

## **Intoxicación ocupacional por metales pesados**

### **Occupational poisoning due to heavy metals**

**MsC. Dunia Rodríguez Heredia**

Facultad de Ingeniería Química y Agronomía, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.

#### **RESUMEN**

Se efectuó una revisión bibliográfica exhaustiva con vistas a demostrar la relación existente entre ciertas profesiones y las intoxicaciones por metales pesados. A tales efectos, en el presente artículo se describen las fuentes de emisión y las aplicaciones de dichos metales, así como las afecciones que provocan a la salud. Se constató que las intoxicaciones diagnosticadas en trabajadores de la provincia, en el período 2000-2016, estuvieron asociadas a diferentes empleos, tales como reparación de baterías, plomería, soldadura y odontología. A partir de lo anterior se exponen algunas recomendaciones a considerar en los campos salud ocupacional-metales pesados.

**Palabras clave:** metal pesado, intoxicación ocupacional, enfermedad profesional.

#### **ABSTRACT**

An exhaustive literature review aimed at demonstrating the existent relationship between certain professions and poisonings due to heavy metals was carried out. To such effects, the emission sources and uses of these metals are described in this work, as well as the disorders damaging health. It was verified that the poisonings diagnosed in workers of the province, during 2000-2016, were associated with different jobs, such as batteries repair, plumbing, welding and dentistry. From the above-mentioned, some recommendations to consider everything regarding occupational health-heavy metals are exposed.

**Key words:** heavy metal, occupational poisoning, professional disease.

#### **INTRODUCCIÓN**

Los metales pesados son tóxicos ambientales muy peligrosos. Sus características más comunes son: persistencia, bioacumulación, biotransformación y elevada toxicidad, todo lo cual hace que se encuentren en los ecosistemas por largos periodos, ya que su degradación natural es difícil.

Se define a los metales pesados como elementos de elevado peso atómico, potencialmente tóxicos, que se emplean en procesos industriales, tales como el cadmio (Cd), el cobre (Cu), el plomo (Pb), el mercurio (Hg) y el níquel (Ni) que, incluso en bajas concentraciones, pueden ser nocivos para las plantas y los animales.<sup>1</sup>

Por otra parte, si se emplea el criterio de densidad, se toman en cuenta bajo esta denominación a los metales que tienen una densidad mayor que  $4,5 \text{ g/cm}^3$  ( $4,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ), pero los valores en la bibliografía pueden oscilar desde  $4 \text{ g/cm}^3$  ( $4 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ),

hasta  $7 \text{ g/cm}^3$  ( $7 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ).<sup>2</sup> En realidad, como planteara Ruiz,<sup>3</sup> no existe una definición concreta para describir a los metales pesados, pero se refiere a ellos como un conjunto de elementos, incluyendo también algunos de sus compuestos que suelen ser de carácter metálico, aunque también comprenden cierto número de elementos semimetálicos, incluso no metálicos, y tienen un alto grado de contaminación, toxicidad o ecotoxicidad. Cuando se trata del daño que suponen estos químicos para el medio ambiente o para el hombre, es importante tomar en consideración la definición de los metales pesados según su toxicidad.

Los metales pesados son emitidos por diferentes fuentes, por cuanto provienen de su presencia en los suelos donde se han acumulado durante la formación de las capas terrestres; asimismo, son empleados en varios procesos industriales y se dice que forman parte del quehacer del hombre. Entre las profesiones en las que están presentes los metales pesados están el galvanizado, la plomería, la minería, la pintura y la reparación de baterías, todas muy comunes. Por lo anterior, en el presente artículo se analiza la relación existente entre las intoxicaciones por metales pesados y algunas profesiones, principalmente en la provincia de Santiago de Cuba.

### **Fuentes de emisión y aplicaciones de los metales pesados de mayor preocupación**

Aunque la mayoría de los metales pesados se encuentran generalmente como componentes naturales de la corteza terrestre, el hombre ha provocado que la presencia de estos sea mayor a la que existiría de forma natural, pues muchos procesos antropogénicos no se conciben hoy día sin la presencia de metales.

La incineración de residuos genera gran cantidad de metales tóxicos que causan graves problemas ambientales en el aire, el suelo y el agua. A continuación se muestran las fuentes de emisión de algunos metales pesados.<sup>4-8</sup>

- Mercurio: Actividades mineras de extracción de oro, plata y cobre, fundición primaria y secundaria de metales, producción de carbón y coque, combustión de combustible y carbón en la generación de electricidad, industria de cloro-sosa, incineración de residuos peligrosos y biológicos infecciosos, por ejemplo: la cremación de personas con empastes de amalgama provoca que el mercurio se libere a la atmósfera y se deposite en el suelo, así como la incineración de residuos hospitalarios, electrónicos, la ruptura de instrumentos que lo contienen como termómetros y barómetros. También, la incineración de residuales domésticos, fabricación de cloro en celdas de mercurio y producción de metales no ferrosos.
- Plomo: Fundición primaria y secundaria de metales, loza vidriada, producción de pinturas, elaboración de latas soldadas con plomo, industria electrónica y de cómputo, uso de gasolina con plomo, baterías e incineración de residuos.
- Cadmio: Baterías recargables de Ni/Cd, incineradoras municipales, fertilizantes fosfatados, detergentes y productos de petróleo refinados, pigmentos y estabilizadores en plástico y PVC (cloruro de polivinilo), pigmentos en pinturas, galvanización, catalizadores y conservadores en la industria del plástico, elaboración de pinturas, aleaciones, refinación del zinc. Fuentes naturales como minerales, actividades volcánicas e incendios forestales, además de la combustión del carbón, la madera y el petróleo.

