

HIGIENE DEL TRABAJO

Instituto de Medicina del Trabajo

Estudio exploratorio en trabajadores expuestos a aluminio en la Central Electronuclear "Juraguá"

Dr. Carmen Moreno Carbonell,¹ Dr. Otto Delgado Ramos² y Lic. Ernesto García Machin³

RESUMEN

Se realiza un estudio descriptivo para evaluar los distintos factores de riesgo en el ambiente laboral de las áreas y puestos de trabajo de metalización con aluminio en la Central Electronuclear "Juraguá"; asimismo, se examinan clínicamente a los 36 trabajadores presentes que laboraban o que lo habían hecho en algún tiempo, por más de 1 año, en esta actividad. Los resultados arrojan que los sistemas de ventilación de las diferentes áreas son deficientes, pues en la mayoría de los puestos de trabajo se encontraron concentraciones de polvo de aluminio por encima de 5 mg/m³ (concentración promedio admisible). Estas concentraciones oscilaron entre 4 y 86,5 mg/m³ y los operarios fueron los más expuestos a ellas. En el estudio médico se observó que 18 casos (50 %), mostraron algún tipo de alteración clínica en su aparato respiratorio, los más frecuentes fueron los hallazgos en los rayos X de tórax. Las principales y más severas afectaciones fueron encontradas en los individuos de mayor exposición y en los que ocupaban el puesto de operario de metalización, pues de un total de 10 examinados, 7 (70 %) presentaban afectaciones. En 1 caso se detectó neumoconiosis.

Palabras clave: FACTORES DE RIESGO; ALUMINIO/efectos adversos; ENFERMEDADES OCUPACIONALES/diagnóstico.

INTRODUCCION

El aluminio es un metal blanco, blando, dúctil y maleable, insoluble en agua, que se extrae de los minerales criolita y bauxita. Sus aplicaciones y las de sus compuestos son múltiples: en la construcción de barcos, aviones y automóviles; en la industria de pinturas y pigmentos; en pirotecnia, fabricación de papel y en actividades abrasivas. En nuestro país la concentración promedio admisible (CPA) de aluminio en el aire de la zona de trabajo es de 5 mg/m³.¹

El término aluminosis, pulmón de aluminio o enfermedad de Shaver, hace referencia a una fibrosis pulmonar donde el mecanismo patogénico no está del todo bien esclarecido.² Se considera una neumoconiosis por polvos inorgánicos según la clasificación clásica²⁻⁴ y una enfermedad pulmonar profesional secundaria a la inhalación de humos de bauxita y/o polvo de aluminio, con la existencia de depósitos de éstos en el parénquima pulmonar.^{5,6}

Esta enfermedad fue descrita por primera vez por *Baader* en 1934 y posteriormente por *Garalewski* en 1939;² más tarde *Shavre* y *Ridell*, en 1947, la observaron en trabajadores expuestos a humos de bauxita durante la producción de abrasivos sintéticos.^{2,6} Entre sus efectos sistémicos se describen la neumoconiosis y el asma bronquial; se plantean efectos locales, tales como: necrosis de la córnea, conjuntivitis, dermatosis e irritación de vías respiratorias altas. Los síntomas son de aparición tardía, dados primordialmente por tos, expectoración y disnea que va en aumento progresivo, insertándose al final un cuadro de *cor pulmonale* terminal.²⁻⁶

Por lo antes expuesto y por la información de un caso clínico de neumoconiosis diagnosticado en marzo de 1992, entre el personal dedicado a la actividad de metalización con aluminio en la Central Electronuclear (CEN) de "Juraguá", se decide realizar un estudio higiénico-epidemiológico descriptivo que aporte elementos específicos que nos permitan inducir el nivel de riesgo y conocer los posibles efectos a la salud del grupo expuesto. Debemos señalar que, debido a la vigilancia que se mantenía en el lugar, se reportaban incumplimientos de las regulaciones higiénicas y alteraciones a la salud comprobadas por los exámenes médicos preventivos establecidos, que exigían profundizar en el estudio del riesgo y determinar medidas que lo limitaran o lo eliminaran.

