

DETERMINACION DE NIVELES DE MERCURIO EN SANGRE EN PROFESIONALES
DE LA ODONTOLOGIA Y PERSONAL ADMINISTRATIVO EXPUESTO QUE LABORAN
EN LAS CLINICAS DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD
DE SAN CARLOS DE GUATEMALA POR EL METODO DE ABSORCION ATOMICA CON
VAPOR FRIO.

TESIS PRESENTADA POR



FREDY RANDOLFO GONZALEZ TORRES

ANTE EL TRIBUNAL DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD
DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PUBLICO
PREVIO A OPTAR AL TITULO DE

CIRUJANO DENTISTA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1993

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

Decano:	Dr. Jorge Martínez Solares
Vocal Primero:	Dr. Juan Luis Pérez Bran
Vocal Segundo:	Dr. Angel Rodolfo Soto Galindo
Vocal Tercero:	Dr. Victor Manuel Campollo Zavala
Vocal Cuarto:	Br. Julio Eduardo Farnéz Búcaro
Vocal Quinto:	Br. Herman Antonio Ovalle Escamilla
Secretario:	Dr. Manuel Andrade Bourdet

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PUBLICO

Decano:	Dr. Jorge Martínez Solares
Vocal Primero:	Dr. Juan Luis Pérez Bran
Vocal Segundo:	Dr. Danilo Arroyave Rittscher
Vocal Tercero:	Dr. Fernando Ancheta Rodríguez
Secretario:	Dr. Manuel Andrade Bourdet

TESIS QUE DEDICO

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA

AL PERSONAL DEL HOSPITAL DE
TOTONICAPAN:

Por hacer de mi E.P.S. una grata
experiencia.

A MIS CATEDRATICOS:

Por los conocimientos que me
brindaron.

AL PERSONAL ADMINISTRATIVO:

Por su colaboración en cada etapa
de mi carrera.

A LA SECCION DE CONTAMINAN-
TES DEL LUCAM:

Por su colaboración en el
desarrollo de este estudio.

A MIS AMIGOS:

Victor Leal
Carlos Sánchez
Oscar Lara
Por su apoyo y amistad.

EN ESPECIAL A:

Sr. Luis Reyes Cifuentes
Manfredo Gonzalez Torres

Gracias por su apoyo y
colaboración para hacer de este
estudio una realidad.

A MIS PADRINOS:

Dr. Victor Gonzalez Torres
Dr. Otto Torres Bolanos
Ing. Carlos Sandoval Villeda

Por su apoyo y amistad.

A USTED:

En especial.

ACTO QUE DEDICO**A DIOS:**

A quien entrego hoy la culminación de mi carrera, fruto de sus bendiciones y su protección.

A MIS PADRES:

Victor Gonzalez
Por su ejemplo, amor y entrega.

Virginia Torres de Gonzalez
Gracias por su esfuerzo y amor incondicional.

DE USTREDES ES ESTE EXITO.

A MIS HERMANOS:

Leticia, Victor, Gladys, Manfredo,
María Virginia, Diliaana y Carolina.
Un agradecimiento especial por ser
participes de mi vida.

A MIS TIOS:

Por su apoyo y cariño.

A MIS PRIMOS:

Por su apoyo incondicional.

A MIS AMIGOS:

Gracias por su amistad y apoyo.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Someto con todo respeto a vuestra consideración mi trabajo de tesis titulado "DETERMINACION DE NIVELES DE MERCURIO EN SANGRE EN PROFESIONALES DE LA ODONTOLOGIA Y PERSONAL ADMINISTRATIVO EXPUESTO QUE LABORAN EN LAS CLINICAS DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA POR EL METODO DE ABSORCION ATOMICA CON VAPOR FRIO", conforme lo demandan los reglamentos de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al título de Cirujano Dentista.

Deseo manifestar mi profundo agradecimiento al Doctor Danilo Arroyave Rittscher, por su asesoría y orientación para la realización de este trabajo.

Y a vosotros distinguidos miembros de este Honorable Tribunal Examinador, aceptad mi más alta muestra de consideración y respeto.

HE DICHO

INDICE

SUMARIO 1

INTRODUCCION 2

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 4

JUSTIFICACION 5

REVISION DE LITERATURA 6

OBJETIVOS 31

HIPOTESIS 32

VARIABLES DE LA HIPOTESIS 33

METODOLOGIA 36

DISCUSION DE RESULTADOS 52

LIMITANTES DEL ESTUDIO 54

CONCLUSIONES 55

RECOMENDACIONES 57

ANEXO 59

BIBLIOGRAFIA 62

SUMARIO

El presente estudio investigó los niveles de mercurio en sangre en profesionales de la odontología y personal administrativo expuesto, que laboran en las clínicas de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Se tomó una muestra de 17 odontólogos docentes y 3 personas encargadas del almacenamiento, manejo, dosificación y distribución del mercurio en los dispensarios habilitados en la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Las personas que conforman la muestra del estudio se escogieron al azar y tomando en cuenta la disponibilidad y autorización para poder tomar de cada una las muestras de sangre requeridas para la investigación.

Los niveles de concentración mercurial en sangre fueron determinados en el Laboratorio Unificado de Control de Alimentos y Medicamentos (LUCAM) del Ministerio de Salud Pública, por medio del método de absorción atómica con vapor frío. Para mayor confiabilidad de los resultados cada muestra de sangre fue analizada en duplicado y en algunos casos para mayor exactitud fueron llevadas en triplicado.

Los hábitos y conocimientos sobre higiene mercurial fueron determinados por medio de un cuestionario elaborado para el efecto.

Al finalizar el estudio se determinó que un 75% de la muestra sufre de contaminación mercurial dentro del rango establecido por la Asociación Internacional de Salud Ocupacional, y que la mayoría no respeta o desconoce algunas de las recomendaciones necesarias para la higiene del mercurio.

Así también se estableció que sólo un 20% de la muestra presenta valores mercuriales por abajo del rango considerado mínimo permisible para personal de trabajo expuesto, el cual es de 0.1 ugHg/100 ml de sangre entera.

INTRODUCCION

Los beneficios que ha recibido la sociedad moderna del mercurio han sido substanciales, debido a su uso en una variedad de aplicaciones comerciales e industriales.

Sin embargo, el mercurio es uno de los metales más tóxicos que se conoce, siendo descritos sus efectos tóxicos por primera vez en Grecia hace 2,000 años (19). Por sus propiedades físicas, el mercurio metálico es muy volátil aumentando rápidamente con el incremento de la temperatura y saturando el ambiente en el que se encuentra (24).

Excluyendo al personal ocupacionalmente expuesto a mercurio, la población general recibe casi el 70% de su exposición total al mercurio a través de los alimentos (16).

Tomando en consideración que alrededor de 3.96 libras de mercurio se utilizan como promedio al año en un consultorio dental en forma de mercurio metálico, se pone de manifiesto que los odontólogos y personal auxiliar expuesto se encuentran entre las ocupaciones asociadas a un mayor riesgo de intoxicación por mercurio.

El sistema nervioso central es el órgano crítico de los efectos tóxicos del mercurio metálico inhalado, ocurriendo en casos de prolongada exposición, trastornos del comportamiento y cognoscitivos, formando un peculiar disturbio psíquico conocido como eretismo (21).