- Cromo: Efluentes industriales descargados por industrias químicas, de construcción de maquinarias e instrumentos, de radioelectrónica y otras, así como efluentes de torres refrigerantes de estaciones generadoras de energía eléctrica.
- Cobre: Tuberías de cobre y minería del cobre.
- Antimonio: Baterías, pigmentos, cerámica y cristal.
- Manganeso: Las fuentes antropogénicas del Mn incluyen las plantas de producción de cemento, plantas de energía, incineración de residuos sólidos urbanos y la combustión de combustibles fósiles.
- Níquel: Minería de metales ferrosos, extracción de minerales, aleaciones y aceros. Efluentes líquidos de procesos de recubrimiento. Baterías de Ni/Cd.

Las fuentes de emisión de los metales pesados están estrechamente relacionadas con las aplicaciones de estos, puesto que las industrias o procesos que requieren de la participación de estos metales son precisamente las que los liberan al ambiente: aire, suelo, agua.

Entre las aplicaciones de algunos metales pesados figuran: <sup>8-11</sup>

- Mercurio: Producción de cloruro y sosa cáustica, insecticidas, industrias farmacéutica y metalúrgica, amalgamas dentales para la reconstrucción de los dientes (las cuales, también contienen otros metales como plata, estaño, cobre y zinc). Se emplea como catalizador en la producción de polímeros sintéticos, en la explotación minera del oro, amalgamación, en la fabricación de instrumentos de medición como termómetros y barómetros, así como también en la industria cosmética.
- Plomo: Baterías, gasolina, pigmentos para pinturas y barnices, proyectiles y municiones, soldadura, pintura, industria automovilística, como insecticida, para la fabricación de virios y cerámica.
- Cadmio: Galvanización, pigmentos de pinturas y vidrios, baterías, aleaciones de bajo punto de ebullición.
- Plata: Fotografía, conductores eléctricos, soldadura, galvanización, baterías y catálisis.
- Cromo: Metalurgia, materiales refractarios, galvanización, pinturas, conservación de madera e industria química. En el proceso de curtido de pieles se emplean sales de cromo como agentes curtientes.
- Cobre: Industrias eléctrica y automovilística, construcción, conservación de madera, latón, en la fontanería. Se emplea como algicida o microbicida en forma de sulfato de cobre en la acuicultura, en el tratamiento de la contaminación por fitoplancton en aguas eutróficas y, en general, como producto quimioterápico en el control de bacterias, protozoos y hongos.
- Hierro: Industrias del hierro y el acero. En medicina se emplea en forma de fumarato ferroso como hematínico.
- Manganeso: Metalurgia, baterías, industria química, cerámica. El permanganato de potasio, un compuesto de manganeso, posee numerosas aplicaciones médicas como astringente, germicida y oxidante.

- Níquel: Metalurgia, baterías, equipos solares, galvanización. Se emplea como catalizador en la producción de aceite combustible. La aleación de níquel-titanio se emplea en la fabricación de instrumentos de endodoncia.
- Zinc: Aleaciones, bronce y latón, galvanización, baterías, pintura, productos agrícolas. En la industria cosmética y medicinal en forma de cloruro de zinc en los desodorantes y de piritionato de zinc para el tratamiento de la dermatitis seborreica (en champú y acondicionadores anticaspa). También se emplea en la industria medicinal en forma de lociones, como la de zinc y calamina, de uso en dermatología. Las anteriores aplicaciones están basadas en la acción de muchos compuestos del zinc como antiséptico y fungicida.
- Arsénico: El arsénico ha formado parte de varios fármacos (para combatir el asma, afecciones cutáneas, en el tratamiento de la sífilis), el óxido de arsénico se emplea en la actualidad para el tratamiento de cierto tipo de leucemias. En aleaciones, pirotecnia, esmaltes, insecticidas, pigmentos, pintura, tintes y venenos. En dispositivos electrónicos como las celdas fotovoltaicas se emplea el arseniuro de galio.
- Aluminio: Se emplea en la construcción, transporte, envasado, en la industria eléctrica. En las industrias farmacéutica y cosmética es empleado como envase para aerosoles; en cosmética, se emplean el sulfato y cloruro de aluminio en los desodorantes líquidos; en medicina, el hidróxido de aluminio se usa como antiácido gástrico no sistémico, con acción astringente y antiséptica en fluidos intestinales y en odontología se utiliza el óxido de aluminio como material cerámico.
- Cobalto: Aleaciones, pigmentos, esmaltes, barnices, galvanización. En medicina se emplean disoluciones de radiocobalamina para el diagnóstico de la anemia hemolítica.
- Molibdeno: Metalurgia, pigmentos, catalizador, fabricación de vidrio, aditivo en óleos y lubricantes.
- Vanadio: Metalurgia, catalizador, pigmentos.
- Antimonio: Plásticos, cerámica, vidrios, pigmentos y productos químicos incombustibles.

