de los trabajadores que no fuman, no se estableció diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.10$)

Fig. 5 Distribución de Grupos de Edad de Trabajadores Estudiados



Como se mencionó previamente, la expectoración fue el síntoma más mencionado por diferentes trabajadores, sin embargo, la tos, fue referida en

mayor número de años por dos trabajadores; asimismo, la disnea fue el síntoma menos referido: únicamente en tres trabajadores, 2 de ellos se refirieron como fumadores (Cuadro II).

Cuadro II. Sintomatología referida en cuatro sesiones de espirometría

Veces que se refirió el síntoma/sesión	TOS		EXPECTORACIÓN		DISNEA	
	NO FUMADORES	FUMADORES	NO FUMADORES	FUMADORES	NO FUMADORES	FUMADORES
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Nunca	137 (95.1)	112 (96.5)	137 (95.1)	103 (88.7)	143 (99.3)	114 (98.2)
1 de 4	4 (2.7)	4 (3.5)	6 (4.1)	11 (9.5)	---	1 (0.9)
2 de 4	1 (0.7)	---	1 (0.8)	1 (0.9)	1 (0.7)	1 (0.9)
3 de 4	1 (0.7)	---	---	1 (0.9)	---	---
4 de 4	1 (0.7)	---	---	---	---	---
Total	144	116	144	116	144	116

Como se observa en el Cuadro III, la edad de los trabajadores con bronquitis industrial no presentó diferencia estadísticamente significativa con aquellos en quienes se determinó la ausencia de esta entidad nosológica; en contraste, la incidencia acumulada de bronquitis industrial en trabajadores fue prácticamente cuatro veces más elevada que en trabajadoras. Al considerar a éstas trabajadoras como categoría basal, el riesgo relativo (RR) resultó en valor puntual de 3.6, pero los valores marginales del Intervalo de Confianza al 95% (IC

95%) involucran la unidad. Como se refirió previamente, la incidencia acumulada de bronquitis industrial en trabajadores que practican el tabaquismo es casi el doble (13%) que en aquellos que no lo practican (7%). Al considerar esta categoría de trabajadores como basal, el RR puntual para bronquitis industrial es de 1.8; de igual manera que el análisis anterior, el IC 95% involucra la unidad, por lo que el resultado no es estadísticamente significativo.

Cuadro III. Análisis de características demográficas y epidemiológicas generales entre trabajadores con Bronquitis Industrial y sin ella

		Bronquitis Industrial					p
		Con	Sin	RR	IC95%	χ^2_{MH}	
Edad	30.34±5.39 (rango: 22 – 51) n (%)	29.7±2.3 n (%)	30.41±3.0 n (%)				0.45
Sexo							
Masculino	226 (86.9)	24 (11.7)	202 (89.3)	3.6	0.50 – 25.8	2.0	0.16
Femenino	34 (13.1)	1 (3.0)	33 (97.0)	-----			
Tabaquismo							
Positivo	116 (44.6)	15 (13.0)	101 (87.0)	1.86	0.87 – 3.9	2.6	0.10
Negativo	144 (55.4)	10 (7.0)	134 (93.0)	-----			
Total de trabajadores	260	25 (9.6)	235 (90.4)				

Al estratificar por trabajadores fumadores y no fumadores la presencia de bronquitis industrial según el sexo (Cuadro IV), la amplia diferencia del RR ajustado identificado en trabajadores hombres que fuman (3.6) con el RR crudo que se observó en el Cuadro III (1.45) pone en evidencia el potente efecto

confusor del tabaquismo que debe de considerarse al hablar en términos de causalidad de la bronquitis industrial. De no haberse analizado de esta manera, el resultado del RR crudo estaría sobreestimando la asociación del sexo masculino con la presencia de bronquitis industrial.

Cuadro IV. Bronquitis industrial estratificada de acuerdo a la práctica de tabaquismo y por hombres y mujeres

Categorías de exposición	TABAQUISMO NEGATIVO						TABAQUISMO POSITIVO					
	BRONQUITIS INDUSTRIAL		RR*	IC95%	χ^2_{MH}	p	BRONQUITIS INDUSTRIAL		RR*	IC95%	χ^2_{MH}	p
	SI	NO					SI	NO				
Hombres	10	110	11.4	1.5-86.7	9.1	0.002	14	92	1.45	0.21-10.0	0.15	0.7
Mujeres	0	124	---				1	10	---			
Total	10	134					15	102				

*RR ajustado

De acuerdo a lo observado en el Cuadro V, el 63% de los trabajadores estaban expuestos a AGM/celulosa (162/260); 16.5% únicamente a Celulosa (43/260) y 21.2% no estaban expuestos (55/260). No se pudo identificar relación dosis-respuesta de estas categorías de exposición con presencia de bronquitis industrial en este grupo de trabajadores, aun conformando la categoría que resulta de la compactación de los expuestos a AGM/Celulosa y de los únicamente expuestos a Celulosa (AGM/Celulosa + Solo a Celulosa).

Cuadro V. Relación Dosis-Respuesta por categorías de exposición y presencia de bronquitis industrial en los trabajadores estudiados

Categoría de Exposición	BRONQUITIS INDUSTRIAL		RR	IC al 95 %	χ^2_{MII}	p
	Con n (%)	Sin n (%)				
AGM/Celulosa	15 (9.2)	147 (90.8)	0.85	0.35-2.08	0.13	0.72
Solo a Celulosa	4 (9.3)	39 (90.7)	0.85	0.26-2.83	0.07	0.79
AGM/Celulosa + Solo a Celulosa	19 (9.3)	186 (90.7)	0.85	0.36-2.02	0.13	0.71
No expuesto ni a AGM/celulosa ni a celulosa	6 (10.9)	49 (89.1)	----	----	----	----
Total	25	235				

Al estratificar por trabajadores que son fumadores y no fumadores (Cuadro VI), y agregar la categoría de exposición ocasional a AGM/Celulosa, parece constituirse, aunque de manera no muy estricta, una relación dosis-respuesta en el grupo con tabaquismo negativo al menos en los valores puntuales del RR. Aun así, estos resultados parecen estar más inclinados a la exposición de Celulosa que al AGM.

Cuadro VI. Bronquitis industrial por categorías de exposición a tipo de polvos y estratificada de acuerdo a la práctica de tabaquismo

CATEGORÍAS DE EXPOSICIÓN	TABAQUISMO NEGATIVO						TABAQUISMO POSITIVO					
	BRONQUITIS INDUSTRIAL		RR	IC95%	χ^2_{MH}	p	BRONQUITIS INDUSTRIAL		RR	IC95%	χ^2_{MH}	p
	SI n (%)	NO n (%)					SI n (%)	NO n (%)				
AGM/Celulosa	5 (6.4)	73 (93.6)	0.96	0.24-3.84	0.00	0.95	10 (11.9)	74 (88.1)	0.40	0.13-1.21	2.43	0.11
Solo a Celulosa	2 (9.5)	19 (90.6)	1.43	0.26-7.92	0.16	0.68	2 (9.0)	20 (91.0)	0.30	0.06-1.54	2.21	0.13
AGM/Celulosa + Solo a Celulosa	7 (7.0)	92 (93.0)	1.06	0.29-3.91	0.01	0.92	12 (11.3)	94 (88.6)	0.38	0.13-1.12	2.81	0.09
Ocasional a AGM/Celulosa	1 (2.6)	38 (97.4)	0.38	0.04-3.55	0.77	0.38	0 (0.0)	2 (100)	0.75	0.11-4.9	0.09	0.76
No expuesto a estos polvos	3 (33.3)	42 (66.7)	---	---	---	---	3 (37.5)	7 (62.5)	---	---	---	---
Total	10 (6.9)	134 (93.1)					15 (12.9)	101 (87.1)				

XII. DISCUSIÓN

El estudio se desarrolló sobre una población trabajadora mayoritariamente del sexo masculino, hecho que es común en México donde la participación de la mujer como parte formal de la fuerza de trabajo aun es limitada debido a factores probablemente ligados al género. Independientemente de ello, fue posible detectar la presencia de la práctica de tabaquismo en proporción relevante, tanto en hombres como en mujeres, lo que concuerda con estudios enfocados en ese sentido.

La sintomatología positiva de índole respiratorio que se refirió en las sesiones de espirometría a la que estuvieron sujetos los trabajadores bajo estudio, fue en pequeña proporción cuando la tríada tos-expectoración-disnea se presentó de forma completa, sin embargo, la presencia aislada de cualquiera de estos componentes clínicos no deberá de ser establecida como condición excluyente para profundizar el estudio de una eventual presencia de bronquitis crónica.