MATERIAL Y METODO

Se realiza una investigación epidemiológica descriptiva donde se estudian y evalúan los distintos factores de riesgos presentes en el medioambiente laboral en las áreas y puestos de trabajo de metalización con aluminio en la CEN "Juraguá". Asimismo, se examina clínicamente a todos los trabajadores presentes que laboraban o que lo habían hecho en algún tiempo, por más de 1 año, en esta actividad durante la construcción de la central.

Para lograr el objetivo de la vigilancia ambiental se procedió a realizar la inspección higiénica con estudio de la ventilación y la determinación de los niveles de contaminación por polvo de aluminio en los lugares de trabajo donde se desarrollaba la actividad. En ese momento, julio de 1992, trabajaban en el nivel 28 del reactor 1, en el taller 45 y en el conocido como áreas nuevas.

Las condiciones de la ventilación fueron determinadas por las mediciones realizadas a nivel de la cara facial en las distintas campanas de los sistemas de ventilación mecánicos y en aquellos lugares que no lo poseían, se hicieron, entonces, a nivel de los puestos de trabajo donde se realizaba el proceso de metalización. Para esto, utilizamos 2 anemómetros de aspas de la firma Wilh Lambrecht (Alemanina) con resolución de 0,2-20 m/s, una sonda flujométrica de la misma firma con nivel de medición hasta de 50 m/s y un velómetro marca Alnor (EE.UU.), serie 6000 P.

El muestreo del contaminante se realizó en los puestos de trabajo según las condiciones de trabajo según las condiciones existentes en cada lugar. La técnica empleada fue de tipo personal mediante bombas marca Casella Ltd., modelo AFC 123, con un flujo de 1,9 L/min empleándose ciclón separador de la fracción respirable y filtros de nitrato de celulosa con diámetros de 37 mm y porosidad de 0,8 μ m. Posteriormente, el análisis se efectuó en los laboratorios del Instituto de Medicina del Trabajo (IMT), utilizando la determinación de aluminio por espectrofotometría de absorción atómica con llama de

óxido nitroso y acetileno. Durante el muestreo, el análisis y la evaluación se cumplieron los requisitos establecidos en las normas vigentes.1,7,8

El estudio clínico se efectuó sobre la base del examen médico realizado a todos los trabajadores seleccionados por el criterio de exposición ya señalado, dado por su permanencia en este tipo de labor, agrupándolos en 3 categorías: metalizadores (operarios), ayudantes y en actividades afines, incluyendo en esta última clasificación a aquéllos que desempeñaron el trabajo con anterioridad, al menos por 1 año, pero que en el momento del estudio desarrollaban otras labores. La investigación médica comprende un interrogatorio y examen físico minucioso, localizado esencialmente al aparato respiratorio, con la realización de rayos X de tórax con vista PA 14 x 17, y de pruebas funcionales respiratorias (PFR) en las que se evaluaron la CV (normal y forzada), el VEF, el FMEM y el índice de Tiffeneau, según la tabla de referencia de valores normales para la población cubana sana (*Lastra J et al.*) realizadas con un equipo Micro-Spiro 298 de la firma Chest (Japón).

Esta evaluación fue ejecutada en la Sala de Enfermedades Profesionales del IMT en el transcurso del año 1992 e inicio del 1993. Los resultados se presentan en forma de tablas.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 1 se exponen los resultados del estudio de ventilación en los lugares donde se efectuaba la metalización. Por éstos y sobre la base de la inspección higiénico-sanitaria realizada se puede plantear que es deficiente: en varios puestos de trabajo el movimiento del aire es frecuentemente de calma (\approx 0,5 m/s); en el reactor, en su nivel 28, no hay un sistema de ventilación por extracción específico, aunque el local tiene un gran volumen y recibe un caudal de aire por inyección a través de 2 grandes ventiladores axiales ubicados en el lugar. En el taller 45 se detectaron velocidades de capturas aceptables⁹ (Fundación Mapfre, España. I encuentro hispano-cubano en seguridad e higiene del trabajo. Resumen de conferencias. La Habana, 1988), entre 2,6 y 3,2 m/s, en la cara facial de cada una de las campanas del sistema de ventilación instalado, aunque el diseño no es adecuado, al estar alejadas estas tomas del área donde se realiza en sí la actividad, disminuyendo considerablemente en ellas, estas velocidades.