### **Afectaciones para la salud**

Los metales pesados ocupan el quehacer del hombre en diversas ramas, por lo que no es de extrañar la prevalencia de enfermedades asociadas a estos elementos químicos y a sus compuestos. Las vías fundamentales de entrada de estos químicos al organismo, son las vías dérmica, por ingestión y por inhalación.

La exposición a algunos metales pesados ha sido asociada a una gran variedad de efectos adversos sobre la salud, incluyendo el cáncer. Aunque algunos elementos son esenciales para los humanos, pueden ser peligrosos a altos niveles de exposición.<sup>12</sup> Otros metales pesados resultan muy nocivos al no ser degradados fácilmente de forma biológica, ya que no poseen funciones metabólicas específicas para los seres vivos.

Los micronutrientes esenciales, cobalto (Co), cromo (Cr), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), selenio (Se), vanadio (V) y zinc (Zn), se requieren en solo unos miligramos o microgramos por día y cuando pasan cierto umbral de concentración se vuelven tóxicos, tal es el caso del Se y Zn, que tienen límites muy

próximos entre la dosis requerida y la tóxica. Por otro lado, los macronutrientes, tales como calcio (Ca), cloro (Cl), magnesio (Mg), fósforo (P), potasio (K), sodio (Na) y azufre (S), son necesarios a 100 mg o más por día. Los metales pesados no esenciales o sin función biológica conocida, cuya presencia en determinadas cantidades en los seres vivos lleva aparejada disfunciones en los organismos, son: antimonio (Sb), arsénico (As), berilio (Be), cadmio (Cd), estroncio (Sr), mercurio (Hg), níquel (Ni), plomo (Pb) y titanio (Ti).<sup>13</sup>

A continuación, se resumen las principales enfermedades que provocan los metales pesados y los órganos y/o sistemas de órganos más afectados, así como las vías de entrada al organismo.<sup>12-16</sup>

### **Mercurio**

- Vías de entrada al organismo: Ingestión de alimentos contaminados con mercurio orgánico (pescados que contienen metilmercurio, incluso arroz con metilmercurio) e inhalación de vapores de mercurio metálico.
- Efectos para la salud: Las intoxicaciones con mercurio pueden provocar temblores, gingivitis, alteraciones psicológicas y aborto espontáneo. Las exposiciones leves a los vapores están caracterizadas por pérdida de la memoria, temblores, inestabilidad emocional (angustia e irritabilidad), insomnio e inapetencia. A exposiciones moderadas, se observan desórdenes mentales y perturbaciones motoras, así como afecciones renales. Las exposiciones breves a altos niveles de vapor de mercurio pueden producir daños pulmonares y muerte.

### **Plomo**

- Vías de entrada al organismo: Consumo de bebidas y alimentos contaminados e inhalación de vapores de plomo presentes en la atmósfera.
- Efectos para la salud: Los niveles altos de exposición pueden afectar la síntesis de hemoglobina, la función renal, el tracto gastrointestinal, las articulaciones y el sistema nervioso. La intoxicación aguda se acompaña de alteraciones digestivas, dolores epigástricos y abdominales, vómitos, alteraciones renales y hepáticas, convulsión y coma. En tanto, la intoxicación crónica puede implicar neuropatías, debilidad y dolor muscular, fatiga, cefalea, alteraciones del comportamiento y renales, aminoaciduria, glucosuria, nefritis crónica, encefalopatía, irritabilidad, temblor, alucinaciones con pérdida de memoria, cólicos y alteraciones hepáticas, entre otros.

### **Cadmio**

- Vías de entrada al organismo: Ingestión de alimentos contaminados (pescados, cereales y mariscos), aunque también por el consumo de tabaco contaminado con cadmio presente en los fertilizantes fosfatados. La absorción gastrointestinal alcanza hasta un 5 % de la ingestión total de cadmio, mientras la absorción por los pulmones podría alcanzar hasta un 50 % del total.
- Efectos para la salud: El cadmio se acumula en el organismo humano, fundamentalmente en los riñones, y causa hipertensión arterial. La absorción pulmonar es mayor que la intestinal, por lo cual el riesgo es mayor cuando el cadmio es aspirado. En humanos, la exposición prolongada se relaciona con la disfunción renal; también puede conducir a enfermedades pulmonares (se le ha relacionado con el cáncer de pulmón) y provocar osteoporosis en humanos y animales. El ingreso

medio diario, para humanos, se estima en 0,15  $\mu\text{g}$  procedente del aire y 1  $\mu\text{g}$  del agua. Fumar unos 20 cigarrillos puede provocar la inhalación de unos 2 a 4  $\mu\text{g}$ . Ha sido asociado con la aparición de cáncer en animales de experimentación y con casos de cáncer de próstata en humanos.