Desafortunadamente no fue posible realizar un análisis de tendencia de los resultados espirométricos de cada trabajador, ya que puede haber pérdida excesiva del FEV₁ a través del tiempo, misma que no es captada a través del porcentaje de normalidad al compararse el valor medido con el valor calculado debido a que existen trabajadores que inician sus actividades laborales con excelente capacidad pulmonar, con valores de FEV₁ y FVC muy por encima de los establecidos como normales para su edad, sexo, estatura y raza. Pese a que la proporción de FEV₁ menor al 80%, identificada en los trabajadores en estudio fue evidentemente baja, los valores mínimos y máximos de las diferentes espirometrías parecieron estar determinados por la presencia o no de tabaquismo.

En contraste con las dos condiciones anteriores—la sintomatología positiva y los FEV₁ anormales—una considerable proporción de trabajadores presentaron opacidades **s-f-u** en la telerradiografía de tórax, sin embargo, es

posible que en ello participen factores ambientales, como el hecho de que la planta donde se realizó el estudio se localiza dentro de la Ciudad de México, cuyos índices de exposición ambiental a material particulado y a muchos otros contaminantes pudieran explicar este hallazgo. En virtud de ello, la telerradiografía de tórax pareció constituirse como el medio menos sensible para el diagnóstico de bronquitis industrial en este particular grupo de estudio.

En suma, la presencia combinada de las tres condiciones determinantes para el diagnóstico de bronquitis industrial—síntomatología positiva, FEV₁ anormal y telerradiografía de tórax con presencia de imágenes positivas para opacidades **s-f-u**—fue relativamente bajo. De cualquier manera, debe de considerarse la posibilidad que el período estudiado no haya sido lo suficientemente prolongado como para que las alteraciones de tipo bronquítico se pudieran manifestar desde el punto de vista clínico y funcional respiratorio a través de las mediciones por espirometría.

La interacción entre exposición ocupacional a tóxicos respiratorios y tabaquismo en la génesis de la bronquitis industrial no es un concepto nuevo, del mismo modo, se sabe que esta covariable es difícil de aislar exitosamente del efecto de la exposición y su importancia radica en que actúa sinergizándose a la exposición, de manera que ello incrementa el riesgo para el desarrollo de una enfermedad pulmonar.¹ En este sentido, varios estudios han mostrado que el efecto promedio de los polvos son equivalentes en aproximadamente un tercio a un quinto de aquellos producidos por el humo de cigarro.³⁴

En concordancia con lo que se menciona anteriormente, en el grupo de trabajadores estudiados la práctica de tabaquismo se identificó en prácticamente 45% de ellos, y se encontraron evidencias que indicaron que el tabaquismo participa en la génesis de los efectos que se identificaron en la función respiratoria y en la telerradiografía de tórax, aunque no en la sintomatología referida por los trabajadores. Por otro lado, es posible que esta práctica disminuya después de los 34 años de edad

La edad en la que se presentó la bronquitis industrial en la muestra estudiada fue alrededor de la tercera a cuarta década de la vida, hecho que contrasta con el conocimiento de que esta entidad se presenta en grupos de edad más avanzados.

El sexo masculino parecería estar más asociado con la presencia de bronquitis crónica; sin embargo, como se señaló previamente, el tabaquismo es un factor confusor de extraordinario poder que se hizo evidente en este estudio. Este mismo factor pareció determinar la relación dosis respuesta en cuanto a la presencia de bronquitis industrial y la exposición en diversas categorías del poliacrilato de sodio, aunque esta fue muy endeble entre los trabajadores que no son fumadores y prácticamente inexistente entre los trabajadores fumadores.

En razón de lo anterior, e independientemente del tamaño limitado de la muestra disponible para desarrollar el estudio, no existieron las evidencias suficientes para demostrar asociación entre la exposición a concentraciones bajas de poliacrilato de sodio de trabajadores de una fábrica de pañales y toallas femeninas—con la interacción o no de partículas de polvo de celulosa—y presencia de bronquitis industrial. Sin embargo, ello no debe impedir la profundización del estudio sobre los efectos a la salud en forma de bronquitis industrial que eventualmente podrían ser provocados por la exposición a poliacrilato de sodio, con la interacción o no de celulosa.

Es importante considerar las propuestas de Rappaport²⁰ en relación a mejorar la estrategia de muestreo, para evitar desviaciones y para incluir aspectos no solo de exposición como tal sino de conceptos tales como: "carga de la exposición", "daño" y "riesgo". Sin embargo, el autor está de acuerdo en continuar utilizando el modelo de distribución logarítmica normal, que es el que se ha utilizado en las mediciones ambientales de las que se tomó la información para el presente trabajo.

En futuros estudios se debe considerar la fibrosis como otro posible efecto de la exposición a poliacrilato de sodio. Como se demuestra en la figura 1. Sin embargo hay que tener en cuenta como se reseña en dicha figura, que la fibrosis solo se produce después de haber desencadenado los mecanismos relacionados con la respuesta inflamatoria crónica. Por otro lado no se puede esperar ningún efecto tumoragénico en humanos, dado que este efecto solo ha sido demostrado en ratas, adicionalmente los mecanismo propuestos para la formación de tumores se despliegan solo y solo si hay una respuesta inflamatoria crónica previa en el tejido involucrado.

XIII. CONCLUSIONES

Se realizaron dos análisis de las poblaciones que forman parte del estudio, una que incluyó fumadores y otra que los excluyó. Se manejaron 4 niveles de exposición de la siguiente manera: no expuestos; expuestos a AGM/ celulosa; expuestos a celulosa y expuestos ocasionalmente a AGM y celulosa, finalmente las poblaciones de no expuesto y expuestos ocasionalmente a celulosa y poliacrilato se juntaron en una sola población, ya que no tuvo sentido el mantenerlas separadas. El total de la población incluyendo a fumadores fue de 260 trabajadores y excluyendo a fumadores fue de 144 empleados. En el análisis se tomo como caso positivo para bronquitis industrial a aquellos trabajadores que tuvieran 2 de 3 de las siguientes circunstancias positivas: telerradiografía de tórax positiva para opacidades **s-t-u** de acuerdo a la Clasificación de la **OIT** del 2000; haber tenido cuando menos una espirometría con FEV₁ por abajo del 80%, utilizando los valores normales de Hankinson 1997 para población hispana (principalmente formada por mexicanos viviendo en los Estados Unidos de América. Además todas las espirometría cumplían con los criterios de calidad de la ATS de 1995. Y finalmente tener cuando menos uno de los datos clínicos de: tos, expectoración y/o disnea.

No se encontró sesgo por edad. Los resultados para las diversas edades al distribuirlos por grupos de edades y comparar entre casos y no casos. Entre el grupo de no fumadores, la mayor parte de los casos con Bronquitis se encontró entre los hombres que contribuyen con el 100 % de los casos. Hay un Riesgo Relativo muy alto de 3.6 de mayor presencia de Bronquitis entre los hombres con respecto a las mujeres, con Intervalo de Confianza (IC) del 95 %, sin embargo, el rango resultante entre límite inferior y superior es muy amplio, por lo que no es significativo. Sobre todo porque el límite inferior es <1, es decir, va de 0.50472 a 25.829.

El tamaño de la muestra también tiene influencia en este estudio, son pocos trabajadores, por lo que dificulta el análisis, por ejemplo salen intervalos de

confianza muy altos y en algunas variables como las mujeres que fuman y que tienen Bronquitis, el dato es cero. Una muestra con mayor número de trabajadores nos permitiría encontrar diferencias estadísticamente significativas con mayor facilidad. Se justifica el hecho de tener una muestra con pocos elementos, debido a que se consideraron todos los trabajadores de la planta que cumplían con los criterios de inclusión.

El estudio indiscutiblemente cuenta con limitaciones tales como: el tamaño de la muestra (error tipo II), probablemente poco tiempo de exposición para desarrollar la enfermedad, y pese a no encontrarse asociación de bronquitis industrial con exposición a niveles bajos de poliacrilato de sodio, concluimos que se requieren más estudios que puedan demostrar dichos hallazgos. La evaluación de la espirometría utilizando la relación FEV_1/FVC para evaluar obstrucción pulmonar en lugar del FEV_1 , y en caso de utilizar el FEV_1 , entonces habría que considerar el método de cálculo del límite inferior en lugar de solo calcular el 80 % del valor medido contra el calculado para evaluar normalidad, es también una limitante que se adiciona.

