



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE BIOANÁLISIS
DEPARTAMENTO CLÍNICO INTEGRAL
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



**ASOCIACIÓN DE LOS NIVELES DE MERCURIO EN ORINA CON LOS
SÌNTOMAS Y SIGNOS DEL PERSONAL ODONTOLÓGICO DEL IPSFA
MARACAY ESTADO ARAGUA**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título profesional
de Licenciado en Bioanálisis**

Por:

Br. Lesly Ríos

Br. María Brazón

Tutores Científicos:

Msc. Andreina Reyes

Msc. Bibi Nazila Alí

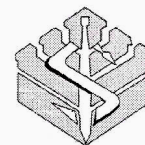
Tutora Metodológica:

Dra. Daría Camacho

La Morita, Marzo 2015



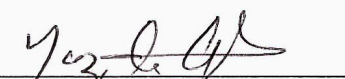
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE BIOANÁLISIS SEDE ARAGUA
DEPARTAMENTO CLÍNICO INTEGRAL
ASIGNATURA: TRABAJO DE INVESTIGACIÓN




VEREDICTO

Nosotros los abajo firmantes, miembros del jurado evaluador del Trabajo de Investigación titulado: “Asociación de los niveles de mercurio en orina con los signos y síntomas del personal odontológico del IPSFA, Maracay estado Aragua”, presentado por las bachilleres: Ríos Lesly, C.I: V-18.177.638 y Brazón María, C.I: V-20.068.006, con el fin de aprobar la Asignatura Trabajo de Investigación; después de la exposición y discusión pública del citado trabajo, consideramos que el mismo reúne los requisitos para **APROBARLO** como tal. En fe de lo cual se levanta la presente acta, el día 06 del mes de abril del año dos mil quince, dejando constancia de que, conforme a lo dispuesto por la normativa vigente, actuó como Coordinadora del jurado, la Profa. Daria Camacho.

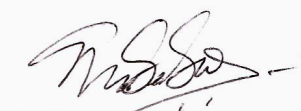
Por otra parte se hace constar, para efectos académicos de convalidación, que el presente trabajo representa el equivalente al Trabajo de Grado reconocido en otras instituciones y el contenido del veredicto es auténtico.


Profa. Nazila Al
C.I. 16.676.508


Tutora científica


Profa. Andreina Reyes
C.I. 7.141.598

Tutora científica


Profa. Magola
Fernández
C.I.
Jurado evaluador




Profa. Daria Camacho
C.I. 9.831.961

Coordinadora del
jurado

INDICE GENERAL

	PP
LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE TABLAS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general.....	7
Objetivos específicos.....	7
MATERIALES Y MÉTODOS	
Tipo de Investigación.....	8
Población y Muestra.....	8
Técnica e instrumento de recolección de datos.....	9
Procedimiento Experimental.....	9
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
Resultados.....	12
Características demográficas y laborales de la población.....	12
Caracterización de las condiciones laborables.....	13
Signos y síntomas que presentaron los trabajadores.....	13
Concentración de mercurio en orina de los trabajadores del área odontológica.....	14
Relación de los niveles de mercurio y la sintomatología presentada por los trabajadores odontológicos.	16
CONCLUSIONES	17
RECOMENDACIONES	18
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
ANEXOS	26
Anexo A. Consentimiento informado.....	27
Anexo B. Hoja de Datos.....	30
Anexo C. Guía de Inspección de las Condiciones Generales del Medio Ambiente de Trabajo.....	33

LISTA DE FIGURAS

Nº		PP
1.	Emisión de vapores fríos en determinación de mercurio en orina	10
2.	Porcentaje de personal con signos y/o síntomas asociados a la exposición por mercurio	13
3.	Histograma de frecuencias absolutas para la relación Hg/creatinina en relación al nivel de tolerancia en orina.	
4.	Concentración de Hg ($\mu\text{g/g}$) creatinina en trabajadores que no presentaron signos y/o síntomas asociados a la exposición a mercurio	15
5	Concentración de Hg ($\mu\text{g/g}$) creatinina en trabajadores que presentaron signos y/o síntomas asociados a la exposición a mercurio	16
6	Relación de valores de concentración de Hg en orina entre trabajadores que presentaron o no síntomas asociados a la exposición a mercurio	16

LISTA DE TABLAS

Nº		PP
1.	Características demográficas y laborales de la población estudiada.....	12
2.	Signos y síntomas presentes en los trabajadores del IPSFA.....	14



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
ESCUELA DE BIOANÁLISIS
SEDE ARAGUA**



**ASOCIACIÓN DE LOS NIVELES DE MERCURIO EN ORINA CON LOS
SÍNTOMAS Y SIGNOS DEL PERSONAL ODONTOLÓGICO DEL IPSFA
MARACAY ESTADO ARAGUA**

Bachilleres: María Brazón

Lesly Rios

Tutora Científica: Msc. Bibi Nazila Alí

Tutora Científica: Msc. Andreína Reyes

Tutora Metodológica: Dra. Daría Camacho

RESUMEN

La exposición por mercurio constituye, cada vez más, un factor de riesgo para la mayoría de las poblaciones del mundo. Particularmente en odontología, existe una gran polémica acerca de la seguridad del uso de las amalgamas dentales en los pacientes, y se ha demostrado el riesgo ocupacional al cual está expuesto el personal que labora en el área odontológica. Por ello, se propuso lograr los siguientes objetivos: 1. Caracterizar las condiciones laborales del área odontológica del IPSFA Aragua. 2. Describir los signos y síntomas que presentan los trabajadores odontológicos bajo estudio. 3. Determinar la concentración de mercurio en orina de los trabajadores del área odontológica. 4. Relacionar los niveles de mercurio y la sintomatología presentada por los trabajadores del área de odontológica. Los resultados no excedieron el límite permisivo para el personal expuesto, siendo este menor o igual a 35 µg-Hg /g de creatinina.

Palabras clave: exposición, mercurio, odontología, sintomatología



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
ESCUELA DE BIOANÁLISIS
SEDE ARAGUA



**ASSOCIATION OF LEVELS OF MERCURY IN URINE SYMPTOMS AND SIGNS
DENTAL STAFF OF STATE Aragua Maracay IPSFA**

Bachilleres: María Brazón
Lesly Ríos

Tutora Científica: Msc. Bibi Nazila Alí

Tutora Científica: Msc. Andreína Reyes

Tutora Metodológica: Dra. Daría Camacho

ABSTRACT

Mercury exposure is, increasingly, a risk factor for most of the world's populations. Particularly in dentistry, there is much debate about the safety of using dental amalgam in patients, and demonstrated the occupational risk to which it is exposed personnel working in the dental area. So I set out to achieve the following objectives: 1. Characterize the working conditions of dental IPSFA area Aragua. 2. Describe the signs and symptoms that dental workers under study. 3. Determine the concentration of mercury in urine of workers odontológica.4 area. Relate mercury levels and symptoms presented by the dental area workers. The results did not exceed the permissive limit for exposed personnel, this being less than or equal to 35 mg-Hg / g creatinine.