En el año 1,989 la Dra. Aída González de Gramajo, determinó el grado de intoxicación por mercurio en profesionales de la odontología que laboran como docentes en la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), reportando que el 97.3% de la muestra presentaron valores superiores al

recomendado como permisible por la Asociación Internacional de Salud Ocupacional (AISO), el cual es de 0.05 mg-Hg/l de orina. Esto debido al desconocimiento de algún aspecto sobre higiene mercurial de los odontólogos muestreados (17).

Con el presente trabajo se dio seguimiento al estudio, pretendiendo determinar el nivel de mercurio en sangre por medio de un método sensible y específico, como lo es la espectrofotometría por absorción atómica con vapor frío. Se comprobó si los niveles umbral límite (UVL) para el personal de trabajo expuesto a vapores de mercurio en las clínicas de la Facultad de Odontología de la USAC, se encuentran entre el límite considerado como permisible por la AISO.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la práctica odontológica, con frecuencia se utiliza mercurio para elaborar amalgama de plata, debido a los resultados satisfactorios y bajo costo que estas restauraciones representan.

Es importante saber que el mercurio es un metal altamente tóxico, causante de graves trastornos físicos y de conducta en el personal de odontología expuesto, debido a la inhalación de sus vapores durante la preparación de la amalgama dental y almacenamiento o eliminación indebida de los desechos mercuriales.

La presencia en el organismos humano de mercurio no es normal, por lo que su detección indica una exposición al mismo que puede depender del ambiente, la alimentación y/o la ocupación (16).

Con el presente estudio se conocieron los niveles de contaminación mercurial en sangre de profesionales de la odontología y personal administrativo expuesto que laboran en las clínicas de la Facultad de odontología de la USAC, a través de un método sensible y específico como es la espectrofotometría por absorción atómica con vapor frío. Datos obtenidos sugieren que los niveles de mercurio en sangre pueden usarse como un buen índice de exposición debido a que el metilmercurio se localiza principalmente en los eritrocitos. Su nivel debe ser estimado usando sangre entera (18,30).

De acuerdo con la AISO, el valor límite de mercurio en sangre para personas que trabajan con mercurio 8 horas diarias por 5 días a la semana es de 0.1 a 1 ug-Hg/100 ml (29,30).

JUSTIFICACION

En la actualidad se ha puesto de manifiesto que entre las ocupaciones asociadas a un mayor riesgo de intoxicación por mercurio, se encuentran los odontólogos.

Razón por la cual el presente estudio da a conocer al personal relacionado con la odontología, sobre los niveles de contaminación mercurial presente en odontólogos y personal administrativo expuesto que laboran en las clínicas de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, determinando los niveles de mercurio en sangre, a través de un método sensible y específico la espectrofotometría por absorción atómica con vapor frío.

Los resultados de este estudio deben servir de base para acciones futuras, ya que es importante tomar las medidas necesarias para proteger al personal de la Facultad de Odontología de la USAC, de los riesgos que representa la exposición a vapores y manipulación inadecuada del mercurio. Se pretende establecer a través de las autoridades respectivas, los controles anuales en orina y/o sangre para el personal de trabajo expuesto, así como a nivel de prácticas clínicas los lineamientos de una higiene mercurial adecuada para el futuro profesional de la odontología.

Debido a que el mercurio es un metal altamente volátil y su presencia en el medio ambiente es tóxico (25), con el presente estudio se corroboraron los niveles de contaminación encontrados por la Dra. González de Gramajo, pretendiendo concientizar al personal expuesto a vapores de mercurio sobre las complicaciones que presenta su inhalación y manipulación inadecuada.

REVISION DE LITERATURA

Mercurio:

Suele hallarse en estado puro en la naturaleza, pero lo más usual es obtenerlo de un mineral llamado cinabrio que contiene mercurio en una concentración suficiente para la extracción comercial. Hay depósitos de cinabrio explotable en varias regiones de la tierra. Este mineral es de color rojo y se encuentra en muchas clases de rocas, todas de origen volcánico; es un sulfuro mercúrico (HgS) que contiene 85% de mercurio y 15% de azufre. Fue utilizado al principio como pigmento y no fue hasta los tiempos medievales que los físicos y otros investigadores se interesaron en la extracción del mercurio a partir del mineral para producir medicinas y otros compuestos útiles (8,11,16,26).

Se le ha llamado de diferentes formas, entre ellas: kenabare por los romanos, cinabris (nombre latino), mercurio en honor al Dios Mercurio, hidrargirio que significa plata fluida y del cual deriva su símbolo químico (Hg). Popularmente es conocido con el nombre de azogue (11).

Entre las propiedades del mercurio se encuentra que es un elemento muy brillante de color gris claro, es el único metal líquido a temperatura ambiente y cuando se expone al aire se cubre con una capa grisácea de óxido. Se combina fácilmente con el azufre a temperaturas relativamente bajas; disuelve el oro, la plata y los metales alcalinos formando amalgamas, las cuales al ser sometidas al calor se separan en los diferentes componentes (11,29,32).

Su tensión superficial es muy alta 470 erg/cm^2 , lo que hace que se formen gotas muy pequeñas cuando se derrama. Su número atómico es 80 y su peso atómico es de 200.61. Su presión de vapor también es bastante alta, lo cual hace que sea sumamente volátil aumentando rápidamente con el incremento de la temperatura y saturando el ambiente en el que se encuentra (24,29,31,32,36), como

para dar concentraciones nocivas de vapor de mercurio a las temperaturas que normalmente se observan dentro y fuera de los edificios. El ambiente saturado con mercurio a 20 °C contiene aproximadamente 15 mg de Hg/m³, a 25 °C contiene 20 mg/m³ y a 40 °C 68 mg/m³. En casos de exposición prolongada produce daño al sistema nervioso central, pudiendo estos en algunos casos ser reversibles al retirar al sujeto de la exposición (1,5,25,26,31,39).

Los usos del mercurio son variados. Es utilizado en la agricultura como fungicida para protección de granos. En la industria, generalmente se utiliza en barómetros, termómetros, hidrómetros, en lámparas que producen rayos ultravioleta. Es usado para hacer fieltros, pinturas, aparatos eléctricos, baterías, fulminantes para explosivos, azogado para los espejos. En medicina se utiliza para la elaboración de diuréticos, antisépticos tales como mercocresol, nitromersol y thimerosal; se usa también en la odontología donde combinado con aleación para amalgama dental (plata, cobre, estaño, zinc), es usado como procedimiento restaurativo en cavidades para piezas dentales, generalmente posteriores (4,5,11,16,34).

El mercurio puede existir en una gran variedad de estados físicos y químicos, propiedades que plantean problemas para evaluar el posible riesgo para la salud (18).

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) ha publicado un esquema donde se indica el consumo de mercurio en porcentajes de producción mundial para países industrializados, el cual se presenta así: plantas de compuestos alcalinos de cloro 25%, equipo eléctrico 20%, pinturas 15%, sistemas de medición y control 10%, agricultura 5%, odontología 3%, laboratorios 2%, otros usos 10% (16,30).

Los efectos tóxicos del mercurio fueron descritos por vez primera en Grecia hace 2,000 años. Bernardino Ramazzini, en el año

1,700 descubre la intoxicación mercurial y los efectos fatales que llega a producir en las personas que las sufren (19).

El primer documento sobre niveles de mercurio en consultorios dentales fue reportado por Grossman y Denenberg en el año 1949 (19).