El sexo, edad y tabaquismo son factores que en apariencia no interactúan ni parecen sinergizar para el desarrollo de bronquitis industrial en los trabajadores que estuvieron sujetos a estudio. Aunque la aparición de la bronquitis industrial en el grupo estudiado fue en edades más tempranas, ello no se constituye en argumento sólido que hable de cambios ostensibles en el comportamiento epidemiológico de este padecimiento.

La práctica del tabaquismo es un potente confusor a considerar, en términos de causalidad de la bronquitis industrial. El no tomar en cuenta el análisis de esta covariable puede llevar a la sobreestimación de otros factores; en los trabajadores sujetos a estudio, la asociación del sexo masculino con este padecimiento estaba sobrestimada; al considerar la práctica de tabaquismo, el factor sexo adoptó su justa dimensión.

La exposición de trabajadores a concentraciones bajas de poliacrilato de sodio no se asocia a bronquitis industrial. Para demostrar de forma definitiva la asociación de exposición a concentraciones bajas de polvo de poliacrilato de sodio y presencia de bronquitis industrial se requiere de más estudios.

XIV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rom, William N. The discipline of environmental and Occupational Medicine. Environmental and Occupational Medicine. Editorial Lipincot/Raver. 3a. ed. 1998. p. 3.
2. PRIMER DIAGNOSTICO NACIONAL DE SALUD AMBIENTAL Y OCUPACIONAL
URL:www.ssa.gov.mx/unidades/dirgsa/downloads/dxnal/DxPM3.pdf
3. Ramazzini B; Traducción: Araujo Alvarez JM. Prólogo del traductor de la obra al italiano. En: Las Enfermedades de los Trabajadores "De morbis artificum diatriba". Grupo Editorial Miguel Angel Porrúa, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, PROFEDET. 1º Edición,2000, Pp: 13-49
4. Bohórquez L.A. Salud en el Trabajo. En: Conferencia Interamericana de Seguridad Social. Secretaría General. Serie Estudios 1ª edición, 1999
5. Ley Federal del Trabajo. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. 12ª Edición, México.1996.
6. Martínez G.C; Rego F.G. Enfermedades respiratorias de origen ocupacional. En: Arch Bronconeumol 2000; 36. Pp: 631-644.
7. Borrell, M. Capítulo III, Del Seguro de Riesgos de trabajo, Sección Primera. En: Ley del Seguro Social. Editorial SISTA. 2002. Pp: 18-20
8. Balmes J. Section II, clinical and epidemiologic methods. En: Occupational and Environmental Respiratory Disease, Editorial Mosby 1996. P. 13.
9. Frumkin, H. Carcinogens. En: Occupational Health Recognizing y Preventing Work Related Disease. 3º Ed. 1995. P. 287

10. Instituto Mexicano del Seguro Social

URL: <http://www.stps.gob.mx/312/estadisticas/1999/tabla11.htm>

11. URL: <http://www.gara.net/orriak/P29092003/art54837.htm>

12. URL: <http://www.methodisthealth.com/spanish/respiratory/occupat.htm>

13. Memoria Estadística IMSS

URL:<http://www.imss.gob.mx/nr/IMSS/ventunica/memoria2001/Capitulo%20VI.html>

14. Marek, K. Zedje, J. Chronic Obstructive Pulmonary Disease. En: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Vol.1 Cap 10, Oficina Internacional del Trabajo. 4a Edición. 1998.

Pp: 10.1-10.97

15. Martínez G.C; Rego F.G. Enfermedades respiratorias de origen ocupacional. En: Arch Bronconeumol 2000; 36. Pp: 631-644.

16. Enfermedades Respiratorias Ocupacionales

URL:http://www.msd.es/publicaciones/mmerck_hogar/seccion_04/seccion_04_038.html

17. Ernst D. Becklake MR. La Bronchite Chronique Industrielle et les programmes de Surveillance medicale. En : Union-Med-Nac 1992,12 (1): Pp: 5-6, 18-20.

18. NOM-010-STPS-1999, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de Trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.

19. Commission for the Investigation of Health Hazards of Chemical Compounds in the Work Area. En: List of MAK and BAT Values 2000. Report No.36. Wiley-VCH. Germany, 2000.

20. Rapaport, SM. Assessment of lung term exposure to toxic substances in air. *Ann Occ Hyg*, 1991; 35(1):61-121
21. Maldonado TL, Méndez VMM. Capítulo 8, Bronquitis industrial. En: *Enfermedades broncopulmonares de Trabajo*. Ed. Auroch. México. 1a. edición. México 1999. Pp: 115-123.
24. Harber P, Shencker M, Balmes J. Chapter 16, Chronic Obstructive Pulmonary Disease. En: *Occupational and Environmental Disease*, Editorial Mosby 1996. Pp: 228-242.
25. Kilburn K.H. Chronic bronchitis and emphysema. Pp: 503-529
26. Thorens B. La bronchite industrielle. En : *Schwieis - Rundsch - Med - Prax* 1991, 80(18) Pp:496-501.
27. Raymond, P.W. Chapter 10, Bronchitis, airways' obstruction and occupation. En: *Occupational lung diseases*. Editorial Butterworth Heinemann, 1994. Pp: 238-252
28. Ryon DLS, Rom WN. Enfermedades causadas por irritantes respiratorios y productos químicos tóxicos. En: *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Cap.10, Tomo I. Oficina Internacional del Trabajo. 4a edición. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. Subdirección General de Publicaciones. Madrid, España. 1998.
29. Driscoll K.E. Role of inflammation in the development of rat lung tumors in response to chronic particle exposure, en: Mauderly J, Mc Curney. En: *Particle overload in the rat lung and lung cancer: Implications for human risk assessment*. Taylor and Francis, U.S.A, 1996. Pp: 139-153

30. Harber P, Shencker M, Balmes J. Chapter 22, Nonfibrous Inorganic Dust. En: Occupational and Environmental Disease, Editorial Mosby 1996. Pp: 345-361

31. Mauderly J.L. Lung overload: The dilemma and opportunities for resolution. En: Particle overload in the rat lung and lung cancer: Implications for human risk assessment. Taylor and Francis, U.S.A, 1996. Pp: 1-28

32. Oberdorster G. Lung particle overload: Implications for occupational exposures to Particles. En: Regul-Toxicol-Pharmacol 1995, 21(1). Pp: 123-135.

33. Pepelko, WE. Evaluation of the carcinogenic risk of biochemically inert insoluble particles by the epa using rat inhalation data. En: Particle Overload in the Rat Lung and Lung Cancer, Implications for Human Risk Assessment. Taylor and Francis, U.S.A, 1996. Pp: 169-180

34. Chen, C.H.; Oberdörster, G. Selection of models for assessing dose-response relationships for particle-induced lung cancer. En: Particle Overload in the Rat Lung and Lung Cancer, Implications for Human Risk Assessment. Taylor and Francis, U.S.A, 1996. Pp: 259-278

35. Institute for Polyacrylate Absorbents, Inc., European Disposables and Nonwovens Association. Safe handling of polyacrylate dust. October 1997

36. Benefits of Superabsorbent Material.

URL: <http://www.superabsorbents.com/benefit.html>

37. American Thoracic Society. Standardization of spirometry 1994. En: Am Rev Respir Dis. 1994; 152. Pp: 1108-1995.

38. Lesage, M. Sistema Respiratorio. ILO International Classification of radiographs of pneumoconiosis. En: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Vol.1 Cap 10, Oficina Internacional del Trabajo. 4a Edición. 1998. 36. American Thoracic

Society. Standardization of spirometry 1994. En: Am Rev Respir Dis. 1994; 152. Pp: 1108-1995.

39. McLoud T.C. Occupational lung disease. Radiologic Clinics of North América.1991; 29 (5): Pp: 931-941

40. Técnicas Radiograficas

URL: http://www.tuotromedico.com/temas/rx_torax.htm

41. Lum E; Gross T. Interpretation of pulmonary function tests. Virtual hospital. The apprentice's assistant. University of Iowa. 1999.

42. Ulfvarson U, Dahlqvist M. Examen de la función pulmonar. En: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Cap 10, Tomo I. Oficina Internacional del Trabajo. 4a Edición. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, Madrid España, 1998.

43. Ferris BG Epidemiology Standardization Project (American Thoracic Society). Am Rev Respir Dis. 1978 Dec;118(6 Pt 2):1-120.

44. Cuestionario Respiratorio

URL: <http://www.cdc.gov/niosh/atwww.html>

URL: <http://www.cdc.gov/niosh/atspage.html>

45. Osterman, J. Brochu, D. Therault, G. Greaves, I. Evaluation of the ATS Respiratory Diseases Questionnaire Among French-Speaking Silicon Carbide Workers. Canadian Journal Of Public Health, Vol. 81, January/February 1990.