La tabla 2 muestra los resultados de las mediciones de aluminio efectuadas en las zonas de trabajo. La mayoría está por encima del valor admisible establecido,¹ por lo que se infiere que el riesgo de estos trabajadores a un detrimento de la salud es elevado. En el reactor se obtuvieron valores de 9,6 y 4 mg/m³ para el operario (metalizador) y ayudante, respectivamente. A pesar de no existir un sistema de extracción a nivel de puesto de trabajo, se podía haber considerado que estas condiciones ambientales no fueran así, por el gran volumen del local, la inyección de aire por los ventiladores instalados y la menor carga e intensidad de trabajo en comparación con las otras áreas; no obstante, se observa que el operario está en niveles de daño a su salud. En el taller 45 se detectaron las mayores concentraciones, de 41,9 y 86,5 mg/m³ en los operarios, lo que significa que están entre 8 y 15 veces por encima del valor admisible, lo cual demuestra ineficiencia del sistema de ventilación local y el alto riesgo que tienen de enfermar. Señalamos que el caso de neumoconiosis diagnosticado procede de este taller. En el de áreas nuevas, se obtuvieron valores de 84 y 8 mg/m³ en el puesto del operario

y en el del ayudante respectivamente, los cuales son también indicadores de un alto riesgo a la salud.

Hay que destacar que estas mediciones representan, atendiendo la técnica de muestreo utilizada, la concentración de aluminio en el aire en su fracción respirable (< de 5 M) en los distintos puestos de trabajo. Como es sabido, ésta es la más nociva ya que puede llegar libremente al alvéolo pulmonar y producir las diferentes alteraciones descritas. Señalamos que estos valores son contradictorios a los esperados, pues tecnológicamente el fabricante del instrumento empleado (conocido con el nombre de "pistola") para la metalización plantea el predominio de emisión de partículas de un tamaño mayor de 20 M durante la actividad. Esta diferencia tan notable está dada en los cambios realizados internamente en las boquillas de las pistolas con los objetivos del ahorro de la materia prima y lograr así una mayor productividad. Esto, unido a las deficiencias de la ventilación, falta de equipos de protección individual específicos, etcétera, hacen que este medioambiente laboral sea altamente nocivo y represente un riesgo a la salud, según el estudio médico efectuado.

A pesar de lo antes expuesto, hay que significar, debido al tipo de estudio realizado y dada la disminución de la actividad en general en la CEN en la fecha analizada, que estos resultados se pueden considerar como orientadores y no como una evaluación definitiva del riesgo a que están sometidos estos trabajadores a adquirir una enfermedad profesional.

En el estudio médico se investigan 36 trabajadores en total, con un rango de edad que osciló entre los 22 y 57 años, con un promedio de 36 años.

Destacamos que la edad del personal más expuesto, de los metalizadores, oscila entre los 24 y 36 años, con un promedio de 28 años. Los límites de tiempo en el puesto de trabajo oscilan entre los 2 y 17 años con un promedio de 7 años; 18 sujetos (50 %) reportaron ser fumadores.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 3. El 50 %, 18 casos, mostró algún tipo de alteración clínica en su aparato respiratorio, como los hallazgos en los rayos X de tórax, que fue el más frecuentemente encontrado; 14 casos, esencialmente por imágenes de reforzamiento de la trama bronco-pulmonar; además, en 1, se observaron lesiones micronodulares diseminadas en ambos campos y en otro se concluyó como una neumoconiosis, éste, en un operario de metalización de 28 años de edad con 5 años de exposición. En orden de frecuencia le siguen las manifestaciones respiratorias con 9 sujetos, dadas principalmente por tos y expectoración frecuente. Las principales afectaciones encontradas en las PFR, en 7 trabajadores, están dadas por alteraciones ventilatorias mixtas con distintos grados de disminución de la función pulmonar. Once sujetos presentaron afectaciones combinadas, la gran mayoría, del grupo de metalizadores; de aquí se puede asumir el notorio cuadro clínico detectado.