Una descripción detallada de intoxicación ocupacional por mercurio fue realizada posteriormente, la cual se publicó en Francia por Jean Fernel en 1,957 (18).

La intoxicación por mercurio ocurre en casos de prolongada exposición a niveles por encima de lo normal dependiendo de la susceptibilidad individual y del tiempo o nivel de exposición, se le conoce como hidrargismo o mercurialismo crónico. Sus signos más notables y tempranos son timidez, desconcierto sin razón suficiente, ansiedad, indecisión, resentimiento a la crítica, excitación, o irritabilidad; conformando un peculiar disturbio psíquico conocido como eretismo (8,25,39).

La acumulación de mercurio en el sistema nervioso central es selectiva, se encuentra en mayor cantidad en la corteza cerebral y en menor cantidad en la corteza cerebelar y aún en menores cantidades en la sustancia blanca cerebelar y cerebral (18).

La Conferencia Americana de Higiene Gubernamental de los E.U.A. considera como valor inicial límite con relación al mercurio, aquel en el cual un empleado puede estar sometido a una concentración promedio de ocho horas de trabajo durante cinco días a la semana, sin que sufra efectos adversos. Deben estar a disposición de los empleados exámenes médicos especiales, tanto antes de su contratación como anualmente, así también deben ser tomadas muestras de orina y sangre para ser analizadas y enfatizar en estos exámenes cualquier signo o síntoma de intoxicación mercurial. Los empleados que están sujetos a la exposición de

mercurio inorgánico deben ser informados al iniciar su empleo acerca del riesgo, síntomas relevantes, procedimientos de emergencia, condiciones y precauciones adecuadas para el uso seguro del material y su exposición mínima (21,22).

La concentración media de mercurio en el aire ambiental recomendada como permisible para una exposición ocupacional a largo plazo deberá ser de 0.05 mg/m³, según la Conferencia Americana de Higienistas Gubernamentales, la Comisión Permanente y la Asociación Internacional de Salud Ocupacional (21,22).

La odontología no puede ignorar el problema de la contaminación por mercurio en la clínica dental, y se debe conocer el riesgo potencial de perder la salud asociada a su mal manejo.

Un estudio realizado en Atlanta, en 134 oficinas dentales demostró que siete de estas tenían vapores de mercurio que excedían el máximo establecido (21).

Las concentraciones de vapores de mercurio en el medio ambiente, son medidas en peso por zona de respiración en cada una de las áreas de interés, tales como el escritorio de la recepcionista, la sala de espera, el área de trabajo del dentista y asistente. La medición es también hecha en superficies que pueden ser contaminadas, como el piso, el amalgamador (aparato que realiza la mezcla entre aleación dental y el mercurio), la bandeja donde se prepara la cápsula. Anualmente, la División de Higiene Industrial de Servicios de Salud realiza estudios de mercurio en oficinas dentales, como un servicio a los dentistas (21).

El manejo descuidado del mercurio en la preparación de la amalgama dental, es usualmente el factor más importante de contaminación en clínicas dentales.

Dentistas y asistentes dentales corren el riesgo de

contaminación debido a la manipulación sin precaución del mercurio. Inconscientemente permiten que el ambiente de trabajo sea una fuente peligrosa de vapor de mercurio.

En la ciudad de Guatemala, un 4% de los 50 odontólogos evaluados en el año 1985 presentaron niveles significativos de mercurio en orina (3).

Un estudio de tesis evaluó a los odontólogos practicantes del cuarto, quinto año y pre EPS de la Facultad de Odontología de la USAC. Al finalizar el estudio se determinó que el total de muestra examinada sufre de contaminación mercurial (58.73 ug-Hg/l de orina), y que la mayoría de odontólogos practicantes no respetan las recomendaciones de higiene del mercurio estableciendo hábitos incorrectos de trabajo (2).

En su estudio de tesis la Dra. Aída González de Gramajo, determinó que el total de profesionales de la odontología que laboran como docentes en la Facultad de Odontología de la USAC, presentan un valor promedio de contaminación mercurial de 0.42 mg-Hg/l de orina, encontrando que el 97.3% de la muestra evaluada contenía valores superiores al recomendado como permisible y el 100% de la población estudiada desconoce uno o más detalles referentes a la higiene mercurial (17).

De acuerdo a la AISO, el valor límite de mercurio en orina para personas que trabajan con mercurio 8 horas diarias por 5 días a la semana es de 0.05 mg-Hg/l de orina (11,29).

Los efectos tóxicos del mercurio involucran numerosos órganos, y dependiendo de su estado químico, el mercurio en concentraciones tóxicas causa una amplia variedad de manifestaciones clínicas (8).

El mercurio de una u otra forma puede invadir el organismo

humano a través de los pulmones, de la piel o por la ingestión de alimentos (10).

Se debe tomar en consideración que alrededor de 1,800 gramos de mercurio metálico (3.96 lbs) se utilizan como promedio al año en un consultorio dental, para la preparación de amalgamas dentales (13).

El mercurio que se va a utilizar en odontología debe ser puro y contener menos del 0.2% de residuos no volátiles, ya que es el único metal líquido a temperatura ambiente y cuando se expone al aire puede cubrirse con una capa grisacea de óxido lo cual afectaría las características particulares del mercurio cuando se combina con la aleación dental (4,13).

En una clínica dental el mercurio se utiliza en forma de mercurio metálico, empleando para mezclarlo con una aleación compuesta de plata, estaño, cobre, zinc para formar una amalgama dental. También se usa formando parte de algunas soluciones para producir desinfección de la mucosa oral como lo son mercocresoles, el nitromesol y el thimerosal (11).

Toda forma conocida de compuesto mercurial es potencialmente peligroso, por lo que existe el riesgo de intoxicación accidental, observándose las formas agudas con mayor frecuencia en el campo y en el hogar, y las crónicas en la industria y en la medicina por razones obvias de exposición y el tipo de compuestos empleados (15).

Este metal altamente tóxico, es causante de varios trastornos físicos y de conducta en los individuos contaminados. El envenenamiento o exposición al mercurio, puede manifestarse de manera aguda o crónica, y los daños pueden ser reversibles e irreversibles dependiendo del tiempo de exposición y susceptibilidad de cada persona (8,18).

Con excepción de exposiciones prolongadas a concentraciones sumamente elevadas de vapor de mercurio elemental, los efectos son en general reversibles al retirar al sujeto de la exposición (29,32).

En los EUA se ha puesto especial interés sobre la contaminación mercurial debido a la alta incidencia de suicidios, estados de ansiedad y depresión que se han presentado en odontólogos y que son síntomas que se observan en pacientes que sufren contaminación mercurial. Actualmente, se presta atención especial a los posibles trastornos patológicos que este metal ocasiona en pacientes que presentan sensibilidad (26,29).

La intoxicación por mercurio en personal odontológico, generalmente ocurre en casos de prolongada exposición a niveles por encima de lo normal; depende de la susceptibilidad individual y del tiempo o nivel de exposición. Se le conoce como hidrargismo o mercurialismo crónico. Los signos más notables y tempranos son trastornos del comportamiento y cognoscitivos, conformando un peculiar disturbio psíquico, caracterizado por timidez, desconcierto sin razón suficiente, ansiedad, indecisión, resentimiento a la crítica, irritabilidad o excitación, lo que causa un cambio completo de personalidad conocido como eretismo (4,18).