46. WHO. "Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects" adopted by the 18 th WMA General Assembly Helsinki, Finland June 1964.

47. Dockery DW, Pope CA III, Xu X, Spengler JD, Ware JH, Fay ME, et al: An association between Air Pollution and Mortality in Six U.S. Cities. En: N Engl J Med 329: 1993. Pp:1753-1759.

48 .Griffith D.E, Levin J.L. Occupational bronchitis. Chapter 6. Pp: 63-75

49. Mecanismos de lesión pulmonar por la inhalación de sustancias, Enfermedades causadas por químicos irritantes y tóxicos. En: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Vol.1 Cap. 10, Oficina Internacional del Trabajo. 4a Edición. 1998. Pp: 10.1-10.97

ANEXO 1

CUESTIONARIO RESPIRATORIO

Por favor proporcione información acerca de su salud respiratoria, contestando las preguntas enlistadas abajo. Si usted no entiende alguna pregunta, pídale a la enfermera que realiza su prueba de función respiratoria que le explique. Las preguntas en los recuadros deben ser contestados por todos los empleados. Las preguntas debajo de los recuadros deben ser contestadas si se requiere.

Nombre: _____
No. Seguridad Social: _____

Fecha: _____

1. ¿Tose usted por ciertos períodos de la mañana, día o noche?
 NO. Si "NO" vaya a la pregunta 2
 SI. Si es afirmativo, por favor conteste las preguntas 1ª y 1b.

1ª. ¿Tose la mayoría de los días, al menos tres veces al año?
 NO
 SI

1b. ¿Por cuántos años ha tenido esta tos?

_____ Años

2. ¿Tiene flema frecuente, durante la mañana, día o noche?
 NO. Si "NO" vaya a la pregunta 3.
 SI. Si es afirmativo, por favor conteste las preguntas 2ª y 2b

2ª. ¿Tiene flema la mayoría de los días al menos por tres meses al año?
 NO
 SI

2b. ¿Por cuántos años ha tenido flema?

_____ Años

3. ¿Ha sentido opresión torácica o dificultad respiratoria?
 NO. Si "NO" vaya a la pregunta 4.
 SI

4. ¿Le falta el aire cuando camina rápido o sube escalones?

- NO. Si "NO" vaya a la pregunta 5.
 SI. Si es afirmativo, por favor conteste las preguntas 4ª ---- 4c

4ª ¿Siente que le falta el aire cuando un piso comparado con gente de su edad?

- NO.
 SI.

4b. ¿Tiene que parar para respirar cuando sube un piso a su propio paso?

- NO.
 SI

4c. ¿ Le falta el aire cuando se baña o viste?

- NO.
 SI.

5. ¿Emite algún sonido al respirar?

- NO
 SI. Si es afirmativo, por favor conteste la pregunta 5ª.

5ª ¿Por cuántos años ha sentido ruido al respirar?

_____ Años

6. ¿Padece o padeció usted de asma?

- NO. Si "NO" vaya a la pregunta 6.
 SI. Si es afirmativo, por favor conteste la pregunta 6ª y 6b

6ª. ¿Qué edad tenía cuando le inició el asma?

_____ Años

6b ¿Cuántos años tenía cuando comenzó con su asma?

_____ Años

6c. ¿Toma algún medicamento para el asma?

- NO.
 SI.

7. ¿Tiene otras alergias aparte de alergias a fármacos?

- NO. Si "NO", vaya a la pregunta 8.
 SI. Si es afirmativo conteste las preguntas 7ª y 7b.

7ª. ¿Alguna vez se ha realizado prueba de alergia cutánea (prick test)?

- NO.
 SI.

Si es afirmativo:

7b. ¿ Dónde salió positiva su prueba cutánea para alergias?

- NO.
 SI.

8. ¿Ha tenido alguna vez neumonía? NO. SI.
Tuberculosis? NO. SI.
Enfermedades cardíacas? NO. SI.
Cirugía torácica? NO. SI.

9. ¿Algún médico le ha dicho que hubiera alguna anomalía en su Rx. de tórax?
 NO. Si "NO", vaya a la pregunta 10.
 SI. Si es afirmativo, por favor conteste la pregunta 9ª.

9ª. ¿Cuándo le dijo el doctor que había alguna anomalía en su tele de tórax?

_____/_____/20_____
MES DIA AÑO

(Si no conoce el día exacto, por favor proporcione el mes y año, o solamente el año)

10. ¿Ha trabajado alguna vez, o trabaja ahora con químicos irritantes o gases?
 NO. Si "NO", vaya a la pregunta 11.
 SI. ----¿Por cuántos años? _____Años.

10ª. ¿Siente que los materiales con los que trabaja a su alrededor afectan su respiración?
 NO.
 SI. ¿Qué son?

11. ¿Ha trabajado alguna vez, o trabaja cerca de polvos, humos, pasto o químicos?
 NO. Si "NO", vaya a la pregunta 12.
 SI
Si es afirmativo, por favor conteste las preguntas 11ª-----11d.

11ª. ¿Ha trabajado alguna vez, o trabaja ahora en una fundición, mina o canteras?
 NO
 SI. -----¿Por cuántos años? _____Años

11b. ¿Ha trabajado alguna vez, o trabaja ahora con chorro de arena?
 NO
 SI. -----¿Por cuántos años? _____Años

11c. ¿Ha trabajado alguna vez, o trabaja ahora con asbestos?
 NO
 SI. ----¿Por cuántos años? _____Años

11d. ¿Ha trabajado alguna vez, o trabaja ahora en una fábrica textil que produzca polvo de algodón?
 NO
 SI. -----¿Por cuántos años? _____Años

12. ¿Durante los pasados 6 meses, ha tenido nariz acuosa, picazón o dolor nasal durante el trabajo?
[] NO. Si "NO", vaya a la pregunta 13.
[] SI. Si es afirmativo, por favor conteste las preguntas 12º, y 12 b.

12º. ¿Cuándo no está en el trabajo, estos síntomas nasales?
[] Permanecen igual
[] Mejoran
[] Empeoran

12b. ¿Qué tan seguido tiene estos síntomas nasales? ¿Duración en tiempo de los síntomas?
[] Diario
[] Varias veces a la semana
[] Una vez a la semana
[] Menos de una vez a la semana

13. ¿Durante el mes pasado, ha tenido picazón o dolor en la garganta mientras trabaja?
[] NO. Si "NO", vaya a la pregunta 13.
[] SI. Si es afirmativo, por favor conteste las preguntas 13º, y 13 b.

13º. Cuando no está en el trabajo, estos síntomas de la garganta:
[] Permanecen igual
[] Mejoran
[] Empeoran

13b. ¿Qué tan seguido tiene estos problemas de la garganta?
[] Diario
[] Varias veces a la semana
[] Una vez a la semana
[] Menos de una vez a la semana

14. ¿Durante el mes pasado, ha tenido estornudos frecuentes mientras trabaja?
[] NO. Si "NO", vaya a la pregunta 15.
[] SI. Si es afirmativo, por favor conteste las preguntas 14º, y 14 b.

14º. Cuando no está en el trabajo, sus estornudos:
[] Permanecen igual
[] Mejoran
[] Empeoran

14b. ¿Qué tan frecuente tiene problemas de estornudo?
[] Diario
[] Varias veces a la semana
[] Una vez a la semana
[] Menos de una vez a la semana

15. ¿Durante el mes pasado, ha tenido picazón, ardor o lagrimeo ocular mientras trabaja?

NO. Si "NO", vaya a la pregunta 16.

SI. Si es afirmativo, por favor conteste las preguntas 15ª, y 15 b.

15ª. Cuando no está en su trabajo estos síntomas oculares:

Permanecen igual

Mejoran

Empeoran

15b. ¿Qué tan seguido tiene estos síntomas oculares? ¿Tratamiento para fiebre del heno?