Keywords: exhibition, mercury, dentistry, symptomatology

INTRODUCCIÓN

La contaminación por mercurio, constituye cada vez más un factor de riesgo para la mayoría de las poblaciones del mundo, situación que puede ser generada por una serie de accidentes o incidentes derivados de la inapropiada manipulación, almacenamiento, transporte y posterior desecho de estas sustancias químicas o materiales clasificado como peligrosos. En tal sentido, dicho evento puede dejar como consecuencia numerosos efectos adversos en la salud humana y en los ecosistemas naturales (Gaona, 2004). Este metal pesado, es una de las diez sustancias químicas que ocasionan problemas de salud pública (OMS, 2013). Particularmente en odontología, existe una gran polémica acerca de la seguridad del uso de las amalgamas dentales en los pacientes, y se ha demostrado el riesgo ocupacional al cual están expuestos los dentistas y todo el personal que labora en el área odontológica. Esto debido a que el mercurio es utilizado para la elaboración de las amalgamas empleadas en la restauración de los dientes tratados por caries, el cual consiste en una aleación de color gris metálico compuesta por mercurio líquido, plata, cobre, estaño y una pequeña cantidad de zinc; donde el mercurio hace posible la aleación entre los demás metales y facilita el endurecimiento del material restaurado una vez que ha sido colocado en el diente (Echeverría, 1998).

Las exposiciones ocupacionales al vapor de mercurio pueden originar intoxicaciones a nivel de órganos y sistemas, especialmente el sistema nervioso central y periférico (OMS, 2013). Entre los signos y síntomas agudos por inhalaciones de estos vapores se encuentran: salivación, estomatitis, sabor metálico, dolor abdominal, diarrea, disnea, tos, fiebre, desasosiego y bronquitis. En caso de exposiciones crónicas: múltiples alteraciones del sistema nervioso como vértigo, irritabilidad, neuritis periférica, temblores, entre otros. (Melo, 2000).

La intoxicación en los consultorios dentales, generalmente de carácter crónico, es causada por la exposición prolongada a vapores de mercurio, peligro al cual se encuentra expuesto de manera constante el personal en caso de no hacer

uso de las precauciones requeridas para el proceso de la preparación de la amalgama (Nadorfy, 2000).

En odontología, el mercurio es utilizado para la elaboración de las amalgamas empleadas en la restauración de los dientes tratados por caries. Se ha demostrado que las buenas prácticas en el trabajo odontológico reducen los niveles de mercurio en la orina relacionados con afecciones del comportamiento. La Asociación Dental Americana (ADA) considera que los riesgos de exposición mercurial en las labores de odontología son escasos si el personal que trabaja en dicha área cumple con las normas de prevención e higiene existentes (Aguzzi, 2010).

El mercurio es un metal líquido, de color plata brillante, buen conductor de electricidad y relativamente inerte frente al oxígeno y los ácidos. En su forma líquida es muy volátil, liberando vapores de mercurio elemental. Aunque no es soluble en agua, algunos de sus compuestos tienen alta solubilidad en líquidos tanto polares como no polares. (Wendroff, 1990)

En cuanto a su toxicidad, el mercurio y sus compuestos pueden ser clasificados según su grado de toxicidad. Los compuestos mercuriales orgánicos, como el metilmercurio (CH_3Hg^+), son más tóxicos que los vapores de mercurio elemental, pese a que estos últimos son los que tienen mayor impacto en odontología. El vapor de mercurio es absorbido en un 80-90% por el tracto respiratorio, llegando a los alvéolos y penetrando al torrente sanguíneo (Fuentes, 2003).

De acuerdo con sus propiedades químicas y las diferentes formas de interacciones biológicas, el mercurio tiene una toxicocinética específica: es soluble en lípidos y altamente difusible a través de las biomembranas y bio-oxidado intracelularmente a mercurio inorgánico, el cual es soluble en agua y menos difusible a través de las biomembranas. El mercurio orgánico es soluble en lípidos y rápidamente degradable en el organismo (Ellingsen, 2001).

En relación a su toxicodinamica se ha descrito que el mercurio puede unirse a través de enlaces covalentes al azufre de los grupos sulfhídricos; reemplaza el ion hidrógeno ubicado en estos grupos, lo que da como resultado disfunción de los complejos enzimáticos, mecanismos de transporte, membranas y alteración del funcionamiento de las proteínas estructurales. El mercurio reacciona con grupos fosforilados, carboxilados y aminados. Los iones de mercurio son precipitantes de proteínas, causan necrosis severa por contacto directo con los tejidos, a nivel de boca, esófago, piel, conjuntivas, córnea, tracto gastrointestinal y su ruta de excreción es renal. (Gutiérrez, 2008).

Este elemento ha sido utilizado en diversas áreas, entre las que destacan el área odontológica, donde se encuentra el área de la operatoria dental, que se encarga de recuperar la anatomía perdida de los dientes por los procesos de caries dentales. El mercurio es utilizado para la elaboración de las amalgamas, las cuales consisten en una aleación de color gris metálico compuesta por mercurio líquido (50%), plata (35%), cobre (2%), estaño (13%) y algunas veces zinc (Chang, 1996).

Esta es una de las razones por las cuales el nivel de exposición al metal en el personal que labora en el área quirúrgica, ha aumentado los niveles de este metal en el plasma sanguíneo y en la orina; siendo los valores de referencia para muestras de orina, en personas expuestas al mercurio de 15 – 35 $\mu\text{g/g}$ creatinina, según la *American Conference of Governmental Industrial Hygienist* (ACGIH, 2007).

Debido a que la exposición a corto plazo y a altas concentraciones de vapor de mercurio ocasiona efectos respiratorios, cardiovasculares, gastrointestinales e incluso neurológicos, el sistema nervioso es el objetivo toxicológico más sensible, ya que el mercurio tiene la capacidad de atravesar la barrera hematoencefálica, de modo que las lesiones, en su mayoría, se centran en la corteza cerebral, específicamente en la sustancia gris y en los lóbulos occipital y temporal. Por lo

tanto, los trastornos neurológicos y de comportamiento han sido reportados como los primeros signos de intoxicación (OPS, 2011).