Un estudio realizado entre estudiantes de la Rama Dental de la Universidad de Texas, en Houston, mostró que hay un incremento en el desarrollo de hipersensibilidad al mercurio mientras los estudiantes progresan en la escuela dental, considerándose a la amalgama dental y su manipulación como el factor primario causante de esta hipersensibilidad (24).

Estudios recientes han mostrado que la presencia de mercurio en los empastes dentarios no es ningún peligro. La mayoría de personas con empastes a base de amalgamas tienen cantidades despreciables de mercurio en su orina y sangre luego de concluido

su tratamiento (34), así también su exposición a vapores de mercurio es por períodos cortos; sin embargo, el clínico dental debe estar conciente de la responsabilidad ética de protegerlos (1,13,40).

se considera que los únicos pacientes con peligro son aquellos que sufren de hipersensibilidad al mercurio, los cuales no deben ser expuestos a vapores de mercurio ni a restauraciones con amalgama (11,29).

Se sugiere que existe un verdadero peligro de efectos tóxicos acumulativos para el odontólogo y asistente de odontología, cuando durante la manipulación de la amalgama se inhalan vapores de mercurio. El mercurio derramado se dispersa en pequeñas bolitas que desaparecen entre grietas y hendiduras, y que posteriormente se evaporan (19,24).

Es poco probable que haya algún daño serio si existe buena ventilación y la exposición es corta (21).

En la actualidad, la intoxicación mercurial es rara, pero merece consideración la contaminación con mercurio en masa hacia el año 1,950. La enfermedad de Minamata (Minamata, Japón) como se llegó a llamar. Estudios posteriores revelaron que dependía de la dieta de las víctimas a base de pescado. Compuestos mercuriales inorgánicos provenientes de desechos industriales habían contaminado el agua de la bahía. (16,35).

En 1,956 y 1,960 se dieron casos de envenenamiento mercurial que implicaron a cientos de personas en Irak, donde campesinos que habían recibido semillas tratadas con fungicidas mercuriales las comieron en lugar de plantarlas. Posteriormente se dio un caso similar en el altiplano de Guatemala, sólo en 1,965 murieron 20 personas, la intoxicación era debida a la ingesta de semillas de trigo tratadas con compuestos mercuriales para protección contra los insectos (16,30).

En general el mercurio puede entrar al organismo como un vapor, un aerosol, una mezcla y como un metal libre o metal compuesto. Su distribución en el organismo varía considerablemente, afectada por el tipo de compuesto mercurial absorbido y se modifica con el tiempo transcurrido después de la exposición (3,30).

Existen cinco vías sistémicas de entrada del mercurio al organismo: intraorbital, pulmonar (inhalación), membranas mucosas (intraoral), tracto gastrointestinal (ingestión) y cutánea (poros). De éstas las de mayor importancia toxicológica son la inhalación, la ingestión y la absorción cutánea (8,11,32).

Después de exposiciones a compuestos mercuriales, se han encontrado depósitos en los siguientes órganos: cerebro, riñones, hígado, intestino, hematíes, tejidos fetales y también en la leche materna (20,25).

El riñón es siempre el órgano de mas elevada acumulación, independientemente de la naturaleza química del compuesto mercurial involucrado. Sin embargo, en el caso de la intoxicación crónica a vapores de mercurio metálico, el órgano crítico es el cerebro, observándose manifestaciones renales hasta después de que las manifestaciones en el sistema nervioso se han evidenciado (13,20).

El mercurio pasa a la circulación sanguínea, variando considerablemente su distribución según la forma química, y en menor grado según la ruta de absorción. Aunque el mecanismo de transferencia es desconocido, la distribución entre células y plasma (cociente hematíes/plasma) depende de la forma de mercurio a la que este expuesto el sujeto. La relación mas elevada en el hombre corresponde al metilmercurio el cual es de aproximadamente 10, y la mas baja al mercurio inorgánico 0.4 (30).

La estimación de los riesgos para la salud humana derivados de los compuestos metilmercuriales es importante, representa una parte

significativa del mercurio en la dieta humana especialmente en los pescados y sus derivados. Los cálculos de riesgo beneficio respecto del metilmercurio en peces tiene importancia crítica en los países y zonas del mundo en las cuales el pescado es una fuente dietética relevante de proteínas (30).

Cualquier compuesto de mercurio puede ser tóxico absorbido en cantidad excesiva. Se desconoce la cantidad exacta necesaria para producir intoxicación en el hombre, pero por lo visto es muy pequeña (18).

Se sabe que la toxicidad puede variar según la especie, la edad, el sexo, el estado de nutrición y la composición del veneno, así como la vía de administración (18).

Requisitos para el Mercurio Dental

Contenidos en la Especificación No. 6 de la A. D. A. (14)

Su Superficie debe ser brillante como un espejo, libre de películas o escoria. En relación a su fluidez, la especificación indica que el mercurio debiera poder verterse libre y totalmente dejando el recipiente que lo contiene completamente limpio. Respecto al residuo no volátil del mercurio, éste no debiera ser mayor de 0.02%. Para su distribución no debe ser envasado en recipientes metálicos, y tanto el recipiente como sus cierres no deben producir efectos deletéreos sobre el mercurio (4,29,32).

El mercurio no es un metal cuya presencia en el organismo humano sea normal, por lo que su detección indica una exposición al mismo (22).

Una cantidad considerable de residuos de mercurio pasa al aire, suelo y corriente de agua, procedente de sus usos a gran escala (16).

Teniendo en cuenta los efectos biológicos que conlleva el uso inadecuado del mercurio, se detalla a continuación una tabla de valores umbral límite (VUL); entendiéndose como umbral límite, el nivel de vapor al cual puede quedar expuesta, sin peligro una persona durante ocho horas al día, cinco días a la semana (28,29).

**CONCENTRACIONES DE MERCURIO
VALORES UMBRAL LIMITE**

Sangre	.....	0.10	ug/100 ml
Saliva	.....	0.015	mg/100 ml
Orina	.....	0.015	mg/l
Aire	.....	0.05	mg/m ³
Agua	.....	1	ug/l
Uñas	.....	5.10	ppm
Cabello	.....	7	ppm

El consejo de materiales, Instrumentos y Equipo Dental de la Asociación Dental Americana (A.D.A.) establece las siguientes recomendaciones respecto al uso del mercurio en consultorios:

- Prevenir y educar a todo el personal que use mercurio especialmente en los periodos de formación profesional, acerca de los riesgos potenciales del vapor de mercurio y la necesidad de una buena higiene en su manejo.
- Todo el personal odontológico debe trabajar en espacios suficientemente ventilados, con un buen intercambio de aire fresco y escape externo. Los filtros de aire como los de aire acondicionado, pueden actuar como depósitos de mercurio y deben ser cambiados periódicamente.
- Se debe comprobar periódicamente el nivel de vapor de mercurio en el ambiente de trabajo. Los niveles de mercurio no deben

exceder los 0.05 mg/m³ de aire basados en un promedio tiempo peso (PTP) de 8 horas. Se recomiendan los sistemas de absorción positiva de aire y sistemas de dosímetros.