### **Cobre**

- Vías de entrada al organismo: Ingestión de bebidas y alimentos contaminados e inhalación.
- Efectos para la salud: La absorción del cobre es necesaria porque este es un elemento traza que es esencial para la salud de los humanos, pero mucho cobre también hace daño. La exposición profesional al cobre también suele ocurrir. En el ambiente de trabajo el contacto con cobre puede provocar la gripe conocida como la fiebre del metal. Exposiciones de largo periodo al cobre pueden irritar la nariz, la boca y los ojos y causar dolor de cabeza, de estómago, mareos, vómitos y diarreas. Una toma grande de cobre puede causar daño al hígado y los riñones e incluso la muerte. No ha sido determinado aún si el cobre es cancerígeno.

### **Cromo**

- Vías de entrada al organismo: Vía respiratoria, ingestión de bebidas y alimentos contaminados y a través de la piel, por contacto de esta con cromo o sus compuestos. La inhalación es la principal trayectoria de exposición al cromo. El Cr total es la principal corriente del humo del cigarro y varía entre 0,0002-0,5  $\mu\text{g}$ /cigarro; el humo del tabaco ha sido señalado como otra importante vía de exposición en ambientes cerrados.
- Efectos para la salud: El cromo III es un nutriente esencial para los humanos y la falta de este puede afectar el corazón y ocasionar trastornos metabólicos y diabetes, pero la toma en exceso también tiene sus efectos sobre la salud, como las erupciones cutáneas. El cromo hexavalente o cromo VI representa un peligro para la salud de los humanos, mayoritariamente para las personas que trabajan en las industrias del acero y textil. Entre los efectos que causa a la salud figuran las reacciones alérgicas y las erupciones cutáneas, además de irritación en la nariz y sangrado después de ser respirado. También ocasiona debilitamiento del sistema inmune, daño en los riñones e hígado, problemas respiratorios, alteración del material genético, malestar de estómago y úlceras, cáncer de pulmón y muerte.

### **Níquel**

- Vías de entrada al organismo: Ingestión de vegetales procedentes de suelos contaminados e inhalación de vapores de níquel. Los humanos pueden ser expuestos al níquel al respirar el aire, beber agua, ingerir alimentos o fumar cigarrillos.
- Efectos para la salud: En pequeñas cantidades el níquel es esencial, pero cuando es ingerido en muy altas cantidades puede ser peligroso para la salud humana. La exposición a este provoca afecciones en la piel cuando se produce el contacto con agua contaminada y la toma de altas cantidades puede provocar mareos después de la exposición al gas de níquel, embolia de pulmón y fallos respiratorios. También provoca defectos de nacimiento, asma, bronquitis crónica, desórdenes del corazón y reacciones alérgicas como son erupciones cutáneas; mayormente de las joyas. La contaminación con níquel está asociada a diversos tipos de cáncer de pulmón, nariz, laringe y próstata.

## **Manganeso**

- Vías de entrada al organismo: La ingestión de alimentos es la principal trayectoria no ocupacional del manganeso. El intervalo estimado en el consumo diario es de 2-5 mg/día para adultos. La exposición ocupacional está basada fundamentalmente en la inhalación de polvos.
- Efectos para la salud: La inhalación crónica por los humanos afecta básicamente el sistema nervioso (tiempo de reacción visual muy lento, deficiente firmeza de las manos y daño de las pestañas). Otro efecto no cancerígeno es el llamado "manganismo", caracterizado por una disfunción extrapiramidal y neuropsiquiátrica.

## **Arsénico**

- Vías de entrada al organismo: Ingestión, inhalación y por vía dérmica.
- Efectos para la salud: Estudios epidemiológicos muestran que el aumento de riesgo de cáncer de piel, pulmón, hígado y sistemas hematopoyéticos en seres humanos está asociado con la exposición a compuestos inorgánicos de As. Este aumento de riesgos de cáncer es especialmente frecuente entre los trabajadores de fundición y en los que se dedican a la producción y uso de pesticidas arsenicales que exceden los niveles atmosféricos de  $54,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Entre tanto, la intoxicación crónica es mucho más insidiosa en la naturaleza. Tumores de piel, principalmente de baja malignidad, se han reportado después del consumo de agua potable rica en As.

## **Zinc**

- Vías de entrada al organismo: Ingestión e inhalación de los llamados "humos de zinc", además de la vía dérmica por contacto con el óxido de zinc.
- Efectos para la salud: la ingestión en exceso afecta negativamente la supervivencia de todos los mamíferos, incluyendo a los seres humanos, y produce variados trastornos de tipo neurológico, hematológico, inmunológico, renal, hepático, cardiovascular, de desarrollo y efectos genotóxicos.

La enfermedad llamada "fiebre de los humos metálicos", se encuentra comúnmente en los trabajadores industriales expuestos al humo de Zn y se caracteriza por irritación pulmonar, fiebre, escalofríos y gastroenteritis. Los ataques comienzan 4-8 horas después de la exposición y la recuperación en 24 a 48 horas. La patogénesis de la enfermedad es desconocida, pero se cree que es una respuesta inmune a la inhalación de óxido de Zn.

