

Berilio; lo que nos queda por descubrir

"PRÉVENTION AU TRAVAIL"
I R S S T

El berilio es un metal que se utiliza como tal o en aleación con el cobre, el aluminio o el níquel. Tres veces más ligero que el aluminio, siete veces más rígido que el acero, mejora la resistencia de las aleaciones al desgaste, a la fatiga y a la corrosión. Sin embargo los polvos que contienen berilio (Be) pueden provocar enfermedades en los trabajadores, por lo que se han establecido medidas de control, que pueden ser insuficientes.

Las primeras manifestaciones de enfermedades pulmonares causadas por la inhalación de polvo que contenía berilio se produjeron en los años 1940, y llevaron a las primeras recomendaciones sobre las **concentraciones seguras** de este metal en el medio de trabajo ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en el ambiente ($0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). A la enfermedad que se desarrolla rápidamente después de la exposición, se le llamó beriliosis aguda. Además de las anomalías pulmonares se constataron lesiones cutáneas.

El empleo de métodos de control para prevenir este tipo de lesiones se citaba en la documentación de los años 1950 y 1980 como ejemplo de éxito de los principios de higiene industrial en la prevención.

Entre 1980 y 1990, nuevos conocimientos pusieron en entredicho la seguridad de un problema aparentemente resuelto. Los científicos describieron casos que parecían desarrollarse después de muchos años de exposición. Era la beriliosis crónica (BC). Se ha confirmado la naturaleza inmunológica de la enfermedad, explicando que ésta aparece sobre todo entre los pacientes que han desarrollado hipersensibilidad al Be. En los lavados broncoalveolares se ha constatado **acumulación de células de un tipo específico** lo que ha permitido la puesta a punto de un test de sangre; el test de proliferación de linfocitos activados por el Be (BeLPT).

La aparición de este test ha sido importante por diversas razones: la confirmación de la etapa de sensibilización antes de la aparición de los síntomas y el comienzo del desarrollo de la beriliosis crónica; la seguridad de un seguimiento médico entre los trabajadores sensibilizados, que permite el tratamiento rápido desde la aparición de los síntomas y el comienzo del desarrollo de la beriliosis crónica; la seguridad de un seguimiento médico entre los trabajadores sensibilizados, y sobre todo, la identificación de los puestos de trabajo y profesiones con riesgo para establecer las prioridades de las acciones de prevención.

Los criterios de diagnóstico actuales de beriliosis crónica son la evidencia de sensibilización demostrada por los test de BeLPT en la sangre o en los lavados broncoalveolares, acompañados por la evidencia de enfermedad pulmonar establecida por biopsia, habitualmente por presencia de granulomas.

En los Estados Unidos, 290 casos de BC se han producido desde 1990, pero parece que este número está infravalorado. Un estudio evoca la posibilidad de 136.000 trabajadores expuestos en ese país. Suponiendo que el 5% entre ellos pueda desarrollar la enfermedad, el número de casos podría elevarse a 6.500.

Después de un diagnóstico positivo de BC, los expertos recomiendan el cese de la exposición. Aunque no haya prueba de ralentización de la enfermedad, historias de casos parecen indicar la mejoría si se elimina la exposición.

Los resultados de los estudios epidemiológicos de los 15 últimos años indican prevalencias de 0,8% a 11,8% con picos que van hasta el 20%. El resto de estudios sobre la

relación entre la exposición y el riesgo de desarrollar la sensibilización o la BC muestran que la vigilancia médica, apoyada por mediciones de la exposición, permite determinar los puestos y las situaciones de riesgo. Citemos entre otros, la soldadura, el amolado, el pulido y la molienda.

La sensibilización y la enfermedad se han desarrollado entre los trabajadores que estaban expuestos a concentraciones inferiores a $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La sensibilización apareció en otros que estaban expuestos a menos de $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Estos estudios sugerían factores que podrían ser importantes en la definición del riesgo, como la **exposición total**, las **características de las partículas** de Be y la **vía de penetración** en el organismo, es decir, por inhalación y por penetración a través de la piel.