Como se observa, la exposición por altos niveles de mercurio son un problema ocupacional, La constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999), La Ley Orgánica del Trabajo (2012), La Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente (LOPCYMAT, 2005), señalan la importancia de cuidar el bienestar y seguridad de los empleados. Entre las normas vigentes para el manejo apropiado de mercurio para disminuir el nivel de exposición al metal se encuentran las normas COVENIN 3021:1998; 1056-1-91; 2237-89; 2250-2000; 2252-1998; 2253-1997.

Debido a la importancia que tiene este problema, algunos autores, tales como Melo, (2000) quien investigó la exposición mercurial y estado de salud del personal que labora en el servicio de odontología de la unidad IPASME Barquisimeto, utilizando una muestra de cuarenta y siete (47) trabajadores del servicio de odontología, lo cual representa 92% del total de la población. El objetivo fue investigar la presencia de mercurio elemental en la orina recolectada en 24 horas. Entre los resultados más relevantes, se encontró que la población estudiada presentó niveles aceptables de mercurio, en orina: 62% el nivel básico (0,6µg/L), 17% para cifras entre 07-14 µg/L, un 19% para cifras entre 15, 29 µg/L y 2% en el nivel de intoxicación pre clínica, no encontrándose valores iguales o mayor a 50 µg/L, considerado como el indicativo de contaminación mercurial.

Fuentes y cols. (2007), determinaron los niveles de mercurio presentes en el personal odontológico de un hospital venezolano, con el fin de evaluar el riesgo ocupacional. Para ello, se colectaron muestras de sangre y orina del personal que laboraba en la unidad odontológica, los días lunes y viernes de cada semana durante cuatro semanas. El contenido de mercurio fue determinado mediante espectroscopia de absorción y fluorescencia atómica con vapor frío. Mediante análisis de varianza, se probaron estadísticamente las hipótesis relacionadas con

la similitud de los valores de mercurio para los diferentes grupos humanos analizados y para los diferentes periodos de muestreo. Los niveles de mercurio en las muestras de orina del personal en estudio resultaron por debajo del nivel umbral reseñado por la OMS en 50 µg/L (ppb) de Hg, indicando así que aunque el personal en estudio permanecía expuesto no presentaron riesgo ocupacional.

Aguzzi (2010) realizó una investigación de tipo descriptiva, acerca del metal pesado mercurio, estableciendo que ha sido catalogado como material peligroso debido a los graves daños que ocasiona a la salud y el ambiente. Concluyendo que la inhalación de vapor de mercurio por un periodo prolongado causa el mercurialismo, también llamado hidrargirismo, el cual es una enfermedad que se caracteriza por la manifestación de una triada clásica de temblor, gingivitis y eretismo.

Torres y cols. (2013), evaluaron comparativamente los niveles de exposición al mercurio y sus manifestaciones neurológicas en los residentes de las comunidades ribereñas en el estado de Pará, (Brasil). Las concentraciones de mercurio total en el cabello se cuantificaron por espectrofotometría de absorción atómica y la evaluación neurológica se realizó mediante el análisis de rutina. Las concentraciones de mercurio en las comunidades Tapajó fueron más altas que en Tocantins ($p < 0,01$). La evaluación de los trastornos neurológicos no mostró diferencias significativas entre las comunidades de las zonas expuestas, ni en el control de los resultados observados durante el examen neurológicos convencional, excepto por desviación de la marcha ($p < 0,05$). Se concluyó que, si bien existen niveles de exposición al mercurio, hubo una baja frecuencia de cambios, cuyo examen neurológico fue estándar somatosensorial.

Como se puede evidenciar son pocos los estudios realizados para determinar exposición mercurial en personal de riesgo y en los que se han llevado a cabo, las evidencias indican que no hay riesgos ocupacionales. Sin embargo, se reconoce el rol de mercurio como un contaminante causante de graves daños a la

salud; En este trabajo se consideró la evaluación del personal del área odontológica del IPSFA Maracay Estado Aragua, sobre sus niveles de mercurio en orina, siendo asociados con signos y síntomas presentado por los mismos; a su vez, evaluar los riesgos de la manipulación y exposición al mercurio, y la responsabilidad de tomar medidas preventivas o terapéuticas en mejoras de la salud de este grupo de trabajadores.

OBJETIVOS

Objetivo General

Asociar los niveles de mercurio en orina con los síntomas y signos del personal odontológico del IPSFA Maracay Estado Aragua.

Objetivos específicos:

- Caracterizar las condiciones laborales del área odontológica del IPSFA Aragua.
- Describir los signos y síntomas que presentan los trabajadores odontológicos bajo estudio
- Determinar la concentración de mercurio en orina de los trabajadores del área odontológica.
- Relacionar los niveles de mercurio y la sintomatología presentada por los trabajadores del área de odontológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de Investigación

La investigación realizada fue de tipo descriptiva, ya que se determinaron los niveles de mercurio en orina y se relacionaron con los síntomas y signos del personal odontológico del IPSFA, Maracay, Estado Aragua. Además, fue de corte transversal, puesto que se realizó en un tiempo determinado.

Población y Muestra

La población estuvo constituida por 42 trabajadores que laboran en el servicio de odontología del IPSFA del Estado Aragua, distribuido de la siguiente manera, Odontólogos, Asistentes dentales, Personal administrativo y Obrero.

Una vez aplicados los criterios de inclusión y exclusión, la muestra estuvo conformada por 24 trabajadores, a quienes se le hizo entrega de un consentimiento informado (Anexo A), donde se explicó el objetivo, detalles y beneficios del estudio para ellos.

Criterios de Inclusión

- Sexo: ambos
- Edad: ≥ 20 años
- Antigüedad laboral: > 12 meses
- Permanencia: al menos $\geq 50\%$ de la jornada laboral

Criterios de Exclusión

- No presentar enfermedad sistémica crónica y/o aguda como enfermedad renal aguda o crónica.
- Edad: < 20 años

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Se realizó mediante la aplicación de una encuesta de tipo cerrada (anexo B) al personal que labora en el área odontológica del IPSFA Maracay, estado Aragua, con el fin de proporcionar información referente a estadística definida. Adicionalmente, se realizó una guía de inspección de las condiciones generales del medio ambiente de trabajo (anexo C) y la observación directa y presencial, siendo una percepción activa, orientada a seleccionar, organizar y relacionar los datos referentes al problema planteado.

Muestra biológica:

Consistió en orina parcial, obtenido de trabajadores del servicio de odontología del IPSFA para la determinación de los niveles de mercurio y creatinina. Una vez que se recolectaron las muestras de orina en envases de plástico desechables, se transportaron refrigeradas a temperaturas entre 2-8°C al Laboratorio de Metales Pesados de la Universidad de Carabobo Núcleo Aragua.

Procedimiento Experimental

Determinación de Mercurio.