Las principales y más severas manifestaciones fueron encontradas en los individuos de mayor exposición, en los que ocupaban el puesto de metalizador, que de un total de 10 examinados, 7 (70 %) presentaban algún tipo de afectación, todos, en los rayos X de tórax y 5 en las PFR. Es de destacar que los 2 casos de neumoconiosis diagnosticados, el de marzo de 1992 y el actual, derivado de este estudio, pertenecen a este grupo, con una edad respectiva de 32 y 28 años, con 3 y 5 años en la actividad, en cada caso. De los

5 ayudantes examinados, 2 (40 %) presentaron algún tipo de manifestación clínica y de los 21 agrupados en otras actividades afines, con determinado antecedente de exposición, al menos de 1 año, 9 (42,8 %) presentaron afectaciones respiratorias aunque de menor grado. Señalamos que estos trabajadores no tienen un área fija de labor, desempeñando sus actividades en los distintos lugares donde se realiza la metalización, por lo que no nos permite evaluar la posible relación, alteraciones de salud con áreas de trabajo.

A pesar de las limitaciones propias de un estudio descriptivo, los resultados obtenidos no dejan de ser importantes. Estos son semejantes a los reportados en la literatura, incluyendo en ésta, estudios analíticos de casos-controles: *Musk et al.* 10 en una investigación efectuada en 32 sujetos expuestos a un silicato de aluminio, no descartan la posibilidad de que este elemento sea capaz de producir fibrosis pulmonar y alteraciones bronquiales, sobre todo si existen y accionan otros elementos tóxicos y factores de riesgo concomitantes, como son, la sílice libre, los silicatos, el hábito de fumar, entre otros. En el nuestro, el 50 % del personal examinado es fumador y todos los trabajadores están expuestos, en mayor o menor grado, a otros tipos de polvos inorgánicos. *Cataldi et al.* 11 citan 2 casos expuestos a polvo de óxido de aluminio con fibrosis pulmonar comprobada radiológicamente y ratificada por biopsia transbronquial. El primer caso de neumoconiosis por aluminio en nuestro medio, de la CEN, tuvo también su comprobación radiológica y por biopsia pulmonar, ratificada posteriormente, a su fallecimiento, por el estudio anatomopatológico.

Saia 12 describe hallazgos radio-gráficos en 119 trabajadores expuestos por más de 10 años a concentraciones de polvo de aluminio entre 3,4 y 6,5 mg/m³, algunas de ellas de tipo neumoconiótico. En el caso nuestro, la exposición es mayor y de los 36 sujetos estudiados, 14 presentaron alteraciones en los rayos X de tórax, de las cuales, una sola se concluyó como neumoconiosis, independiente del primer caso investigado con anterioridad.

Otros investigadores 13,14 plantean, atendiendo a sus conclusiones, que la exposición a aluminio puede ser causa de enfermedad pulmonar profesional, incluyendo la fibrosis masiva progresiva y otras afecciones respiratorias no malignas; inclusive, *Edling et al.* 13 reportan un posible aumento del riesgo a padecer cáncer de estómago y linfomas, a pesar de no haber encontrado diferencias significativas en un estudio epidemiológico de cohorte ejecutado en 521 trabajadores seguidos desde 1958 hasta 1983 expuestos a abrasivos de óxidos de aluminio y silicona. Muchas de estas manifestaciones han sido en individuos con un tiempo de exposición mayor al nuestro, el cual oscila alrededor de los 10 años, mientras que en éste el promedio es de 7 años, señalando que en el primer caso de neumoconiosis era tan sólo de 3 años y en el segundo, de 5 años. Esto ayuda a significar también, la elevada nocividad del ambiente laboral estudiado.

CONCLUSIONES

1. Los niveles de contaminación por polvo de aluminio en los diferentes puestos de trabajo de metalización se encuentran por encima del valor admisible establecido, por lo que se puede inferir que el riesgo a un detrimento de la salud de los trabajadores expuestos es elevado.
2. Se observa un alto índice de afectaciones a la salud y un alto riesgo de adquisición de una enfermedad profesional, específicamente de una

neumoconiosis por polvo de aluminio (aluminosis) en el personal expuesto en las áreas de metalización, principalmente, si no se cumplen las medidas de protección e higiene del trabajo establecidas al efecto.