- No alfombrar el consultorio dental, es preferible usar un revestimiento para piso que sea continuo y no tenga uniones, llevándose arriba de las paredes por lo menos 10 cm.
- Deben efectuarse análisis de mercurio en orina o sangre, una vez al año en odontólogos y personal auxiliar.
- La piel contaminada con mercurio debe ser lavada profundamente con agua y jabón.
- No debe comer, beber o fumar en un consultorio dental.
- La remoción del exceso de mercurio en la amalgama, debe ser evitada mediante la selección de una proporción apropiada de la aleación y mercurio.
- Las cápsulas predosificadas para amalgama dental de uso único son preferibles a las que se utilizan varias veces.
- El equipo para el mercurio y la amalgama deben ser manipulados sólo en áreas que tengan superficies impermeables con rebordes adecuados para facilitar la recuperación del mercurio derramado.
- El mercurio debe ser almacenado en recipientes irrompibles herméticamente cerrados y alejados de toda fuente de calor.
- Todos los residuos de amalgama deben ser recuperados y conservados en un recipiente cerrado herméticamente que contenga agua o aceite.

- Se debe adoptar una técnica que evite el contacto directo con el mercurio y la amalgama, usando la proporción mercurio-aleación recomendada por el fabricante para evitar la necesidad de exprimir la masa de amalgama como medio para eliminar el exceso de mercurio.
- Después de usar el dispensador de mercurio debe revisarse el orificio para comprobar que no hayan quedado residuos. Todas las gotas de mercurio restantes deben ser removidas.
- Los dispensadores de mercurio deben ser manipulados con cuidado y comprobar periódicamente las pérdidas de mercurio.
- Las cápsulas reutilizables deben ensamblarse inmediatamente después de usarlas. Las cápsulas de uso único deben colocarse en un recipiente con tapa de rosca, al igual que los excesos de amalgama colocándose en bolsas de polietileno debidamente cerradas hasta su eliminación diaria. Antes de tirarlas a la basura contactar con agencias sanitarias locales para asesorarse en métodos de desecho de sustancias altamente contaminadas.
- Se debe utilizar un amalgamador con brazos completamente cerrados.
- Se debe evitar el uso de condensadores ultrasónicos de amalgama.
- Se debe evitar el calentamiento del mercurio o de la amalgama, así como de cualquier equipo utilizado con amalgama. Los instrumentos contaminados con amalgama deben ser limpiados antes de la esterilización con calor.
- Usar mascarilla para evitar inhalar polvo de amalgama.

- Usar atomizador de agua y sistema de evacuación de alto volumen al remover obturaciones viejas, o cuando se efectúa el acabado de obturaciones de amalgama nuevas. El escape de estos sistemas puede estar colocado fuera del consultorio e idealmente debería estar conectado a un filtro o trampa de mercurio plástica para que las partículas no vayan a contaminar el ambiente.
- Los sistemas de evacuación en los que pueden penetrar restos de amalgama por ejemplo escupideras, lavados, sistemas de succión, deben poseer una trampa plástica que permita recuperar los restos de amalgama, para luego ser almacenados y eliminados (9,10,12,28,33).

Es conveniente saber que el mercurio utilizado como componente de la amalgama dental, penetra de la restauración a la estructura dentaria e inclusive se ha determinado que también puede llegar a la pulpa dentaria, pero no se convierte en la forma letal de metil o etil mercurio y rápidamente es excretado por el organismo (24,40).

Metabolismo del Mercurio.

La forma química del mercurio tiene profunda influencia en la disposición de su metabolismo. Las diferencias en ionización y solubilidad influyen constantemente la absorción y excreación; el mercurio puede ser introducido dentro del organismo como mercurio elemental, mercurio inorgánico y mercurio orgánico (5,8).

1. Mercurio Elemental (Hg).

Este tipo de mercurio es libre, clasificado como un contaminante de gran intensidad toxicológica, por su alta presión de vapor. Se encuentra en la atmósfera en áreas de trabajo como mercurio elemental o metálico, conteniendo ésta 18 mg/m³

saturandola a 24 °C. Tiene una limitada pero significativa solubilidad tóxica en el agua y en solventes orgánicos (3,8).

El mercurio elemental es absorbido por el canal digestivo y por el sistema respiratorio. Particularmente cuando se ingiere, el mercurio elemental no es tóxico, ya que en esta forma no puede reaccionar con elementos biológicamente importantes como el carbono. Probablemente es absorbido en el tracto gastrointestinal; la inhalación es la vía más importante de absorción del vapor de mercurio elemental. El punto principal de absorción es el tejido alveolar, donde se produce una absorción virtualmente completa al vapor. Cabría esperar que el 80% del vapor inhalado queda retenido, siendo depositado del aire directamente en el lecho alveolar (8,15,22,34,36).

Los resultados de distintos estudios parecen indicar que el vapor de mercurio penetra en los alvéolos, que la mayoría de este es rápidamente transferido a la sangre y que una pequeña fracción se deposita en los tejidos pulmonares (8,30).

El mercurio metálico se convierte en su forma más tóxica por mediación enzimática de la catalasa en glóbulos rojos, cerebro y otros tejidos (19,22).

En el torrente sanguíneo, la mayor parte del mercurio absorbido (98%) es acumulado inicialmente en los glóbulos rojos, y luego, parcialmente transferido al compartimiento plasmático (15). Luego se oxida a la forma iónica divalente en los glóbulos rojos y otra parte es transportada hasta las barreras cerebral y placentaria donde su liposolubilidad y alta difusibilidad permiten su paso a través de ellas, en donde sufren oxidación convirtiendo el metal en iones de mercurio (Hg^{++}), teniendo menos probabilidad de atravesar en sentido retrógrado dichas barreras, permitiendo su acumulación en estos tejidos (25).

La retención del vapor de mercurio en los tejidos depende de

su oxidación (19).

2. Mercurio Inorgánico (Hg⁺ y Hg⁺⁺).

Este tipo de mercurio se presenta en dos estados oxidados: mercurioso (Hg⁺) y mercúrico (Hg⁺⁺), de los cuales el estado mercúrico es el más reactivo, formando complejos orgánicos ligados a grupos sulfhidrilos de las proteínas (8).

Compuestos mercuriales inorgánicos provenientes de desechos industriales pueden ser convertidos en mercurio orgánico, especialmente en metilmercurio. El mercurio inorgánico es pesado y se acumula en fondos de ríos, lagos y riachuelos, pero los microorganismos presentes en las capas sedimentarias pueden convertirlo en metilmercurio, que es muy tóxico y fácilmente difundible. Puede entonces incorporarse en la cadena alimentaria acuática (30).

Este tipo de mercurio se utilizaba frecuentemente para la elaboración de aerosoles fungicidas en la agricultura para tratar semillas protegiéndolas de los insectos. En la actualidad está fuera de uso (22).

El mercurio inorgánico tiende a depositarse en mayor concentración en el riñón (35,36).

Los vapores de mercurio metálico al igual que los compuestos inorgánicos producen más frecuentemente enfermedad crónica, de desarrollo lento, caracterizada por dermatitis, gastroenteritis, lesión tubular renal, cambios neurológicos incluyendo temblor, sordera, afasia y muchas veces cambios de personalidad (35).

3. Mercurio Orgánico.

Esta denominación es de estructura química diversa y se

refiere a todos los compuestos en los cuales el mercurio tiene una unión con el átomo de carbono. Los cationes orgánicos forman sales con ácidos orgánicos e inorgánicos, ejemplo cloruros y acetatos. La principal diferencia entre los distintos compuestos orgánicos del mercurio radica en la estabilidad de las diferentes uniones mercuriales carbono y debido a que son liposolubles atraviesan fácilmente las membranas biológicas (8,36).