Diario

Varias veces a la semana

Una vez a la semana

Menos de una vez a la semana

USTED ES.....	Si usted fuma actualmente		Si es ex fumador	
	¿A qué edad comenzó?	¿Cuántos al día?	¿A qué edad terminó?	¿Lo dejó dentro de los últimos 12 meses?
¿Fumador de cigarrillos? <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> Ex -fumador <input type="checkbox"/> Actual	_____ Años	_____ cigarrillos/día	_____ Años	<input type="checkbox"/> No. Lo dejé hace más de un año <input type="checkbox"/> Si. Lo dejé durante los últimos 12 meses
¿Fumador de pipa? <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> Ex -fumador <input type="checkbox"/> Actual	_____ Años	_____ onzas/día	_____ Años	<input type="checkbox"/> No. Lo dejé hace más de un año <input type="checkbox"/> Si. Lo dejé durante los últimos 12 meses
¿Fumador de tabacos? <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> Ex -fumador <input type="checkbox"/> Actual	_____ Años	_____ cigarros/día	_____ Años	<input type="checkbox"/> No. Lo dejé hace más de un año <input type="checkbox"/> Si. Lo dejé durante los últimos 12 meses
¿Masticador (no fumador) de tabaco? <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> Ex -fumador <input type="checkbox"/> Actual	_____ Años	_____ onzas/día	_____ Años	<input type="checkbox"/> No. Lo dejé hace más de un año <input type="checkbox"/> Si. Lo dejé durante los últimos 12 meses
¿Ha inhalado ud. tabaco? <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> Ex -fumador <input type="checkbox"/> Actual	_____ Años	_____ onzas/día	_____ Años	<input type="checkbox"/> No. Lo dejé hace más de un año <input type="checkbox"/> Si. Lo dejé durante los últimos 12 meses

ANEXO 2

LISTA DE VERIFICACIÓN PREVIA A LA ESPIROMETRÍA

1. ¿Usa dentadura postiza?	No Sí	No Sí	No Sí	No Sí	No Sí
2. ¿Ha usado un Medicamento para respirar en las últimas 48 hrs? Nombre del medicamento:	No Sí	No Sí	No Sí	No Sí	No Sí
3. ¿Ha tenido resfriado o gripe en las últimas 3 semanas? ¿Aún la tiene?	No Sí	No Sí	No Sí	No Sí	No Sí
4. ¿Frecuentemente se mareo o aturde?	No Sí	No Sí	No Sí	No Sí	No Sí
5. ¿Alguna vez ha experimentado problemas al someterse a la prueba PFT (espirometría)? ¿Cuál fue?	No Sí	No Sí	No Sí	No Sí	No Sí
6. ¿Está usted embarazada?	No Sí	No Sí	No Sí	No Sí	No Sí
7. ¿Se ha sometido a alguna cirugía en los últimos 3 meses? (tórax, cabeza, ojos, oído, dentadura?)	No Sí	No Sí	No Sí	No Sí	No Sí
8. ¿Ha experimentado cualquiera de lo siguiente.?	No Sí	No Sí	No Sí	No Sí	No Sí
-Presión sanguínea alta (se le sube la presión)					
-Dolor de pecho de Ataque al Corazón (¿ha sentido opresión en el pecho?).					
-Enfermedad del Corazón					
-Diabetes					
-Incontinencia (intestinos –vesical) ¿Tiene dificultad para poder controlar su deseo para orinar u obrar?					
-Alteración Vascular (várices, hemorroides, etc)					
-Apoplejía (embolia)					
-Lesión severa de la Cabeza					
-Hernia (s)					
-Alteraciones o enfermedades que afecten la respiración.					
-Tuberculosis					
9. ¿Tiene alguna condición médica que pueda agravarse al hacer una inhalación profunda de aire y exhalarlo tan fuerte y rápido como pueda?	No Sí	No Sí	No Sí	No Sí	No Sí
Firma del empleado:					
Firma e iniciales de la Enfermera o el Médico que Revisa éste cuestionario:					

ANEXO 3

RESUMEN DE LA CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL DE RADIOGRAFÍAS DE NEUMOCONIOSIS, CORTA (ABREVIADA), DE LA OIT, DE 2000

Tomado de González Z.,A., Maldonado T.,L.; Méndez V.M.M, Vélez Zamora, N.M., 1983.

Calidad Técnica de la radiografía	Sin neumoconiosis	Con neumoconiosis
		Opacidades
		Pequeñas Grandes
	Símbolos principales	
		Redondeadas Irregulares
1 2 3	4 0	1 2 3 1 2 3
		Par par par stu stu stu A B C
	Símbolos adicionales	
Ax bu ca cn co cp cv di ef	Em es fr hi ho id ih	Kl od pc pi pt px rp tb

Símbolos adicionales

- Ax** – reunión de opacidades neumoconióticas pequeñas.
- Bu** – bula(s)
- Ca** – cáncer del pulmón o de la pleura
- Cn** – calcificación de opacidades neumoconióticas pequeñas
- Co** – anomalías del tamaño o forma cardíaca
- Cp** – cor pulmonale
- Cv** – cavidad
- Di** – distorsión acentuada de órganos intratorácicos
- Ef** – derrame pleural
- Em** – enfisema acentuado
- Es** – calcificación "en cascarón de huevo" de los ganglios hiliares o mediastinales
- Fr** – fractura(s) de costilla(s).
- Hi** – crecimiento de los ganglios linfáticos hiliares o mediastinales.
- Ho** – pulmón "en panal de abejas".
- If** – diafragma mal definido (más de un tercio de él).
- Ih** – silueta cardíaca mal definida (más de un tercio del lado izquierdo)
- Kl** – líneas septales(B de Kerley)
- Od** – otra anomalía significativa.
- Pc** – calcificación pleural
- Pi** – engrosamiento pleural de la cisura interior o del mediastino.
- Pt** – engrosamiento pleural
- Px** – neumotórax
- Rp** – neumoconiosis reumatoidea (síndrome de Caplan)
- Tb** – tuberculosis (no del complejo primario calcificado u otros procesos granulomatosos como coccidioidomicosis o histoplasmosis).

ANEXO 4

DECLARACIÓN DE HELSINKI, FINLANDIA, ENMENDADA EN TOKIO JAPÓN, VENECIA ITALIA, HONG KONG, REPÚBLICA DE SUDÁFRICA Y REVISADA EN ESTOCOLMO

Introducción:

La misión del médico es salvaguardar la salud de sus pacientes, sus conocimientos y conciencia estarán dedicados a cumplir con esta misión.

La declaración de Ginebra de la Asociación Médica Mundial compromete al médico con palabras "salud de mis pacientes será mi primera consideración", y el código internacional de Ética Médica declara que "el medico actuará únicamente tomando en cuenta los intereses del paciente al suministrarle cuidados médicos que puedan tener el efecto de debilitar la condición física y mental del paciente".

Los objetivos de la investigación biomédica que incluye a sujetos humanos deben ser mejorar los procedimientos diagnósticos terapéuticos y profilácticos y comprender la etiología y patogénesis de la enfermedad.

En la práctica médica actual, la mayoría de los procedimientos diagnósticos terapéuticos o profilácticos incluyen riesgos. Esto se aplica en particular a las investigaciones que, en último término, deben basarse parcialmente en la experimentación que incluya a sujetos humanos.

El campo de investigación biomédica se debe efectuar una distinción fundamental entre investigaciones médicas cuyo objetivo es esencialmente diagnóstico o terapéutico para el paciente y las investigaciones médicas cuyo objetivo esencia es puramente científico y no implica un valor diagnóstico o terapéutico para el paciente y las investigaciones médicas cuyo objetivo esencial

es puramente científico y no implica un valor diagnóstico o terapéutico directo para la persona sometida a la investigación.

Se deberá ejercer cautela especial al realizar investigaciones que puedan afectar al entorno y deberá respetarse el bienestar de los animales usados en investigaciones.

Como es fundamental que los resultados de experimentos de laboratorio se apliquen a seres humanos para lograr avances en los conocimientos científicos y ayudar a la humanidad que sufre, la Asociación Médica Mundial ha preparado las siguientes recomendaciones como guía para todo médico que realice investigaciones biológicas que incluyan sujetos humanos. En el futuro deberán mantenerse bajo revisión. Es necesario insistir en que las normas tal cual se plantean, constituyen tan solo una guía para los médicos a nivel mundial. Dichos médicos no quedan libres de sus responsabilidades criminales, civiles y éticas según las leyes de sus propios países.

Principios fundamentales

1. Las investigaciones biomédicas que incluyan a sujetos humanos deben cumplir con los principios científicos generalmente aceptados y basarse en experimentos de laboratorio y en animales realizados de manera correcta y en un conocimiento completo de la literatura científica.
2. El diseño y desarrollo de cada procedimiento experimental que incluya a sujetos humanos debe formularse con claridad en un protocolo experimental, el cual debe transmitirse para consideración, comentario y guía a un comité especialmente nominado e independiente del investigador y el patrocinador, siempre y cuando dicho comité independiente se encuentre de acuerdo con las leyes y regulaciones del país donde se realice el experimento de investigación.