Un ejemplo que permite relacionar las vías de ingreso al organismo con las fuentes de emisión y las aplicaciones de los metales pesados, en paralelo con el riesgo de exposición, pudiera ser el mercurio. El mercurio, como se ha mencionado, se emplea en la fabricación de instrumentos de medición como los termómetros, los cuales, al ser desechados en los hospitales, pasan a formar parte de los residuos hospitalarios peligrosos, pues al ser incinerados, emiten vapores de mercurio metálico que pueden ser inhalados y entrar al organismo vía sistema respiratorio, provocando los efectos en la salud ya citados y poniendo en riesgo a los trabajadores. En el caso que estos vapores sean depositados en el suelo, el mercurio podría ser arrastrado a cuerpos de agua, formarse el metilmercurio, ser transportado por la cadena alimentaria hasta los peces y mariscos y encontrar su reservorio final en el hombre, poniendo en riesgo esencialmente la vida de pescadores y consumidores de productos del mar. Semejante relación ocurre

también en trabajadores mineros cuando inhalan vapores de mercurio durante la fusión de las amalgamas. En este caso la fuente de emisión es la actividad minera, la aplicación es en la explotación minera y el riesgo de exposición lo sufren los mineros por el ingreso del mercurio por la vía respiratoria.

Como en los ejemplos anteriores, la relación entre las fuentes de emisión de los metales pesados, sus aplicaciones, sus vías de ingreso al organismo y el riesgo a intoxicarse los trabajadores expuestos, es muy estrecha.

### **Generalidades sobre la intoxicación ocupacional por metales pesados**

Aunque ya se han analizado los usos de los metales pesados, relacionados con las intoxicaciones ocupacionales, algunos autores<sup>17</sup> plantean que una de las principales fuentes de estos metales es la actividad agrícola desarrollada en suelos, dada la aplicación de fertilizantes (fosfatos) y plaguicidas que contienen trazas de metales pesados. Se destaca el uso frecuente de superfosfatos y otros fertilizantes fosforados que contienen altas concentraciones de Cr, Cu, Ni, Pb, Cd y Zn, además de plaguicidas, que aportan cantidades de Cu y Zn, así como de herbicidas y fungicidas, los cuales pueden aportar contenidos de Hg, de manera que los trabajadores agrícolas están potencialmente afectados por dichos metales.

El mercurio, el plomo y el cadmio están entre los metales pesados más perjudiciales por no estar asociados a rutas metabólicas dentro del organismo. Resulta importante destacar que para el mercurio, las ocupaciones más sensibles a su intoxicación son la minería (en particular la de oro), la pesca (por el riesgo a la ingestión de pescados contaminados) y la odontología.<sup>18-22</sup> En relación con esta última se considera que los odontólogos pueden padecer el síndrome asténico vegetativo o "micromercurialismo", representado por fatiga, anorexia, pérdida de peso y trastornos gastrointestinales.<sup>21</sup> Por otra parte, en las amalgamas dentales se emplea el mercurio elemental y, por tanto, el personal médico está expuesto a los vapores de mercurio que se liberan cuando se realizan o extraen los empastes.

Para el plomo y el cadmio, constituyen oficios con riesgo la reparación de baterías, el trabajo con pigmentos para pinturas, así como la plomería y la soldadura en el caso específico del plomo,<sup>23-27</sup> que tiene como principales vías de entrada al organismo la inhalación de vapores y polvos, así como la adsorción dérmica.

En Cuba, la intoxicación ocupacional por metales pesados es bien tratada y existen los mecanismos para atender de forma especial la salud de los trabajadores. En el Programa Nacional de Salud de los Trabajadores, del Ministerio de Salud Pública, están sentadas las bases para la prevención y control de factores de riesgo ocupacionales y ambientales en los centros y colectivos laborales. La salud y seguridad en el trabajo en Cuba es responsabilidad del Estado y tiene entre sus objetivos garantizar condiciones laborales seguras y saludables, así como prevenir enfermedades profesionales, mediante la identificación, evaluación y control de los factores de riesgo ocupacionales.

### **Intoxicación ocupacional por metales pesados en la provincia de Santiago de Cuba**

Las principales matrices biológicas que han de estudiarse para conocer la prevalencia de intoxicaciones por metales pesados son: la sangre, la orina, el cabello, la saliva y las uñas.<sup>28</sup> Si bien la sangre y la orina son las que más se asocian a este tipo de estudio, en la provincia de Santiago de Cuba, la orina constituye la matriz fundamental para el diagnóstico de la intoxicación por plomo.

En el caso específico del plomo, que es la intoxicación ocupacional por metales más estudiada, el control médico de los empleados que se encuentran relacionados con el uso de este metal comprende pruebas clínicas de los niveles de este elemento en la sangre y la orina. Con un control de este tipo, y la aplicación apropiada de controles de ingeniería, se podría minimizar el envenenamiento por plomo.<sup>26</sup> Los controles de ingeniería son los que requieren hacer cambios al lugar de trabajo con el fin de reducir los riesgos inherentes a este, por lo que imponen rediseñar un proceso determinado. Se prefieren estos tipos de controles a otros como los controles administrativos, porque los primeros promueven cambios permanentes que reducen la exposición a los riesgos y no dependen del comportamiento del trabajador. Al minimizar los impactos de un riesgo en el lugar de trabajo, los controles de ingeniería pueden ser las soluciones más eficaces, pues emplean diseños mejores y más seguros.