Este tipo de mercurio es capaz de contaminar los alimentos (8).

Los compuestos orgánicos de mercurio se absorben eficientemente en el tracto gastrointestinal por su alta liposolubilidad, siendo a este nivel la absorción del metilmercurio prácticamente completa (95%), la absorción cutánea es sustancial, asociada a la predisposición individual (8,19,20,30).

Los compuestos de mercurio precipitan las proteínas, por lo tanto pueden inactivar las enzimas. Además, el mercurio puede unirse a grupos sulfhidrilos y fosforilos, y en esta forma lesionar membranas celulares (5).

La intoxicación por mercurio orgánico se dice que es una enfermedad grave, que aparece bruscamente, provocando ataxia, disartria y constricción de los campos visuales (35).

El grado de toxicidad puede depender de la inhalación de vapores de mercurio metálico o de la absorción de compuestos inorgánicos y orgánicos por el tubo digestivo, pudiendo ocurrir ocasionalmente a través de la piel en personas predispuestas (5).

Manifestaciones clínicas por toxicidad del mercurio.

El envenenamiento por mercurio puede causar varios efectos; sus manifestaciones clínicas varían de acuerdo al tipo de intoxicación y sensibilidad individual.

Envenenamiento Agudo:

Se manifiesta a partir de 1 a 8 horas, luego de ser absorbido el mercurio. Esto puede ocurrir a personas que han recibido tratamiento con diuréticos mercuriales y a partir de ello desarrollado una extrema sensibilidad (5,18).

Al ingerir cloruro mercurioso se produce un color gris en la boca, faringe y mucosa gástrica con dolor abdominal y vómitos (18).

Cuando es por tratamiento dental, se ha observado que hay debilidad y fatiga, depresiones, pérdida de la memoria, desesperación, dolor de cabeza, temor, disminución de reflejos, náuseas, herpes lingual, aumento de la secreción salival. Si el envenenamiento es por vapores, se produce neumonitis, letargo, fiebre, taquipnea, tos, dolor torácico, diarrea y vómitos, seguido de enfisema, hemorragia y neumotorax (5,34,35,40).

Al inhalar compuestos fenilmercuriales, puede haber sabor metálico en la boca durante las primeras 36 horas, luego hay estomatitis con aliento fético, dolor de encías, sialorrea, decoloración de márgenes gingivales, infección local, movilidad dentaria, herpes lingual, labial; en mejillas y mucosa oral, pudiendo existir necrosis alveolar (35).

Las lesiones causadas al riñón en casos de envenenamiento agudo por intoxicación mercurial, son generalmente al epitelio tubular, pudiendo estar afectados los glomérulos, manifestando aumento en la diuresis, luego oliguria y anuria. Hay cambios en la presión sanguínea, temperatura y aumento de la frecuencia cardíaca. En casos severos puede haber shock y colapso cardiovascular. La muerte resulta por fallo renal agudo, hemorragia gastrointestinal y edema pulmonar. Las reacciones generales en la forma aguda son tan graves que no se necesitan considerar los aspectos bucales (34,37).

Envenenamiento crónico:

Ocurre en casos de prolongada exposición a niveles por encima del normal. Depende de la susceptibilidad individual y del tiempo o nivel de la exposición, se le conoce como hidrargismo o mercurialismo crónico. Los signos más notables y tempranos son de carácter cognoscitivo y del comportamiento.

Uno de los síntomas más obvios del trastorno neurológico es un suave temblor en las manos (una de las primeras señales), el temblor puede mostrarse en la cara, brazos y piernas, a medida que progresa puede convertirse en convulsiones (25).

El paso inestable, posiblemente de naturaleza espástica, ha sido observado en algunos pacientes. Los reflejos hiperactivos, de hasta cinco veces mayor que en una persona normal se han encontrado en pacientes con mercurialismo crónico. El dolor y entumecimiento en las extremidades puede desarrollarse en varios grados (25).

La cavidad bucal sufre seriamente en el mercurio crónico y proporciona prueba de numerosos signos y síntomas característicos pero que son patognómicos¹. Existe un notable aumento en el flujo de saliva (ptialismo), puede observarse estomatitis, gingivitis, movilidad dentaria y sabor metálico debido a la excreción del mercurio en la saliva. Las glándulas salivales pueden estar edematizadas, la lengua algunas veces también se agranda y se vuelve dolorosa, en ocasiones hay hiperemia (5,37).

Datos limitados sugieren que la vida media biológica del mercurio en el cuerpo humano es de más o menos 40 días para el mercurio inorgánico y de 70 días para el metilmercurio (8).

Se han reportado experimentos que muestran que el vapor de mercurio metálico es transformado a metilmercurio en el organismo y depositado a través de la circulación sanguínea en el cerebro, el riñón y la placenta (2,8).

¹signo o síntoma específico de una enfermedad

La mayoría de las formas de mercurio se eliminan fundamentalmente por la orina y las heces, variando la concentración y contribución relativa de estas vías de excreción según la forma particular del mercurio en el cuerpo. En la inhalación prolongada de vapores de mercurio, la excreción urinaria excede ligeramente a la fecal. En contraste con la excreción del mercurio inorgánico, el metilmercurio se excreta principalmente por las heces (18,30).

El mercurio también es eliminado en parte por medio de las glándulas salivales (30).

Diagnóstico y tratamiento del mercurialismo.

Lo más importante para llegar al diagnóstico del mercurialismo es una buena historia clínica, considerando el tipo de exposición al mercurio y un examen clínico minucioso, comprobándose posteriormente por medio de análisis de laboratorio (17,18,37). Para la determinación de los niveles de mercurio en el organismo, los métodos de laboratorio utilizados con más frecuencia son: método colorimétrico (ditizona), absorción atómica sin llama y activación de neutrones (30).

El diagnóstico de intoxicación crónica dependerá de los hallazgos de niveles normales de mercurio en sangre y/o orina, y de la respuesta favorable al tratamiento con dimercaprol (30,39).

El tratamiento de intoxicación por mercurio se fundamenta en la detección temprana. Retirar a la persona expuesta del medio de contaminación y la remoción del mercurio depositado en el tejido receptor con el uso de antidotos, ya sea para formar un complejo inactivo o formalizando la eliminación del metal de los tejidos. Todo esto acompañado de una terapia general de sostén o soporte (18,31,39).

Estos antidotos producen efectos competitivos mediante grupos tiol que capturan el mercurio. Entre estas sustancias encontramos el dimercaprol, untiol, glutatión o cisteína y penicilina. Estos pueden ser útiles en la prevención de efectos irreversibles si se administran inmediatamente después de la exposición al mercurio (30,39).

El dimercaprol es un líquido aceitoso claro, incoloro, viscoso, de olor fuerte y desagradable. Es un compuesto oleosoluble que contiene dos grupos sulfhidrilos, con los que se combina el mercurio y sirve como aceptor de metales para evitar o revertir la inactivación enzimática (8,21).

Esta droga estimula el sistema nervioso central y produce constricción de los músculos de las arteriolas (30).