La determinación de mercurio en orina se realizó por el método de espectrofotometría de vapor frío. Para ello se tomaron 4 mL de muestra de orina sin centrifugar y se incorporaron a un muestreador de vidrio, al que se le agregaron 7 mL de ácido nítrico (HNO_3) concentrado, el cual permitió la separación del metal (Hg) de las demás sustancias presentes en la muestra. Luego de 5 minutos, se adicionaron 60 mL de agua destilada y 1 mL de cloruro estañoso (SnCl_2) al 20%. Este último redujo el Hg a su forma elemental (Hg^{0}) y a su vez detuvo la reacción en este punto e inició la emisión de vapores fríos (figura 2). Por otra parte, el aereador del espectrofotómetro permitió la medición de absorbancia de las muestras a 253,7 nm, emitiendo radiación a la fuente de luz, siendo detectado por un fototubo; esta lectura es dada a 100% de transmitancia por el espectrofotómetro Bacharach modelo MAS-50B (espectrofotómetro de

vapor frío), esta lectura fue llevada a Absorbancia ($A = 2 - \log. \% T$), la cual es proporcional a la concentración de Hg en orina.



Figura 1. Emisión de vapores fríos en determinación de mercurio en orina

Determinación de creatinina

La determinación de creatinina en orina se realizó para evaluar la función renal del paciente, con el fin de establecer el criterio de aceptación de los resultados. La misma se efectuó por método colorimétrico para el cual se procedió a diluir la muestra cien veces (1/50), con agua destilada, obteniendo un volumen final de 5 mL. Posteriormente, se tomó una alícuota de 0,5 mL de muestra, se adicionaron 2 mL del reactivo picrato alcalino (NaOH al 10% + ácido pícrico al 2%) y 0,5 mL de agua destilada; al mismo tiempo se calibró el instrumento. Para ello se preparó un patrón, agregando a un tubo de ensayo de 13 x 100, 0,5 mL de patrón de creatinina de 20 mg/L más 0,5 mL de agua destilada y 2 mL del reactivo picrato alcalino; se ajustó el equipo a 0 de absorbancia y 100% de transmitancia. Adicionalmente se realizó un blanco reactivo al cual se añadieron 2 mL del reactivo de picrato alcalino a 0,5 mL de agua destilada. Se procedió a mezclar por inversión los tres tubos de ensayo (blanco reactivo, patrón y muestra), y se incubó por 20 minutos a temperatura ambiente, luego fue leído en un espectrofotómetro

de absorción atómica Millenium 3 a 510 nm. La lectura emitida fue proporcional a la concentración de creatinina en la muestra. Wiener lab (2000).

RESULTADOS

Características demográficas y laborales de la población

El grupo de personas estudiadas estuvo constituido por 24 trabajadores, los cuales 22 pertenecen al sexo femenino y 2 al sexo masculino, representando 92% y 8% respectivamente, quienes además se encuentran distribuidos por área de ocupación de la siguiente manera: 17 odontólogos, 4 asistentes de odontología y 3 del área administrativa, que laboran Ben el centro odontológico del IPSFA, Maracay, Edo. Aragua; con edades comprendidas entre 28 y 67 años y un promedio de 45 ± 7 años, con intervalo de 38 a 52 años; presentando además una antigüedad laboral media de 17 ± 7 con un intervalo de 10 a 24 años. Por otra parte se determinó que 75 % del personal cumple con los criterios de bioseguridad establecidos en su área laboral (Tabla 1).

Tabla 1: Características demográficas y laborales de la población estudiada (n= 24)				
	MEDIA	D.E	RANGO	Nº (%)
EDAD (años)	45	± 7	38 - 52	-
SEXO				
Femenino	-	-	-	22 (92)
Masculino	-	-	-	2 (8)
ANTIGÜEDAD LABORAL	17	± 7	10 - 24	-
BIOSEGURIDAD				
Si cumple	-	-	-	18 (75)
No cumple	-	-	-	6 (25)
OCUPACIÓN				
Odontólogo	-	-	-	17 (70)
Asistente/odontología	-	-	-	4 (17)
Administrativo	-	-	-	3 (13)

LEYENDA: D.E: Desviación Estándar. Nº %: Número y porcentaje de trabajadores que cumplieron una característica dada.

Caracterización de las condiciones laborables del área odontológica del IPSFA Maracay Estado Aragua

La observación realizada en el centro odontológico con el fin de inspeccionar las condiciones del medio ambiente laboral, tales como la distribución de espacios, mantenimiento de instalaciones, medidas sanitarias, sistema eléctrico, señalización, prevención y extinción de incendios, se encuentra, según lo establece las normas Consejo Venezolano de Normas Industriales (COVENIN)2237-89.

Signos y síntomas que presentaron los trabajadores del área odontológica del IPSFA, Maracay Estado Aragua

De los 24 trabajadores que participaron en la investigación, sólo 9(38%) presentaron uno o más signos y/o síntomas asociados a la exposición a mercurio (Figura 2), siendo insomnio y problemas gástricos los parámetros con mayor frecuencia reflejando 56 % y 44% respectivamente (Tabla 2).



Figura 2. Porcentaje de personal con signos y/o síntomas asociados a la exposición por mercurio.

Tabla 2. Signos y síntomas presentes en los trabajadores de la Clínica Odontológica IPSFA, Maracay, estado Aragua.

Signos y/o síntomas	Número de trabajadores	Porcentaje de trabajadores con signos y/o síntomas
Insomnio	6	67%
Cardiovasculares	3	33%
Gastrointestinales	3	33%
Hipertensión	3	33%
Disminución de memoria	3	33%
Nerviosismo	2	22%
Tos	1	11%
Nauseas	1	11%
vómitos	1	11%
Diarrea	1	11%
Espasmos musculares	1	11%
Dificultad respiratoria	-	-
Edema pulmonar	-	-
Hemorragia gastrointestinal	-	-
Labilidad emocional	-	-
Timidez excesiva	-	-
Irritabilidad	-	-
Disminución de autoconfianza	-	-
Debilidad neuromuscular	-	-
Atrofia muscular	-	-
Temblores	-	-
Parestesia	-	-
Polineuropatía	-	-
Hiperreflexia	-	-
Dolor en el pecho	-	-

Concentración de mercurio en orina de los trabajadores del área odontológica

Se determinó que la concentración promedio de mercurio en orina parcial de los trabajadores del área odontológica fue de $1,36 \pm 0,93 \mu\text{g-Hg} / \text{g-creatinina}$ con un intervalo de 0,43 a $2,29 \mu\text{g Hg} / \text{g-creatinina}$. Presentaron concentraciones de mercurio en orina en un rango de 0,034

a 3,09 μ g Hg/g creatinina (Figura 3), lo cual en contraste con los valores obtenidos de los trabajadores que no presentaron síntomas, cuyo rango se reflejó entre 0,105 a 4,54 μ g Hg μ g/g creatinina (Figura 4),