La tabla muestra las enfermedades profesionales provocadas por metales pesados entre el 2000 y el 2016, en relación con las profesiones de los diagnosticados en ese período en Santiago de Cuba (Centro Provincial de Higiene Epidemiología y Microbiología, Santiago de Cuba. Cierre de la información, junio de 2016).

En el periodo analizado prevaleció la intoxicación por plomo. Precisamente en algunos estudios,<sup>29-31</sup> se plantea, con lo cual concuerda la autora de este artículo, que la intoxicación por plomo es una de las enfermedades profesionales identificadas y conocidas más antiguas y que el trabajo regular en una de las ocupaciones antes mencionadas es condición suficiente para considerar que existe exposición ocupacional para sufrir enfermedad profesional. Por otra parte, los resultados demuestran que están expuestos a la intoxicación por plomo tanto trabajadores del sector estatal (TE) como trabajadores por cuenta propia (TCP) dedicados a la reparación de baterías, la soldadura y la plomería.

**Tabla.** Diagnóstico de enfermedades profesionales en Santiago de Cuba y su relación con algunas profesiones

Año	Diagnóstico	Total	Profesión
2000	Intoxicación por plomo	1	Reparador de baterías (TCP)
2003	Intoxicación por plomo	1	Mecánico B de baterías (TE)
2009	Intoxicación por mercurio (dermatitis por contacto)	1	Técnica en atención estomatológica (TE)
	Intoxicación por plomo	1	Reparador de baterías (TE)
2010	Intoxicación por plomo	3	Plomero (TE), reparador de baterías (TCP) y soldador (TE)
2011	Intoxicación por plomo	5	Dos reparadores de baterías (TCP) y un ayudante, respectivamente, de plomería (TE), ayudante de soldador (TCP) y Soldador (TCP)
2012	Dermatitis por contacto al óxido de Zinc (ZnO)	1	Asistente dental (TE)
2015	Intoxicación por plomo	1	Soldador (TCP)

Los casos de intoxicación por mercurio y por óxido de zinc estuvieron asociados a la odontología. En relación con el mercurio queda claro en la revisión realizada que el trabajo en esta rama representa un factor de riesgo para sufrir intoxicación por este elemento. El óxido de zinc ha sido menos tratado, pero Gómez<sup>32</sup> plantea que en endodoncia se emplea una mezcla de óxido de zinc y acetato de zinc como cemento sellador, que este cemento tiene la ventaja de ser económico, de fácil adquisición y

manipulación, pero con escasas propiedades biológicas. Otros autores,<sup>33-36</sup> destacan también el uso de los cementos a base de óxido de zinc como uno de los materiales más empleados en odontología restauradora y en endodoncia, debido a su bajo costo, fácil manipulación y remoción, así como a sus propiedades antibacterianas y sedantes, además de que facilitan un buen sellado cavitario; asimismo, destacan que el uso de estos cementos se remonta a 1890 y advierten que además del óxido de zinc como componente básico del polvo sellador, se pueden encontrar otros elementos para adecuar sus condiciones a los diferentes usos clínicos, entre los que destacan el sulfato de bario, el subnitrito de bismuto, la Plata precipitada y el óxido de bismuto.

A partir de los resultados obtenidos en la provincia en el periodo mostrado, así como de lo establecido en el Programa Nacional de Salud de los Trabajadores y de las recomendaciones propuestas por varios autores,<sup>37-40</sup> para el caso particular de la provincia de Santiago de Cuba se recomienda lo siguiente:

- Diseñar estudios que permitan identificar las poblaciones de trabajadores estatales y no estatales más vulnerables a la intoxicación por metales pesados, en especial por plomo.
- Evidenciar, siempre que sea posible, la exposición a través de registros oficiales de mediciones ambientales de plomo, teniendo en cuenta que el límite máximo permisible para el plomo y sus compuestos orgánicos es de 0,05 mg/m<sup>3</sup>.<sup>29</sup>
- Realizar vigilancia epidemiológica en estas poblaciones para identificar las fuentes de exposición e implementar estrategias de mitigación de los efectos tóxicos de los metales pesados, así como también a los trabajadores de las bases de pesca aledañas a la bahía de Santiago de Cuba, por el riesgo potencial de intoxicarse por mercurio, a través de pescados contaminados.
- Implementar estrategias para mitigar en la provincia la liberación de estos tóxicos ambientales en el sector industrial.
- Capacitar al personal con las ocupaciones que se han tratado en este trabajo, con el objetivo que implementen medidas de protección adecuadas y que tengan conocimiento acerca del adecuado uso de las sustancias químicas con las que trabajan.
- Incentivar el uso de medidas de bioseguridad y protección.
- Fortalecer la capacidad de los trabajadores de la salud para el diagnóstico precoz, el tratamiento y la rehabilitación de las personas expuestas a los efectos tóxicos de los metales pesados.
- Incentivar en la provincia la construcción de laboratorios especializados en determinaciones de plomo en sangre y de mercurio en orina.
- Realizar inspección sanitaria estatal a los trabajadores por cuenta propia y recoger en la historia clínica del consultorio médico donde reside el trabajador, el tipo de actividad laboral que realiza y su grado de aptitud.
- Efectuar exámenes periódicos a los trabajadores expuestos, teniendo en cuenta el nivel de riesgo del puesto de trabajo para establecer la frecuencia del examen médico.
- Implementar un sistema integrado de gestión que incluya las direcciones de salud ocupacional, seguridad industrial y protección ambiental, responsables de la vigilancia epidemiológica, la identificación de peligros y la mitigación de los posibles impactos ambientales, respectivamente.