Tiene dos ventajas, es ineffectivo administrado oralmente y para compuestos alquimercurícos. El dimercaprol se encuentra disponible como solución al 10% en aceite para administración I. M. Cada ampolla contiene 500 mg. Debe administrarse de 3 a 4 mg/kg, cada cuatro horas durante los dos primeros días y luego cada 12 horas durante un total de diez días. Pueden ser usadas dosis mayores cuando la cantidad calculada de envenenamiento es mayor (22,30). Sin embargo, debe administrarse convenientemente debido a que una sobre dosis con dimercaprol puede causar anorexia, inquietud, dolores generalizados, salivación y aumento en la presión arterial, llegando incluso a causar vómitos, convulsiones y coma (8,21).

Las penicilinas aumentan la excreción después de la exposición al vapor de mercurio y compuestos alquimercuriales; además alivian los síntomas de la intoxicación crónica con vapores de mercurio. Las penicilinas tienen la ventaja de ser administradas por vía oral y ser menos tóxicas (21).

Tanto en la intoxicación aguda como crónica, la recuperación

es muy probable si se administra dimercaprol por lo menos durante una semana. La recuperación de los efectos psicológicos puede no ser completa. El daño causado por compuestos alquilmercuricos es mas propenso a ser permanente. El mejoramiento requiere de uno a dos años (21,30).

La mortalidad resultante de la intoxicación por mercurio es rara, habiéndose descrito menos de 40 casos en la literatura médica en los últimos 80 años; sin embargo, la morbilidad se puede considerar alta (15).

Ya que el mercurio es volátil a temperatura ambiente, con una presión de vapor casi 400 veces el nivel máximo aceptable, y su vapor no tiene color, olor y sabor éste no puede percibirse con rapidez cuando se está cerca del nivel máximo de exposición segura (24).

Pruebas de laboratorio.

Existen diversos métodos cualitativos y cuantitativos para detectar el mercurio en líquidos corporales. Se utilizan técnicas como las del test de Reinsch o sus modificaciones, otras como el método colorimétrico con ditizona, absorción atómica sin llama y activación de neutrones (30,39).

El método preferido para determinar el mercurio total en las muestras ambientales y biológicas es la absorción atómica sin llama. La técnica es sensible y el procedimiento simple (6,30,39).

El mercurio puede ser detectado con fines de diagnóstico y control en líquidos corporales tales como orina, sangre y saliva. Se ha demostrado que el mercurio en orina solo es detectable en un 20% de los sujetos aparentemente normales y no es confiable en personas que muestran síntomas de mercurialismo o hidrargismo, dado que las concentraciones de mercurio tienden a disminuir cuando

aparecen los síntomas, probablemente debido a la aparición del daño renal (11,26).

En la sangre, el rango normal de mercurio es de 0.01 ug/100 ml, pudiendo extenderse hasta 0.1 ug/100 ml de sangre. La menor concentración de metilmercurio en sangre asociada con síntomas identificables es de 0.2 ug/100 ml, volviéndose significativo en términos de toxicidad cuando el nivel de mercurio orgánico esta por encima de los 6 ug/100 ml de sangre (25,29).

Los datos obtenidos sugieren que los niveles de mercurio en sangre pueden usarse como un buen índice de exposición; mientras que los niveles de mercurio en orina, pueden ser un buen índice de la concentración renal de mercurio (30).

Al contrario del mercurio inorgánico, el metilmercurio se localiza principalmente en los eritrocitos, por lo que su nivel debe ser estimado usando sangre entera (18).

Los adelantos más recientes en los procedimientos de absorción atómica han sido reseñados recientemente. El procedimiento requiere una digestión, seguida por reducción, aireación y medición del vapor de mercurio por absorción a 253.7 nm (6,30).

La gran popularidad de la absorción atómica con vapor frío ha dado lugar a las distintas aplicaciones de este procedimiento en la medición de mercurio en sedimentos, suelos y muestras biológicas, incluidos los productos alimenticios. Esta técnica ha tenido algunas modificaciones a fin de permitir la determinación de mercurio en muestras de sangre a los bajos niveles observados en poblaciones no expuestas. La técnica tiene sensibilidad aproximada de 0.5 ng de mercurio y tiene la ventaja de ser extremadamente sensible y aplicable (14,23,27).

Las técnicas de absorción atómica están sujetas a

interferencias (8). Las sustancias interferentes mas comunes son el benceno y otros hidrocarburos aromaticos que absorben fuertemente en 253.7 nm aproximadamente. Aun asi se dispone de procedimientos para evitar dificultades debidas a las sustancias interferentes, como son el uso de reactivos de alta pureza y limpieza de la cristaleria (27,30).

En el laboratorio Unificado de Control de Alimentos y Medicamentos (LUCAM), se utiliza el método de absorción atómica con vapor frio para determinar el contenido de mercurio en alimentos de consumo en Guatemala². Asi tambien es posible la determinación de mercurio en hígado, musculos, riñon y cabello a través de la absorción atómica (27,30).

La técnica de mercurio por vapor frio es otra aproximación para mejorar la sensibilidad de la absorción atómica. El mercurio es el único elemento que a temperatura ambiente, permite químicamente generar átomos en estado fundamental que son las especies requeridas para la absorción atómica. En el método del vapor frio los átomos de mercurio se producen en un recipiente de digestión por reducción química con cloruro estannoso. Los átomos volátiles de mercurio salen de la solución al burbujear aire a través de un tubo de secado para eliminar el vapor de agua (trampa de ácido sulfúrico) y finalmente a la celda de absorción atómica. Conforme el mercurio pasa a través de la celda y sale de ella, se registra una señal de absorción de forma gaussiana.

En sistemas para mercurio sin llama, existen disposiciones que permiten recircular el vapor de mercurio y tener de esta forma la

²Consultas personales:

Licenciada Eugenia Canahui Carrillo (Supervisora Sección de Contaminantes LUCAM).

Sr. Luis Reyes Cifuentes (Laboratorista Sección de Contaminantes LUCAM)

oportunidad de obtener máxima concentración, siendo el sistema más sensible. Después que se obtiene la lectura constante, los vapores son desviados hacia un absorbente con carbón activo, el cual extrae el mercurio del sistema preparándolo para la siguiente determinación. Su alta sensibilidad proviene del hecho que todo el mercurio presente en 100 mililitros de muestra puede ser concentrado en el paso óptico, originando una máxima absorbancia (6).

OBJETIVOS

Objetivo General.

- Determinar por medio del método de absorción atómica la presencia y concentración de mercurio en muestras de sangre de odontólogos y personal administrativo expuesto en las clínicas de la Facultad de Odontología.

Objetivos Específicos.

- Conocer el nivel de intoxicación por mercurio en odontólogos y personal administrativo expuesto, evaluando su concentración en sangre.
- Comprobar por medio de un método sensible y específico los niveles de contaminación por mercurio en la muestra de odontólogos evaluada en el año 1989.
- Aportar datos a la Facultad de Odontología y a profesionales de salud en general, sobre métodos de diagnóstico sensibles y específicos como el método de absorción atómica con vapor frío.

HIPOTESIS

El personal odontológico docente y personal administrativo en contacto con mercurio que labora en la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, posee valores de mercurio en sangre mayores que los reportados como permisibles por la Asociación Internacional de Salud Ocupacional, debido al descuido en normas y cuidados que se deben tener en la manipulación del mercurio.

VARIABLES DE LA HIPOTESIS**Independiente:**

Personal docente y personal administrativo en contacto con mercurio que laboran en las clinicas de la Facultad de Odontologia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Dependiente:

Valores de mercurio en sangre, en personal docente y administrativo expuesto que laboran en las clinicas de la Facultad de Odontologia de la USAC.