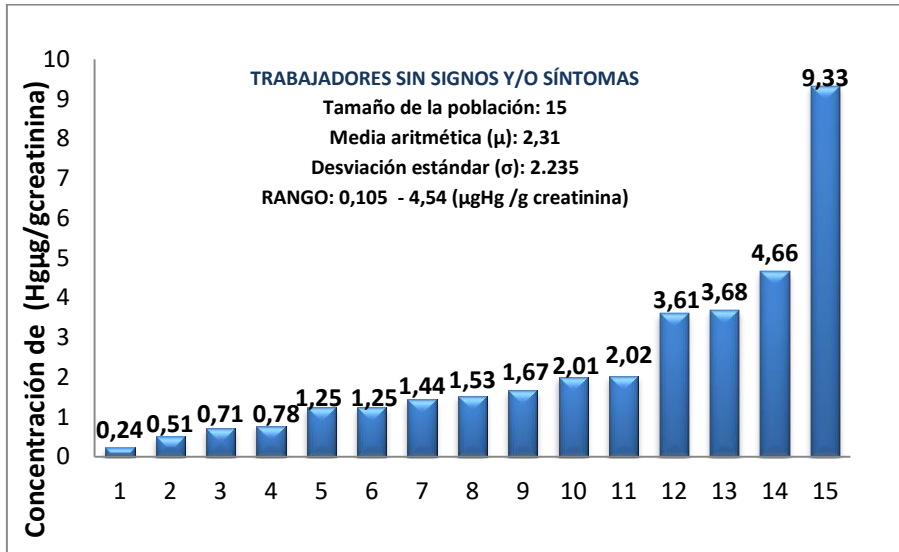


Figura 3. Concentración de Hg (μ g/g) creatinina en trabajadores que no presentaron signos y/o síntomas asociados a la exposición a mercurio.



Figura 4. Concentración de Hg (μ g/g) creatinina en trabajadores que presentaron signos y/o síntomas asociados a la exposición a mercurio.

Relación de los niveles de mercurio y la sintomatología presentada por los trabajadores odontológicos.

La prueba de medias de t de Student indicó que estos valores son estadísticamente inferiores al máximo tolerable, ($t=-77,49$; 24 gdl; $p=1,0000$), y los resultados de todos los pacientes no excedieron el límite permisivo para el personal expuesto, siendo este menor o igual a $35 \mu\text{g-Hg/g-creatinina}$, en la figura 3 se evidencia este comportamiento. Lo que indica que los niveles de concentración de mercurio en orina en relación con los síntomas presentados por los trabajadores del área odontológica, no mostraron significancia relevante (Figura 5). Atribuyendo estos síntomas a otros factores no relacionados a la exposición a mercurio.

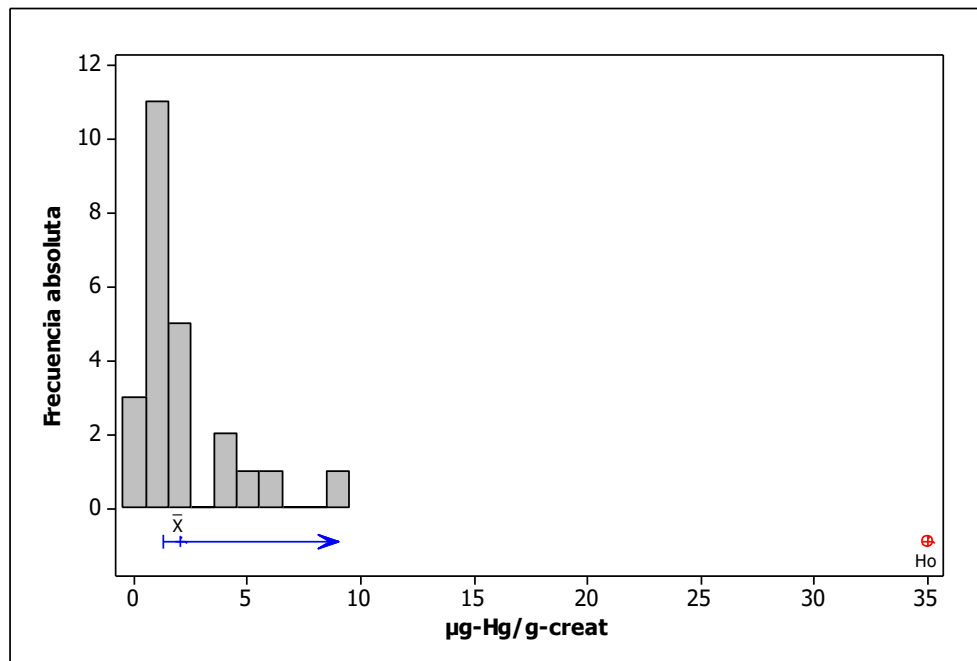


Figura 5. Histograma de frecuencias absolutas para la relación Hg/creatinina en relación al nivel de tolerancia en orina.

CONCLUSIÓN

El personal odontológico que labora en el IPSFA de Maracay, Edo. Aragua con riesgo de exposición al mercurio, presentó niveles de concentración de mercurio en orina por debajo del umbral permisivo para el personal expuesto, esto se puede asociar a que tanto el centro odontológico como el personal que labora, cumple con las normas de prevención, higiene y condiciones de bioseguridad adecuadas para reducir al mínimo el riesgo de contaminación.

La presencia de signos y síntomas asociados a contaminación por mercurio en el personal expuesto no posee una relación directa con los niveles de concentración de mercurio detectados en la determinación analítica, lo que indica la posible presencia de uno o más factores distintos a este, que generen la aparición de estos signos y síntomas reportados por el personal.

El cumplimiento de las normas de prevención, higiene y seguridad en el centro odontológico del IPSFA Maracay, Edo. Aragua, es un factor determinante en la reducción del riesgo de exposición y contaminación por mercurio al personal que labora en dicha institución.

RECOMENDACIONES

Desarrollar futuras investigaciones que permitan establecer un diagnóstico diferencial para el personal que presentó signos y síntomas asociados a contaminación con mercurio.

Extender estudio a otros centros odontológicos IPSFA para evaluar el riesgo de exposición por mercurio en relación a los criterios de prevención higiene y bioseguridad aplicados en el centro laboral.

Sustituir el uso de mercurio por nuevas técnicas odontológicas, tales como resinas con aleaciones de porcelana (polimetacrilato de metilo) e ionómeros de vidrio.