3. Las investigaciones biomédicas que incluyan a sujetos humanos solo deberán ser realizadas por personas calificadas científicamente y bajo la supervisión de un medio clínicamente competente. La responsabilidad del sujeto humano siempre competirá a la persona con preparación médica y nunca competirá al sujeto de investigación, aunque dicho sujeto haya aportado su consentimiento.
4. Las investigaciones biomédicas que incluyan a sujetos humanos solo podrán efectuarse legítimamente cuando la importancia de los objetivos sea proporcional al riesgo inherente para el sujeto.
5. Todo proyecto de investigación biomédica que incluya sujetos humanos deberá ser precedido de una evaluación cuidadosa de los riesgos predecibles en comparación con los beneficios que se anticipan para el sujeto o para otros. La preocupación por los intereses del sujeto siempre prevalecerá sobre los demás intereses de la ciencia y la sociedad.
6. El derecho del sujeto de la investigación a salvaguardar su propia integridad, siempre será respetado. Se toman todas las precauciones con respecto a la prevención del sujeto y para minimizar el impacto del estudio sobre la integridad física y mental del sujeto sobre su personalidad.
7. Los médicos deberán abstenerse de participar en proyectos de investigación que incluyan a sujetos humanos, a menos que estén satisfechos de que se crea que los riesgos involucrados son predecibles. Los médicos deberán detener cualquier investigación cuando se determine que los riesgos son mayor que los beneficios.
8. Al publicar los resultados de su investigación, el médico está obligado a preservar la exactitud de los resultados. Los reportes de experimentos que

no estén de acuerdo con los principios que se plantean en la presente declaración, no deben ser aceptados para su publicación.

9. En cualquier investigación en seres humanos cada sujeto potencial deberá ser adecuadamente informado del objetivo, los métodos, los beneficios que se anticipan y los riesgos potenciales del estudio y la incomodidad que puede producirle. El o ella deberá ser informado de que se encuentra en total libertad de abstenerse de participar en el estudio y de que tiene toda la libertad para retirar su consentimiento informado de participación en cualquier momento. Después, el médico deberá obtener el consentimiento informado del sujeto, suministrado con toda la libertad y de preferencia por escrito.

10. Al obtener el consentimiento informado para el proyecto de investigación, el médico deberá ser especialmente cauteloso si el sujeto guarda relación dependiente con respecto a el o ella o cuando proporcione su consentimiento bajo coerción. En dicho caso, el consentimiento informado deberá ser obtenido por un médico que no participe en la investigación y que sea totalmente independiente de esta relación oficial.

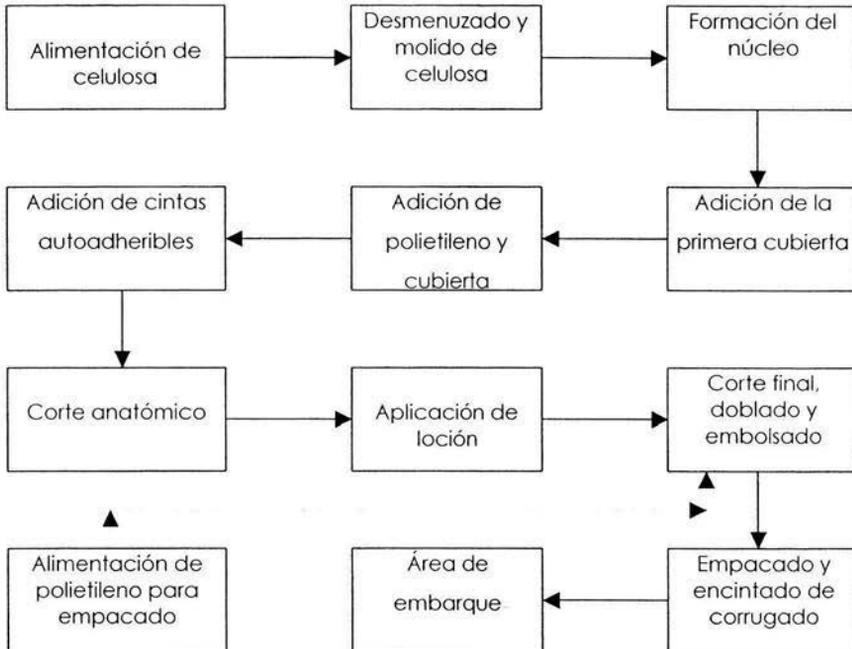
11. En caso de incompetencia legal, el consentimiento informado deberá ser obtenido del representante legal, de acuerdo con la legislación nacional. Cuando debido a su incompetencia física y mental no sea posible obtener el consentimiento informado o el sujeto sea menor de edad, obtendrá autorización de un pariente responsable, par reemplazar a la del sujeto, de acuerdo a la legislación nacional. Siempre que un niño menor de edad sea capaz de dar su consentimiento será necesario obtener de manera adicional el consentimiento del menor además del consentimiento del representante legal.

12. El protocolo de investigación siempre deberá contener una declaración de las consideraciones éticas involucradas e indicar que cumple con los principios que se enuncian en la presente declaración.

**Investigación médica combinada con cuidados profesionales
(Investigación Clínica)**

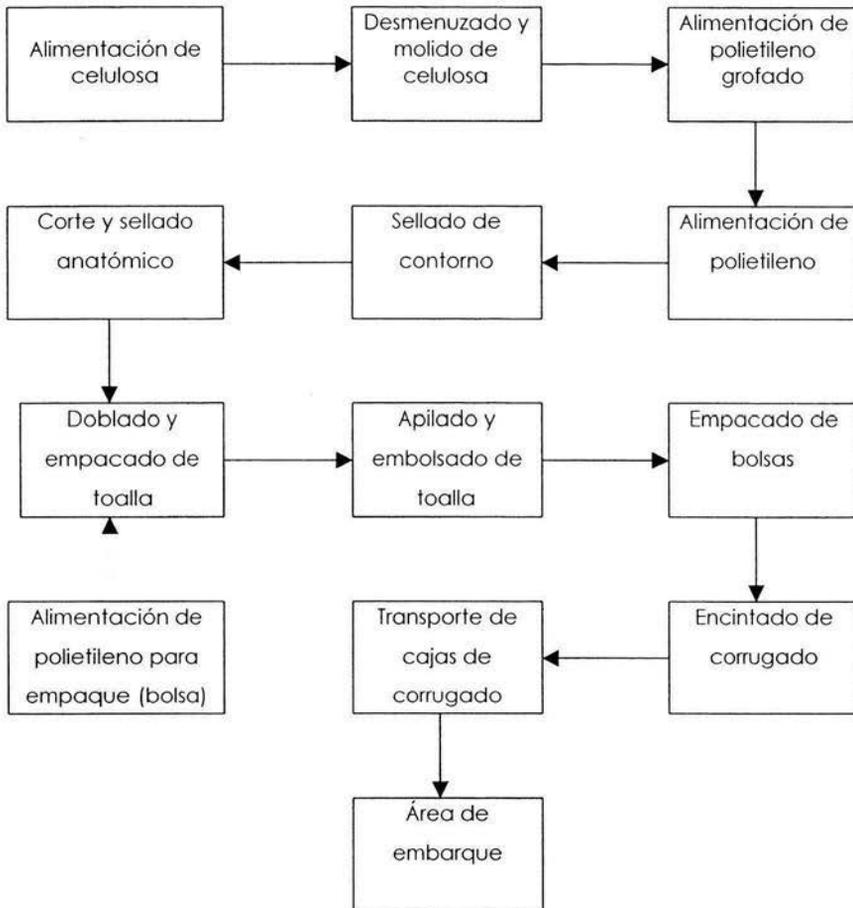
1. El tratamiento de una persona enferma, el médico debe tener la libertad para usar alguna nueva medida diagnóstica o terapéutica si según su criterio, ofrece la esperanza de salvar la vida, restablecer la salud o aliviar el sufrimiento.
2. Los beneficios y riesgos potenciales, y la incomodidad producida por el Nuevo método deberán sopesarse contra las ventajas de los mejores métodos diagnósticos y terapéuticos disponibles.
3. En cualquier estudio médico, todo paciente incluyendo los del grupo control, si los hay, debe tener la seguridad de que está recibiendo el mejor método diagnóstico y terapéutico comprobado.
4. La negativa del paciente a participar en el estudio nunca debe interferir en la relación entre médico y el paciente.
5. Si el médico considera esencial no obtener el consentimiento informado, deberá declarar los motivos específicos de esa propuesta en el protocolo experimental para que sean transmitidos al comité independiente.
6. El médico puede combinar investigaciones médicas con cuidados profesionales con el objetivo de adquirir nuevos conocimientos médicos, solo en el grado en que dichas investigaciones médicas se justifiquen por su posible valor diagnóstico o terapéutico para el paciente.