## CONCLUSIONES

Se concluye que existe relación entre la ocupación y las intoxicaciones por metales pesados, particularmente en la provincia de Santiago de Cuba. Las intoxicaciones por plomo estuvieron asociadas con la reparación de baterías, la soldadura y la plomería; las ocasionadas por mercurio y óxido de zinc, con el personal técnico de apoyo a la odontología.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Camacho Barreiro A, Ariosa Roche L. Diccionario de términos ambientales. La Habana: Centro Félix Varela; 1998.p.45.
2. Metales pesados [citado 3 Jun 2012].
3. Ruiz A. Los metales pesados. MoleQla: Revista de Química de la Universidad Pablo de Olavide. 2010 [citado 15 Jun 2016];(0):63
4. Caviedes Rubio DI, Muñoz Calderón RA, Perdomo Gualtero A, Rodríguez Acosta D, Sandoval Rojas IJ. Tratamientos para la remoción de metales pesados comúnmente presentes en aguas residuales industriales. Una revisión. Revista Ingeniería y Región. 2015;13(1):73-90.
5. Doadrio Villarejo AL. Ecotoxicología y acción toxicológica del mercurio. An Real Acad Nac Farm. 2004; 70(4):933-59.
6. Rodríguez Serrano M, Martínez de la Casa N, Romero Puertas MC, del Río LA, Sandalio LM. Toxicidad del cadmio en plantas. Ecosistemas. 2008;17(3):139-46.
7. Gublielmo Madeddu RB. Estudio de la influencia del cadmio sobre el medio ambiente y el organismo humano: perspectivas experimentales, epidemiológicas y morfofuncionales en el hombre y en los animales de experimentación [Tesis doctoral]. Granada: Universidad de Granada. Facultad de Medicina; 2005 [citado 15 Jun 2016].
8. Valdivia Infantas MM. Intoxicación por plomo. Rev Soc Per Med Inter. 2005; 18(1):22-7.
9. Reyes YC, Vergara I, Torres OE, Díaz M, González EF. Contaminación por metales pesados: implicaciones en Salud, ambiente y seguridad alimentaria. Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo. 2016;16(2):66-77.
10. Cortez Pérez JA. Identificación de la concentración de cadmio (Cd), plomo (Pb) y mercurio (Hg), en las aguas de pozo del recinto Los Monos "Cantón Milagro", y su evaluación según la normativa ecuatoriana (NORMA INEN 1108:2014). [Tesis]. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas; 2015 [citado 20 Abr 2016].
11. Abarca Agila ED. Determinación de la toxicidad aguda  $Cl_{50}$ , con plomo en juveniles de Camarón *Litopenaeus vannamei* y alevines de tilapia roja *Oreochromis sp.* [Tesis]. Universidad Técnica de Machalal. Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2014 [citado 19 Sep 2016].

12. García García N, Pedraza Garciga J, Montalvo J, Martínez M, Leyva J. Evaluación preliminar de riesgos para la salud humana por metales pesados en las bahías de Buenavista y San Juan de los Remedios, Villa Clara, Cuba. *Rev Cubana de Química*. 2012; 24(2):126-35.
13. Huancaré Pusari RK. Identificación histopatológica de lesiones inducidas por bioacumulación de metales pesados en branquias, hígado y músculo de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) de cultivo en etapa comercial de la laguna de Mamacocha, área de influencia minera, Cajamarca-Perú [Tesis]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Medicina Veterinaria; 2014 [citado 20 Abr 2016].
14. México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Metales pesados [citado 22 Sep 2016].
15. Gaete H, Aránguiz F, Cienfuegos G, Tejos M. Metales pesados y toxicidad de aguas del río Aconcagua en Chile. *Química Nova*. 2007; 30(4):885-91.
16. Mínguez Alarcón L, Mendiola J, Torres Cantero AM. Calidad seminal y toxicidad de metales pesados y plaguicidas. *Rev Salud Ambient*. 2014;14(1):8-19.
17. Roqueme J, Pinedo HJJ, Marrugo NJL, Aparicio A. Metales pesados en suelos agrícolas del valle medio y bajo del río Sinú, departamento de Córdoba [citado 20 Abr 2016].
18. Casas IC, Gómez E, Rodríguez LM, Girón SL, Mateus JC. Hacia un plan nacional para el control de los efectos del mercurio en la salud en Colombia. *Biomédica*. 2015;35(Supl.2):30-7.
19. Argumedo García MP, Consuegra Solórzano A, Vidal Durango JV, Marrugo Negrete JL. Exposición al mercurio en habitantes del municipio de San Marcos (Departamento de Sucre) debida a la ingesta de arroz (*Oryza sativa*) contaminado. *Rev Salud Pública*. 2013;15(6):903-15.
20. Olivero Verbel J. Efectos de la minería en Colombia sobre la salud humana [citado 20 Abr 2016].
21. Lincoln Keese E, Francesquini Júnior L, Marques Fernández M, Pereira Parreiras D, Sassi C, Picapedra A. Conocimiento del Odontólogo y su equipo auxiliar sobre contaminación por mercurio. *Actas Odontológicas*. 2010;7(1):70-7.
22. Doria Mesquidaz E, Marrugo Negrete J, Pinedo Hernández J. Exposición a mercurio en trabajadores de una mina de oro en el norte de Colombia. *Salud Uninorte*. Barranquilla (Colombia). 2013;29(3):534-41.
23. Pérez Pérez DG. Determinación de la acumulación de cadmio en el suelo del lecho seco del río Nazas, por actividades industriales en Gómez Palacio, Durango [Tesis]. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna, División de Carreras Agronómicas; 2015 [citado 3 May 2016].
24. Acaro Chuquicaña FE, Cahuana Gonzales ML, Cahuana Gonzales TJ. Intoxicación ocupacional por plomo en diversos grupos de trabajadores del cercado de Ica. *Ágora Rev Cient*. 2014;01(01):20-5.