Glosario de términos

➤ Mercurio (Hg):

Es un metal líquido, de color plata brillante, buen conductor de electricidad y relativamente inerte frente al oxígeno y los ácidos. En su forma líquida es muy volátil, liberando vapores de Hg elemental, aunque no es soluble en agua, algunos de sus compuestos tienen alta solubilidad en líquidos tanto polares como no polares. Wendroff,(1990).

El Hg, debido a su elevada capacidad calorífica, es el líquido por excelencia utilizado en la construcción y diseño de los termómetros comunes. Su alta densidad (13,6 veces mayor que la del agua a temperatura ambiente) hace de este metal un líquido apropiado para los manómetros. Se emplea en amalgamas y múltiples aplicaciones industriales (Wendroff, 1990).

➤ Hidrargirismo:

Es el conjunto de trastornos patológicos causados por una intoxicación aguda o crónica producida por mercurio. Puede producirse si el paciente ha inhalado vapores de mercurio ya sea por vía interna o externa.

El mercurio se empleaba en la agricultura como fungicida en la conservación de simientes, en la industria papelera, en la producción de hipoclorito de sodio, de acetaldehído, del difundido PVC y otros productos. Llega por distintos conductos al agua, como vertidos industriales y a través del terreno. (Grolier 2001)

➤ Toxicocinetica:

De acuerdo con sus propiedades químicas y las diferentes formas de interacciones biológicas, el mercurio, tiene una toxicocinética específica: el mercurio elemental es soluble en lípido, altamente difusible a través de las

biomembranas y bio-oxidado intracelularmente a Hg inorgánico, el cual, es soluble en agua y menos difusible a través de las biomembranas; el mercurio orgánico es soluble en lípidos y rápidamente degradable en el organismo (Ellingsen, 2001).

El mercurio ingresa al organismo por tres vías: respiratoria, digestiva y cutánea; siendo la vía inhalatoria la más importante para el mercurio elemental alcanzado niveles en sangre del 80% del volumen inhalado (Ramírez, 2008). Los vapores de mercurio elemental son depositados en el tracto respiratorio, dada su alta presión de vapor penetrando al árbol bronquial. Al ser oxidado en los eritrocitos a iones de mercurio se distribuye a cerebro, riñón e hígado en mínimas cantidades. Su excreción es predominantemente renal (Boening, 2000).

➤ **Toxicodinámica:**

El mercurio puede unirse a través de enlaces covalentes al sulfuro de los grupos sulfhídricos; reemplaza el ion hidrógeno ubicado en estos grupos, lo que da como resultado disfunción de los complejos enzimáticos, de los mecanismos de transporte y de las membranas y alteración del funcionamiento de las proteínas estructurales. El mercurio reacciona con grupos fosforilados, carboxilados y aminados (Gutiérrez, 2008). Los iones de mercurio son precipitantes de proteínas, causan necrosis severa por contacto directo con los tejidos, a nivel de boca, esófago, piel, conjuntivas, córnea, tracto gastrointestinal y su ruta de excreción es renal. A nivel celular los iones de mercurio, ligados a grupos sulfidrilos (SH), ingresan en la célula lentamente, inhibiendo la captación de glucosa, luego entran de forma rápida e inhibe la respiración celular progresivamente, hasta romper la membrana celular (Mutter y cols. 2005).

Toxicidad del mercurio: El Hg y sus compuestos pueden ser clasificados según su grado de toxicidad. Los compuestos mercuriales orgánicos, como el metilmercurio (CH_3Hg^+), son más tóxicos que los vapores de mercurio elemental, pese a que estos últimos son los que tienen mayor impacto en odontología. El vapor de

mercurio es absorbido en un 80-90% por el tracto respiratorio, llegando a los alvéolos y penetrando al torrente sanguíneo. (Fuentes, 2003).

➤ **Amalgamas:**

La amalgama dental está hecha de una combinación de metales que incluyen mercurio, plata, estaño y cobre. A veces se describe como empastes "de color plata," empastes dentales de amalgama han sido utilizadas por los dentistas para más de 100 años porque es muy durable y más accesible que otros materiales de empastes dentales.

Debido a su durabilidad, estos empastes plateados son a menudo la mejor opción para caries grandes o los que se producen en los dientes posteriores donde se necesita mucha fuerza para masticar. La amalgama se endurece rápidamente por lo que es útil en áreas que son difíciles de mantener seco durante la colocación, tal como por debajo de la línea de las encías. American Dental Asociación (ADA)

➤ **Riesgo ocupacional en odontólogos:**

Se ha encontrado que la exposición a mercurio Hg inorgánico aumenta los niveles de este metal en el plasma sanguíneo y en la orina; siendo los valores de referencia para muestras de orina en personas expuestas al mercurio es de 15 – 35 µg/gr creatinina, según la *American Conference of governmental Industrial Hygienist* (ACGIH, 2007). Los dentistas y sus asistentes dentales están bajo riesgo, debido al uso del mercurio en la preparación de la amalgama ya que están expuestos crónicamente al vapor de mercurio. (Aguzzi, 2010).

➤ **Síntoma:**

El término «síntoma» no se debe confundir con el término «signo», ya que este último es un dato objetivo y objetivable.

En medicina, se entiende por signo clínico a cualquier manifestación objetivable consecuente a una enfermedad o alteración de la salud, y que se hace evidente en la biología del enfermo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguzzi, A., Virga, C., Ricco, V. (2010). Riesgos en la práctica odontológica: Uso del Mercurio. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 29(3), 51-55.
- American Conference of Governmental Industrial Hygienist.(2007). Threshold limits values for chemical substances and physical agents. *Biological exposure indices*, Cincinnati.
- Boening, D.(2000). Ecological effects, transport, and fate of mercury: a general review. *Chemosphere*,40(2),1335-1351.
- Chang, R. (1996). Química. *Mc Graw-Hill Interamericana de México*,41(8),809.
- Consejo Venezolano de Normas Industriales (COVENIN), Ministerio de Fomento Nº 2270. Comités de Higiene y Seguridad Industrial. Caracas: Publicaciones de Fondonorma.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. (1999). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, 5.453 (Extraordinario), Caracas, Venezuela.
- Echeverría, D., Aposhian, H., Woods, J.,Heyer, N.,Aposhian, M., Bittner, A. (1998).Neurobehavioral effects from exposure to dental amalgam Hg: new distinctions between recent exposure and Hg body burden. *The FASEB Journal*, 12(3), 971-80.
- Ellingsen DG, Bast-Pettersen R, Efskind J, Thomassen Y. (2001). Neuropsychological effects of low mercury vapor exposure in chloralkali workers. *Neurotoxicology*,22(2), 249-258.
- Fuentes, I., Reyes, R., Alvarado, J., Domínguez, J., Mijares, R. (2007). Diagnóstico de la contaminación por mercurio en el personal de una unidad odontológica de Caracas, Venezuela. *Acta Odontológica Venezolana*, 45(3), 24-31.
- Fuentes, I., Reyes, R. (2003). Mercurio y salud en la odontología. *Revista de Saúde Pública*, 37(2), 263-265.
- Friberg, L., Vostal, J, (1972). Mercury in the environment. *CRC Press*, 3(1), 215.
- Gaioli, M., Amoedo, D., González, D.(2012). Impacto del mercurio sobre la salud humana y el ambiente. *Archivos argentinos de pediatría*,110(3), 259-264.