3. Los resultados obtenidos solamente se pueden considerar como orientadores y no como una evaluación definitiva del riesgo a que están sometidos los trabajadores durante la actividad de metalización.

RECOMENDACIONES

1. Diseñar estudios analíticos para determinar, en nuestro medio, la asociación entre exposición a polvo de aluminio y alteraciones del aparato respiratorio.
2. Diseñar e instalar cabinas u otro sistema efectivo de ventilación por extracción local para la actividad de metalización, en el taller 45 y en el de áreas nuevas.
3. En el reactor, tanto el operario como el ayudante, deben poseer equipos de respiración individual con suministro de aire independiente, debiendo existir además, un sistema de ventilación por extracción que garantice la captura del contaminante en los puntos más cercanos a su generación. Este trabajo deberá ejecutarse en el horario nocturno, donde el resto de las actividades disminuyen y preferentemente sin la existencia de personal innecesario en las áreas de aplicación.
4. En caso de continuar realizándose estas operaciones y de modificar las condiciones actuales de trabajo, se hace necesario un nuevo muestreo que permita conocer las concentraciones promedio de exposición del personal, dadas estas nuevas características.
5. Cumplimentar exámenes médicos preempleo y periódicos con la realización de rayos X de tórax y de PFR a estos trabajadores cada 2 años.
6. Continuar el seguimiento y tratamiento médico oportuno a aquellos individuos en los que se detectó algún tipo de afectación.

1 Especialista de II Grado en Medicina Ocupacional. Profesor Titular. Instituto de Medicina del Trabajo (IMT).

2 Especialista de II Grado en Medicina Ocupacional. Instructor. IMT.

3 Licenciado en Tecnología de Salud. Dirección de Salud Ambiental. Ministerio de Salud Pública.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. NC 19-91:63. Aire de la zona de trabajo. La Habana: Central Electronuclear Juragua , 1991.
2. Segarra F. Enfermedades broncopulmonares de origen ocupacional. La Habana: caps 7,12:212;374. (Edición Revolucionaria).
3. Desoille H. Medicina del trabajo. La Habana: 1986:424. (Edición Revolucionaria).
4. Organización Panamericana de la Salud. Enfermedades Ocupacionales. Guia para su diagnostico. 1986;(Publicación Científica No.480.)
5. Organización Mundial de la Salud. Detección precoz de enfermedades profesionales. Ginebra: OMS, 1987:28.
6. Occupational respiratory diseases. USA: NIOSH, 1986:401-9.
7. NC 19-01-31. Aire de la zona de trabajo. Determinación total de polvo. La Habana, Central Electronuclear "Juraguá", 1982.
8. NC 19-01-60. Aire de la zona de trabajo. Determinación y evaluación higienico-sanitario de las sustancias nocivas. Requisitos Generales. La Habana: Central Electronuclear "Juragua".
9. Industrial ventilation. A manual of Recommended Practice. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1976.
10. Musk AW. Pulmonary disease from exposure team artificial aluminum silicate: futher observation. 1988;45(4):215-21.
11. Cataldi RM. Indue case di fibrosis pulmonare de ossid di alluminio? Med Lav 1981;72(4):196-201.
12. Saia BS. Chest X-Rays findings among aluminium production plant workers. Med Lav 1981;72(4):178.
13. Elding C. Mortality and cancer incidence among workers in an abrasive manufacturing industry. 1987;44(1):62-68.
14. Wegman E. Cause of death among employees of a synthetic abrasive product manufacturing company Occup Med 1981;11:748-53.

Rev Cubana Hig Epidemiol v.33 n.1 Ciudad de la Habana ene.-jun. 1995

Recibido: 11 de octubre de 1994. Aprobado: 9 de febrero de 1995.

Dra. *Carmen Moreno Carbonell*. Instituto de Medicina del Trabajo. Calzada de Bejucal Km 7 1/2 Apartado 9064, municipio Arroyo Naranjo zona postal 9, Ciudad de La Habana, Cuba.