ANEXO 5 DIAGRAMAS DE FLUJO DE PAÑALES



ANEXO 6

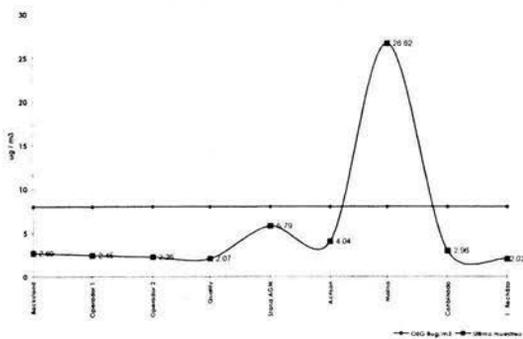
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE TOALLAS FEMENINAS



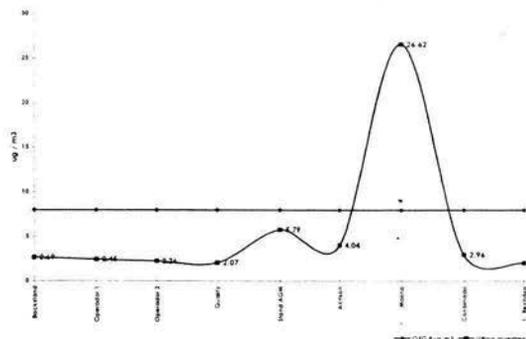
ANEXO 7

MEDICIONES en PRODUCTO DE POLIACRILATO DE SODIO

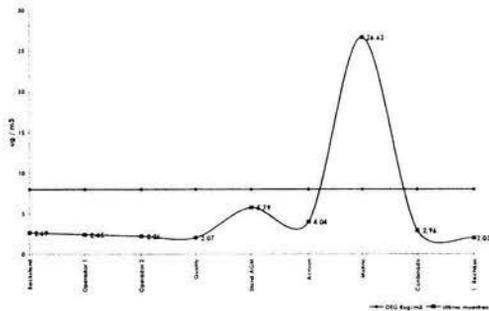
Fampers Nivel de polvo respirable de AGM Línea 1



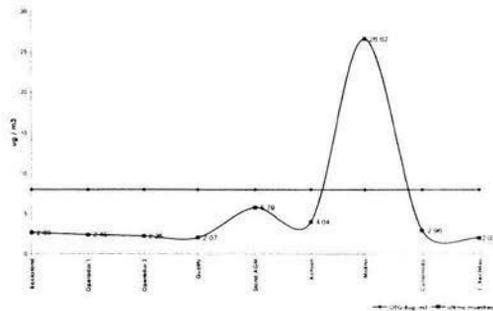
Fampers Nivel de polvo respirable de AGM Línea 2



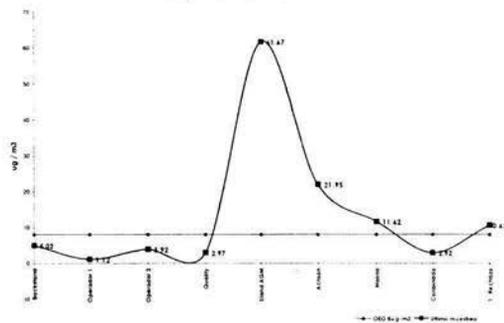
Fampers Nivel de polvo respirable de AGM Línea 3



Fampers Nivel de polvo respirable de AGM Línea 4

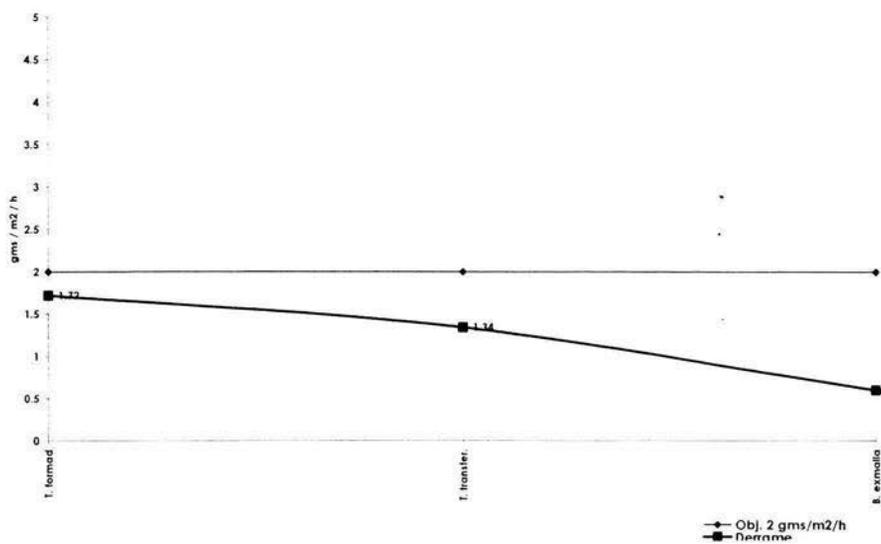


Fampers Línea 5 Muestreo 1º turno

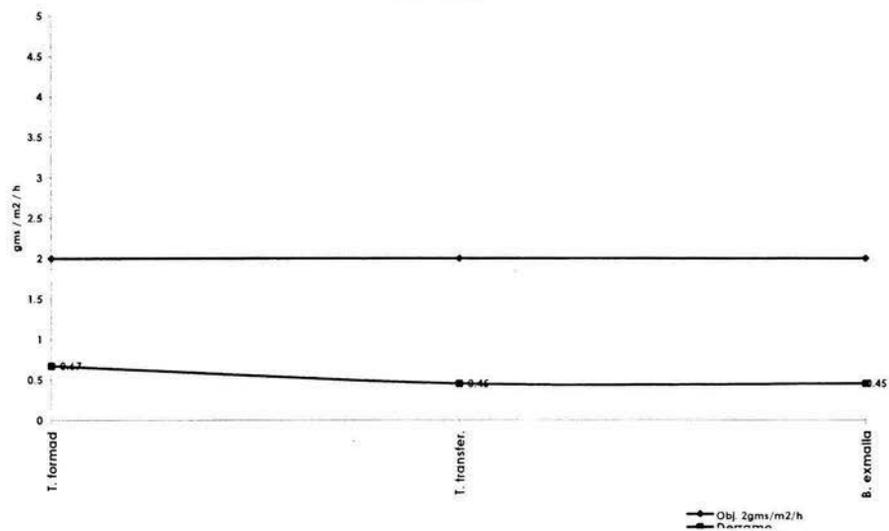


MEDICIONES AMBIENTALES DE POLIACRILATO DE SODIO

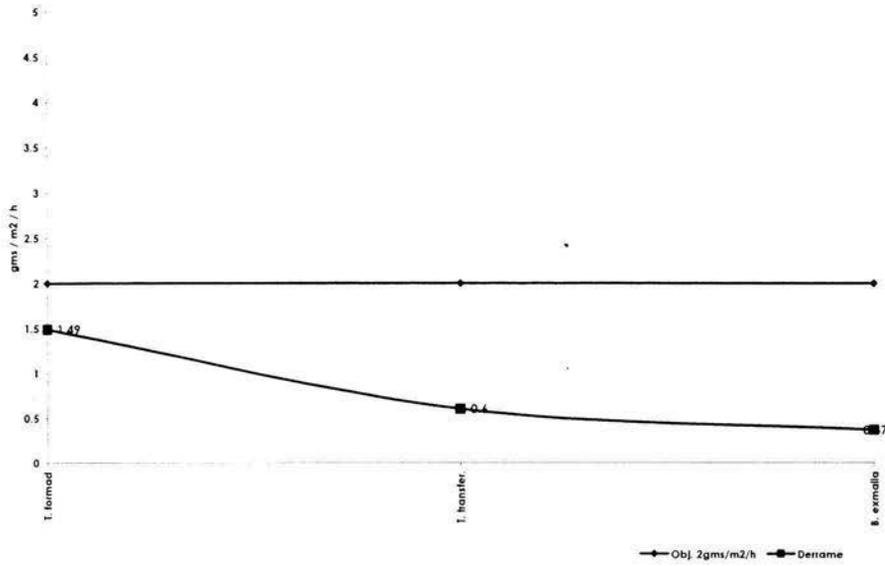
Gráfica de Derrame granular de AGM Molino Línea-1
Tamaño Mediano