- Gaona, X. (2004). *El mercurio como contaminante global*. Trabajo no publicado para optar por el título de Doctor en Química, Universidad Autónoma de Barcelona. Argentina.
- Gutiérrez M. (2008). Guías para el Manejo de Urgencias Toxicológicas, U.N. de Colombia. *Ministerio de Protección Social*, 29(1) 255-259.
- Houeto P, Sandouk P, Baud FJ, Levillain P. (1994). Elemental mercury vapour toxicity: treatment and levels in plasma and urine. *Human & Experimental Toxicology*, 13(12) 848-852.
- Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo. (2005). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, 38.236 del 26 de julio de 2005. Caracas, Venezuela.
- Ley Orgánica del Trabajo. (2012). Gaceta Oficial, 6.076 Extraordinario del 30 de abril de 2012. Caracas, Venezuela.
- Melo, B., Cortes, B., Mujica, J., Acosta, M., Cortez, C., D´Bourg, R., (2000). Exposición mercurial y estado de salud del personal que labora en el servicio de odontología del IPASME Barquisimeto. *Acta Odontológica Venezolana*, 38(3), 24-31.
- Mutter, J. Naumann, J. Walach, H. Daschner, F. (2005). Amalgam risk assessment with coverage of references up to 2005. *Gesundheitswesen*, 67(3), 204-216.
- Nadorfy, E. (2000). Estudio epidemiológico de una población de higienistas dentales expuestas a contaminación ambiental por vapores de mercurio. *Acta Odontológica Venezolana*, 38(3), 10-14.
- Organización Mundial para la Salud. (2013). El mercurio y la salud. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs361/es/> (consultado 17-01-2014).
- Organización Panamericana para la Salud. (2011). Teoría y práctica para el fortalecimiento de la vigilancia para la salud de poblaciones expuestas a mercurio. <http://www.ops.org.bo/textocompleto/nmercurio32517.pdf#page=84> (consultado 06-02-2014).
- Rabenstein, D. (1978). Methylmercury Toxicology. *Journal of Chemical Education*, 55(4), 292-296.
- Ramírez A. (2008). Intoxicación ocupacional por mercurio. *Anales de la Facultad de Medicina*, 69(1), 46-51.

Torres, E., Da Silva, G., De Lima, L., Da Costa, C., De Araújo, A., Nascimento, M. (2013). Manifestaciones neurológicas en las comunidades ribereñas expuestas al mercurio de la Amazonia brasileña. *Cadernos de Saúde Pública*, 29(11), 43-45.

Wendroff, A. (1990). Domestic Mercury Pollution. *Letter Nature*, 347(6294), 623.

Wiener Lab. (2000). Método cinético para la determinación de creatinina en suero, plasma u orina.

Wood, J. (1978). Assessment of mercury in the environment, U.S. National Academy of sciences. *Advances in environmental Science*, 2(1), 33-39.

ANEXOS

ANEXO A

Universidad de Carabobo Facultad de Ciencias de la Salud Sede Aragua. Laboratorio de Metales Pesados de la Universidad de Carabobo, Maracay, Venezuela.

**Consentimiento para Participar en un Estudio de Investigación
Personas de 20 años de edad o mayores**

**Título del Proyecto: EXPOSICIÓN A MERCURIO Y SUS EFECTOS EN
PERSONAL ODONTOLÓGICO DEL IPASME ARAGUA.**

No. de ID del participante _____

1. **PROPÓSITO:** El Laboratorio de Metales Pesados de la Facultad de Bioanálisis de la Universidad de Carabobo Núcleo-Maracay está realizando un estudio con el propósito de evaluar los niveles de mercurio y sus efectos en trabajadores del área odontológica. Nos gustaría solicitarle que participe voluntariamente en este proyecto de investigación que incluirá aproximadamente 52 personas.
2. **PROCEDIMIENTO:** La meta de este proyecto es asociar los niveles de mercurio en orina con los síntomas y signos del personal odontológico. Si usted decide participar se le pedirá que suministre una muestra de orina puntual en horario dispuesto con previa notificación a las instalaciones del IPASME.
3. **RIESGOS PARA EL PARTICIPANTE:** Para la realización de este ensayo usted no presentará riesgo alguno, ya que el tipo de muestra (orina puntual) no requiere procedimientos invasivos.
4. **BENEFICIOS POTENCIALES:** Usted podrá conocer los niveles de mercurio asociado a la exposición a este metal y sus efectos en el organismo, esta información proporcionará datos suficientes para la evaluar si el ambiente en el que labora cursa con las normas de higiene y seguridad adecuadas.

5. **COSTO Y COMPENSACIÓN:** No hay costo para usted por participar en el estudio. Podrá ser favorecido de cualquier beneficio que resultara de esta investigación, aun cuando se negara a participar.
6. **CUIDADOS MÉDICOS POR LESIONES RELACIONADAS CON LA INVESTIGACIÓN:** Si usted es lastimado como resultado directo de formar parte de este proyecto de investigación, recibirá atención medica para esa lesión. La atención médica se le proporcionara sin costo alguno. Usted recibirá la atención médica necesaria pero no una compensación monetaria por la lesión.
7. **CONFIDENCIALIDAD DEL INDIVIDUO:** Toda la información relacionada con este proyecto será confidencial. Los documentos y registros de esta investigación serán mantenidos en el Laboratorio de Metales Pesados de la Universidad de Carabobo en Maracay, Venezuela. Se mantendrán los documentos en privado hasta que sea legalmente posible.
8. **PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA:** Usted puede decidir no formar parte del estudio, o puede dejar este estudio en cualquier momento sin consecuencias negativas o modificación del trato que estuviera recibiendo por parte de la institución.
9. **PUNTOS DE CONTACTO:** Si usted quiere conversar con alguien sobre este estudio, o si ha resultado lastimado por haber formado parte de este estudio por favor contacte a Msc. Bibi Nazila Alí, al 0426-7312739, Msc. Andreina Reyes, al 0412-1970768, María Brazón, al 0416-3466508 y Lesly Rios, al 0416-3120838, o si es necesario será referido(a) a un médico especialista.
10. **CONSENTIMIENTO DEL ADULTO:** Su firma en este formulario indica que se le ha explicado el estudio y que ha decidido formar parte del mismo sin costo alguno para usted. Adicionalmente, su firma indica que ha tenido la oportunidad de hacer preguntas. Usted debe saber que cualquier pregunta que formule en el futuro le será respondida por uno de los investigadores del estudio. A usted se le proporcionará una copia de este consentimiento para que disponga de esta información.