Como el desarrollo de la BC afecta al sistema inmunitario en dosis extramadamente bajas y sólo una parte de la población de los trabajadores expuestos reacciona al Be, la prevención de esta enfermedad requiere la puesta en marcha de un programa de control riguroso.

Los métodos de ingeniería necesarios para lograr tal control consisten en humedecer los puntos de mecanizado para evitar la dispersión del polvo, y en realizar el procesado del Be en recintos cerrados y correctamente ventilados. A esto deberán añadirse **controles administrativos** para limitar las exposiciones, entre ellos el acceso restringido; la higiene personal (vestuario doble, protección de la piel, prohibición de fumar, beber y comer en los lugares de trabajo); inspección de las superficies para verificar la limpieza; y finalmente, la información y la formación de los trabajadores.

El Departamento de Energía de los Estados Unidos ha elaborado un **modelo de prevención** de las enfermedades causadas por el Be, que supone la adopción de una aproximación proactiva entre los directivos y los trabajadores. Su finalidad es eliminar toda

dispersión o absorción del berilio, garantizando la limpieza de la atmósfera de trabajo y los procedimientos, mantener el metal fuera de los pulmones, evitando la deposición en las ropas y la piel, aspirando los polvos en la fuente, impidiendo el transporte del Be al exterior de la atmósfera de trabajo y del entorno industrial, etc.

El enfoque preventivo se basa en diversas hipótesis que todavía se están investigando: la sensibilización al Be puede deberse también a la absorción cutánea además de por inhalación; el desarrollo de la BC necesita la persistente presencia del Be; la disponibilidad biológica para comprender la sensibilización y la BC dependen del ritmo de absorción, de la concentración y de las propiedades fisico-químicas de las partículas.

¿Es eficaz retirar del trabajo a las personas sensibilizadas? Desde el punto de vista médico, los conocimientos actuales no establecen claramente si el cese de la exposición retarda la aparición de los síntomas de BC o ralentiza su progresión.

¿Cuál es la concentración suficientemente baja para proteger a los trabajadores sensibilizados a la beriliosis, favoreciendo su mantenimiento en el trabajo? Aunque no hay respuestas definitivas a esta pregunta, hay pistas de soluciones. La concentración de Be en el aire varía entre $0,00002 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Las concentraciones más débiles asociadas a casos de BC en las aglomeraciones próximas a las industrias que utilizan Be varían alrededor de $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La Environmental Protection Agency (EPA) ha adoptado un valor ponderado de $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sobre una base mensual. En ese caso, se trata de una exposición de 24 horas al día, 7 días por semana, comparadas a las 8 horas por día, 5 días por semana del ambiente de trabajo. Los diversos estudios que han dado datos sobre las concentraciones más bajas asociadas a la sensibilización a la BC en ambiente de trabajo se reparten entre $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Basándose especialmente en estas indicaciones, la lógica indica que los trabajadores sensibilizados a la beriliosis sólo deberán incorporarse al trabajo cuando la exposición potencial sea inferior a 0,01 µg/m³, con la condición de que las posibilidades de resuspensión del polvo de Be se reduzcan al mínimo en las áreas del trabajo.

El BeLPT continúa siendo la mejor herramienta de **vigilancia médica**. Facilita la predicción más precisa del riesgo de BC, la posibilidad de un diagnóstico precoz, así como la determinación de las operaciones y los procedimientos de riesgo.

Se están elaborando tests complementarios al BeLPT. Proviene de estudios recientes sobre la susceptibilidad genética y los mecanismos inmunológicos que sugieren indicadores mejores o menos invasivos que el test sanguíneo.

En Estados Unidos, el grupo de trabajo sobre la comunicación de los riesgos del Be ha preparado un manual de formación para los trabajadores, supervisores y directivos. Este documento es el fruto de un consenso entre los trabajadores que utilizan berilio, los trabajadores con beriliosis, higienistas industriales, médicos del trabajo, supervisores, representantes sindicales, epidemiólogos, toxicólogos, sicólogos, especialistas de la comunicación del riesgo, y formadores.