25. Blancas Herrera JL. Análisis del proceso de Deplatado en baño de plomo con inyección de partículas de zinc [Tesis]. Instituto Politécnico Nacional. México, DF: Escuela Superior de Ingeniería Química y Ciencias Extractivas; 2015.
26. Fernández Leaño DG, Narváez EWI. Optimización en la flotación para aumentar la recuperación de plomo-plata en la Unidad Minera Uchucchacua [Tesis]. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica; 2015 [citado 20 Sep 2016].
27. Pájaro Castro NP, Maldonado Rojas W, Pérez Gari NE, Díaz Cuadro JA. Revisión de las implicaciones ocupacionales por exposición al plomo. Informador Técnico (Colombia). 2013;77(2):183-91.
28. Tirado Amador LR, González Martínez FD, Martínez Hernández LJ, Wilches Vergara LA, Celedón Suárez JN. Niveles de metales pesados en muestras biológicas y su importancia en salud. Rev Nac Odontol. 2015;11(21):83-99.
29. Enfermedades ocupacionales por metales pesados. Protocolo No. 8. En: Protocolos de diagnóstico y evaluación médica para enfermedades profesionales [citado 20 Sep 2016].
30. Azcona Cruz MI, Ramírez Ayala R, Vicente Flores G. Efectos tóxicos del plomo. Rev Esp Méd Quir. 2015;20:72-7.
31. García Salazar JE. Determinación de plomo sérico en sangre, como indicador de intoxicación en militares de la FAE especializados en la manipulación de combustibles de aviones [Informe de investigación]. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias de la salud; 2015 [citado 20 Sep 2016].
32. Gómez Montoya PA. Cementos selladores en endodoncia [citado 22 Sep 2016].
33. Carranza Meza HP. Técnica del tratamiento restaurador atraumático (TRA) utilizando pasta de óxido de Zinc y eugenol [Tesis]. Universidad de Guayaquil. Facultad Piloto de Odontología; 2015 [citado 22 Sep 2016].
34. Izquierdo Montalvo EM. Eficacia de la pasta CTZ como material de obturación en los tratamientos de endodoncias no instrumentadas en molares necróticos con fístula de la primera dentición [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca. Facultad de Odontología; 2014 [citado 22 Sep 2016].
35. Salazar Alfaro KD. Evaluación in vitro de la microfiltración apical de conductos radiculares obturados utilizando 2 cementos a base de óxido de zinc, grossdent y endobalsam, en piezas dentarias unirradiculares [Tesis]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Odontología; 2012 [citado 22 Sep 2016].
36. Mendoza Saltos GJ. Utilización del óxido de zinc-eugenol con técnica de condensación lateral en dientes anteriores superiores [Tesis]. Universidad de Guayaquil. Facultad Piloto de Odontología; 2014 [citado 22 Sep 2016].
37. Arias Gallegos WL. Revisión histórica de la salud ocupacional y la seguridad industrial. Rev Cubana Salud y Trabajo. 2012;13(3):45-52.
38. Granda Ibarra A, Fernández Díaz IM, Castellanos Ortiz JA, Santana López S, Kuper Herrera S, Martínez Rotella AD, et al. Clínica ocupacional [citado 20 Sep 2016].

39. Espitia Arrieta EA. La Estrategia HSE (Health-Security-Environment) en el sector de la construcción, Montería un caso especial. Rev Ingeniería al día. 2015;1(1):54-66.
40. Del Castillo Martín NP, Ibarra Fernández de la Vega EJ, Alonso Travieso A, Sepúlveda Mejía DL. Un problema de salud ocupacional aún no resuelto, en particular en el Tercer Mundo: el mercurio como contaminante del ambiente laboral. Rev Cubana Salud y Trabajo. 2015;16(1):49-54.

Recibido: 26 de septiembre de 2016.

Aprobado: 19 de octubre de 2017.

*MSc. Dunia Rodríguez Heredia.* Facultad de Ingeniería Química y Agronomía, Universidad de Oriente. Avenida de Las Américas S/N. Santiago de Cuba, Cuba. Correo electrónico: [duniarh@uo.edu.cu](mailto:duniarh@uo.edu.cu)