“Los resultados obtenidos en el ensayo, con ayuda de su participación pueden ser utilizados en futuras investigaciones sin que los datos sean identificados con su nombre o datos personales.”

Nombre del Participante: _____ Edad: _____

Firma del Participante: _____ Fecha: _____

Si el Participante es analfabeta, el proceso de consentimiento debe tener un testigo adulto.

Nombre del testigo: _____ Edad: _____

Firma del testigo: _____ Fecha: _____

Nombre del investigador: _____

_____ Fecha: _____ C.I. _____

Firma del investigador

Nota: Será guardada en archivo el consentimiento con sus datos firmado por usted.

Guarde una copia para su respaldo.

ANEXO B

(Hoja de Datos)

DATOS PERSONALES

Nombres y Apellidos: _____ Edad: _____

Sexo: _____ Residencia: _____

Tiempo de Residencia en el sector: _____ Edo. Civil: _____

Nº de Hijos: ____ Ocupación: _____ Tiempo en la Empresa: _____

Horas Diarias de Trabajo: _____ Teléfono: _____

HÁBITOS

FUMA: Si: ____ No: ____ Cigarrillos/día: ____ Ex fumador: ____

Tiempo Fumando: _____ Tiempo sin Fumar: _____

ALCOHOL: Si: ____ No: ____ Tipo: _____ Frecuencia: _____

CAFÉ: Si: ____ No: ____ Tazas/día: _____

REFRESCO: Si: ____ No: ____ A veces: ____ Frecuentemente: ____ Siempre: ____

MEDICAMENTOS (Vitaminas, AINES, yerbas y naturistas): Si: ____ No: ____

¿Cuáles? _____

Frecuencia: _____

UNIFORME DE TRABAJO: Si: ____ No: ____ Se lo coloca en casa ____

Se lo coloca en el lugar de trabajo ____ Se lo quita en casa ____ Se lo quita en la
en el lugar de trabajo ____ Frecuencia de Lavado _____

¿Cambia su ropa o uniforme de trabajo? Si ____ No ____ A diario: ____ Con qué
frecuencia?: _____

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:

Si: ____ No: ____ ¿Cuáles? _____

Mascarilla: Tipo: _____ Bueno: ____ Regular: ____ Malo: ____

Cambio de filtro: _____ ¿Cómo sabe cuando cambiarlos?

INSTALACIONES DE HIGIENE OCUPACIONAL:

Si: ____ No: ____ Cuales: _____

Duchas: ____ Lavamanos: ____ Lavandería: ____ Extractores: ____

Chimeneas: ____ Ventiladores: ____ Ventanas: ____ Otras: _____

Orden y limpieza: _____

SIGNOS Y SINTOMAS: (Marcar con una X)

1	Dificultades respiratoria		15	Timidez excesiva	
2	Cardiovasculares		16	Irritabilidad	
3	Gastrointestinales		17	Disminución de la autoconfianza	
4	Dolor en el pecho		18	Insomnio	
5	Tos		19	Debilidad neuromuscular	
6	Náuseas		20	Atrofia muscular	
7	Vómitos		21	Espasmos musculares	
8	Diarrea		22	Temblores	
9	Hipertensión		23	Parestesia	
10	Edema pulmonar		24	Polineuropatía	
11	Hemorragia gastrointestinal		25	Hiperreflexia	
12	Disminución de memoria				
13	Labilidad emocional				
14	Nerviosismo				

SÍNTOMAS NEUROTÓXICOS:

	SI	NO
Eres olvidadizo?		
Le han dicho sus familiares y/o amigos que es olvidadizo?		
A menudo se le olvida realizar actividades que considera importantes?		
Le es difícil entender las noticias, programas o novelas que ve en TV o escucha en la radio?		
Tiene a menudo dificultad para concentrarse?		
Se siente a menudo enojado sin motivo?		
Se siente a menudo abatido o triste sin motivo?		

Le cuesta decidirse realizar actividades que Ud. sabe debe realizar?		
Se siente anormalmente cansado?		
Siente a veces como una presión sobre el pecho?		
Ha sentido de pronto como que se va a caer al estar de pie o caminando?		
Siente a menudo punzadas dolorosas, adormecimiento u hormigueo en alguna parte del cuerpo?		
Le resulta difícil abrocharse los botones?		
Siente que ha perdido fuerza en sus brazos o en sus piernas?		
Ahora siente menos que antes sus manos o pies?		
A menudo se despierta, costándole luego conciliar el sueño?		

ANEXO C

(Guía de Inspección de las Condiciones Generales del Medio Ambiente de Trabajo)

Espacios de trabajo				
Nº		Sí	No	Observación
1	El espacio resulta suficiente para realizar las tareas que exija el trabajo de forma cómoda sin tropezar a su alrededor.			
2	El piso es irregular o resbaladizo en el ambiente laboral.			
3	Los pisos disponen de sistema de drenaje con rejillas que permitan el mantenimiento y evite el estancamiento de líquido			
4	Se mantiene el piso libre de objetos en todo momento			
5	Hay orden y limpieza en general en toda la empresa			
6	El material del techo y paredes es impermeable, no toxico y resistente.			
7	Las puertas y ventanas tienen diseño y mantenimiento adecuado			
8	Los basureros se encuentran distribuidos adecuadamente			
Sistema Eléctrico				
9	El sistema eléctrico esta en optimas condiciones			
10	Los tomacorrientes, caja break o uniones de cables esta en buenas condiciones			
11	Los puntos eléctricos están identificados			
Prevención y extensión de incendios				
12	Se cuenta con sistema de extinción de incendio			
13	Los extintores de incendio están ubicados de manera visible y se les encuentran bien señalados			
14	Los extintores están debidamente cargados, compresionados y libres de suciedad			
Señalización				
15	Las puertas de entrada y de salida de emergencia están señalizadas en los lugares donde se requiera			
16	Se utiliza señalización normalizada en color y tamaño para indicación de direcciones a seguir, advertencia de riesgos etc...			

17	El área cuenta con salidas de emergencia debidamente identificadas			
18	Son debidamente anchas las salidas de emergencia como para permitir el paso en caso de emergencia			