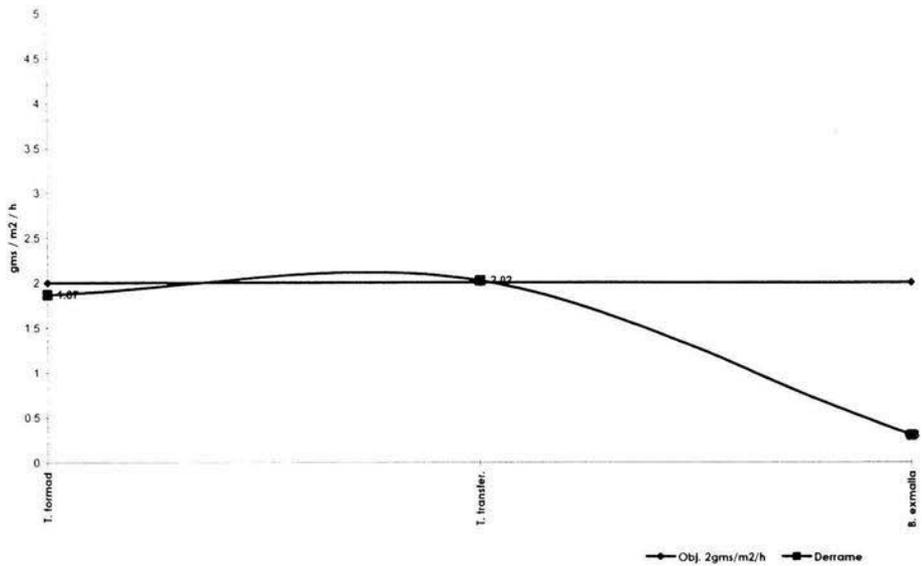
Derrame granular de AGM Molino Línea 2
Extra Large



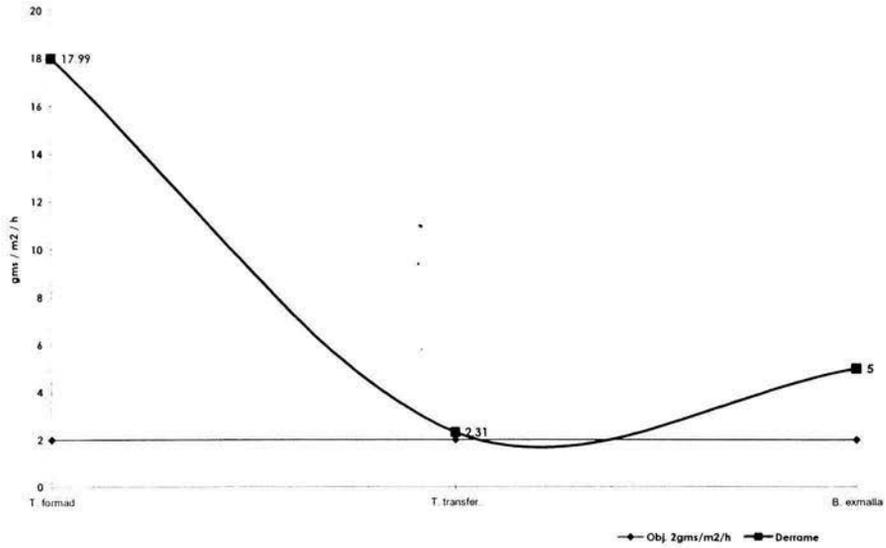
Derrame granular de AGM Molino Línea 3



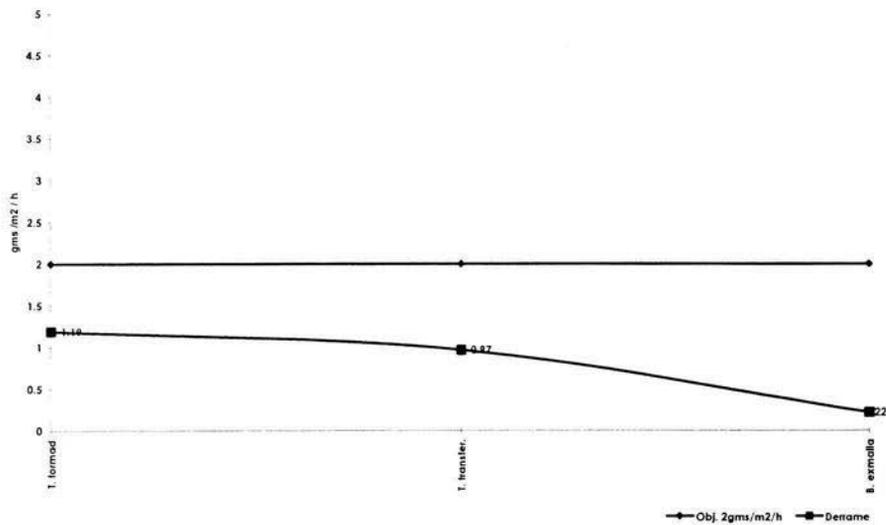
Derrame granular de AGM Molino Línea 4 Mediano



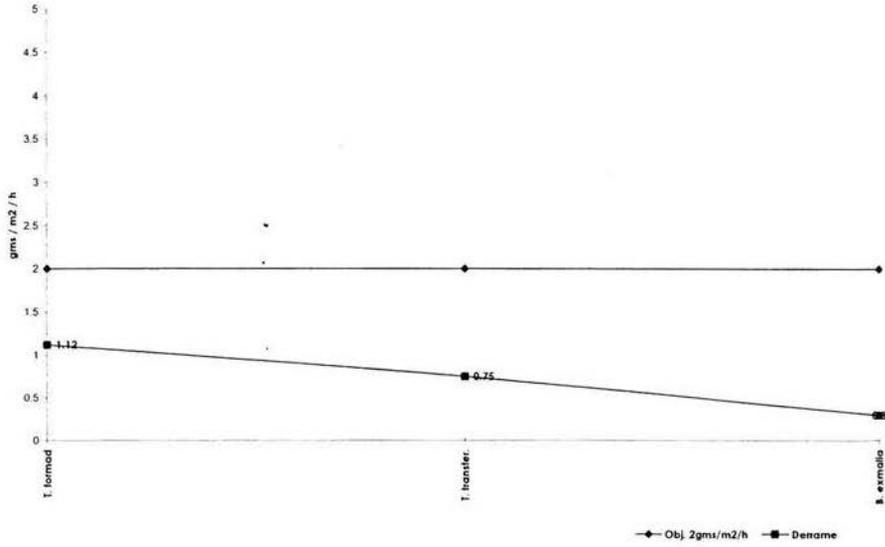
Derrame granular de AGM Molino Línea 5



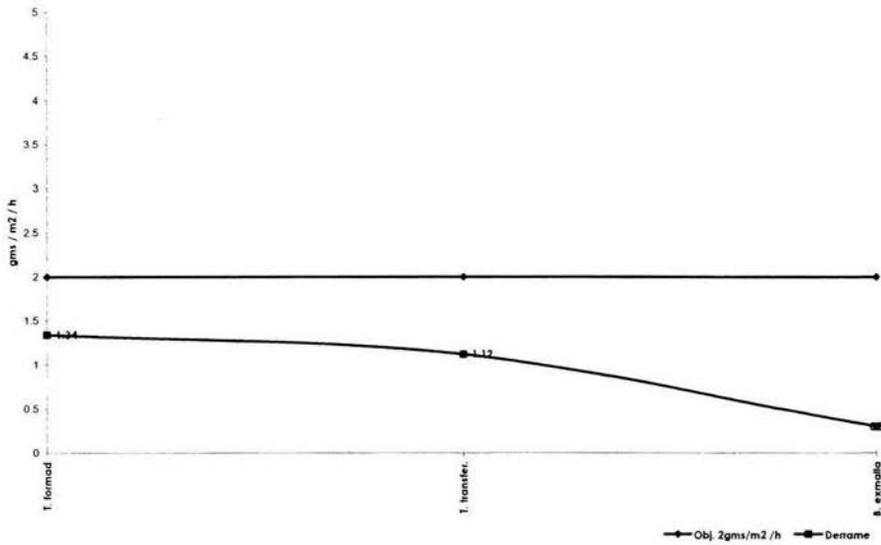
Gráfica de Derrame granular de AGM Molino Línea-1 Tamaño Large



Derrame granular de AGM Molino Línea 2 Extra Large



Derrame granular de AGM Molino Línea 3



Derrame granular de AGM Molino Línea 4 Mediano