Valores de mercurio en sangre segun la Asociacion Internacional de Salud Ocupacional.

Conocimientos sobre manipulacion de mercurio.

INDICADORES DE LAS VARIABLES

- 1.1 Para la variable: Personal docente y administrativo que labora en las clínicas de la Facultad de Odontología; el indicador fue: Personal docente y administrativo que aparecen en la nómina oficial contratados por la Facultad de Odontología, que desarrollan actividades de instructoria y encargados del almacenamiento, manejo, dosificación y distribución del mercurio, respectivamente en las clínicas de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- 2.1 Para la variable: Valores de mercurio en sangre; el indicador fue el resultado o determinación de la cantidad de mercurio en una muestra de sangre del personal docente y administrativo expuesto que laboran en las clínicas de la Facultad de Odontología de la USAC, expresada en ug/100 ml luego del análisis.
- 2.2 Para la variable: Valores de mercurio en sangre, según la Asocia Internacional de Salud Ocupacional; el indicador fue el valor establecido como permisible para el personal de trabajo expuesto 8 horas al día durante 5 días a la semana, el cual es de 0.1 a 1.0 ug/100 ml.
- 2.3 Para la variable: Conocimientos sobre la manipulación de mercurio; el indicador fue la aceptabilidad según criterios anotados en la revisión bibliográfica sobre almacenamiento, manejo, dosificación y distribución del mercurio Pags. 18 - 21.

METODOLOGIA

1. Universo de Trabajo.

Personal odontológico y administrativo que labora en las clínicas de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El número de personas evaluadas fue un total de 20, las cuales fueron seleccionadas al azar. La muestra incluye 17 docentes y 3 personas encargadas del almacenamiento, manejo, dosificación y distribución del mercurio, que laboran en las clínicas de la Facultad de Odontología.

2. Medios.

Las muestras se recolectaron en el laboratorio clínico-biológico de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El análisis de las muestras se efectuó en el Laboratorio Unificado de Control de Alimentos y Medicamentos (LUCAM), del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

2.1 Material y Equipo.

Cuestionario.

Jeringas y agujas descartables, alcohol, liga, algodón.

Peras de vidrio para digestión con tapadera.

Balanza analítica.

Pipetas automáticas graduables.

Pipetas serológicas de 1 ml, volumétricas de 1,2,5 y 10 ml.

Baño de vapor.

Balones volumétricos de 25, 100, 250 y 2500 ml.

Espátulas

Espectrofotómetro de absorción atómica sin llama, equipado con lámpara de mercurio y trampa de ácido sulfúrico concentrado. Celda espectrofotométrica cilíndrica de flujo continuo. Equipo de aireación y tubo de aireación

2.2 Reactivos.

Agua desionizada y bidestilada

Ácido Sulfúrico concentrado

Permanganato de Potasio

Clorhidrato de Hidroxilamina

Cloruro de Estano

Solución estándar de mercurio inorgánico (1000 ug/ml)

Solución estándar de mercurio orgánico (1000 ug/ml)

Ácido nítrico concentrado

3. Procedimiento.

En la presente investigación se siguió el procedimiento así: se explicó a las veinte personas evaluadas en que consistía el estudio y se pidió su consentimiento para obtener las muestras de sangre. Así también se les informó sobre la importancia de su participación debido a los valores de contaminación mercurial reportados por la Dra. González de Gramajo en el año 1989.

3.1 Se evaluaron los conocimientos sobre higiene mercurial y detección de signos y síntomas de mercurialismo en el odontólogo muestreado.

3.2 Recolección de Muestras.

La sangre se recolectó directamente de las personas, con jeringas descartables de polipropileno. Las muestras se transfirieron a tubos de vidrio tipo vacutainer que contenían anticoagulante a base de EDTA.

3.3 Precauciones previas al análisis.

Se debió tomar en cuenta en el análisis de vapores de mercurio la limpieza de la cristalería, así como la pureza de los reactivos, para evitar interferencias.

Toda la cristalería debió estar lavada y enjuagada con agua destilada. Luego se colocó en una solución de ácido nítrico + agua (1 + 1).

3.4 Método de análisis.

Para este estudio la técnica se basó en el método de USDA³, el cual se aplica para determinar el contenido mercurial en hígado, músculos, riñón y cabello. Dicho método ha sido modificado y adaptado para evaluar la concentración de mercurio en muestras biológicas a través del espectrofotómetro de absorción atómica con vapor frío.

La muestra se digiere con una solución de ácido sulfúrico-permanganato de potasio para liberar todos los compuestos de mercurio orgánico, el cual pasa a mercurio iónico. El exceso de permanganato se destruye con cloruro de hidroxilamina. Una reducción adicional del mercurio iónico a mercurio metálico utilizando cloruro estanoico hace posible la medición del mercurio gaseoso en el aire. El límite de detección de este método es de 0.01 ug de Hg.

3.5 Preparación y análisis de muestras.

Digestión:

Mantener en lo posible las peras tapadas para evitar contaminaciones. Se pesó exactamente 1.2 g. de sangre entera dentro de una pera de digestión, teniendo cuidado de que toda la muestra se deposite en el fondo del frasco y que nada quede en el cuello o en las paredes del mismo.

³United States Department of Agriculture (Food Safety and Inspection Service Science and Technology). Athens, Georgia, oct. 1983.

Se agregaron a las muestras 5.0 ml de ácido sulfúrico concentrado y se colocaron en un baño de vapor para digerirlas, la digestión debió ser completa a los 45 minutos.

Se movieron los frascos durante la digestión para romper las partículas. La muestra completamente digerida forma una solución fuertemente coloreada sin pedazos de materia sin disolver, a veces ligeramente turbia. Nota: en este punto debe tenerse gran cuidado en que toda la muestra esté en solución y que no hayan partículas en las paredes del recipiente o suspendidas en la solución. De lo contrario la digestión no será completa.

Cuando la muestra esté digerida, se colocaron los recipientes dentro de un baño de hielo por 5-10 minutos. Luego se pipetearon lentamente 15.0 ml de solución de permanganato de potasio al 6% (cuidado reacción violenta) dentro de cada recipiente. Debió moverse la solución, suavemente al principio y luego vigorosamente, hasta que la muestra esté bien mezclada para deshacer la espuma y liberar la reacción exotérmica. Colocar el frasco en una gradilla y continuar hasta que el permanganato de potasio haya sido agregado a todas las muestras.

Se colocaron las muestras en un baño de vapor y se dejó que sigieran digiriéndose. Se movieron ocasionalmente y continuaron calentándose hasta que cesó el burbujeo y toda la espuma desapareció (usualmente 15-20 minutos). No calentar más de lo necesario. Alguna espuma puede estar presente cuando la reacción ha terminado.

Se agregó a las muestras 5.0 ml adicionales de permanganato de potasio, esto pudo realizarse con la muestra caliente sin retirar del baño de vapor, donde se

agitó suavemente. La muestra quedó oscura y sin espuma, la digestión fue completa.

Se enfrió la mezcla a temperatura ambiente o en baño de hielo.

Recuperación: (estándares de mercurio orgánico).

En una pera de digestión se midió 1 ml de la solución estándar de metil-mercurio de 0.1 ug/ml con duplicado. Seguido todo el proceso de análisis y se calculó el porcentaje de recuperación.

Blanco de reactivos:

Hechos en duplicado. Se siguió el mismo proceso que para las muestras con la diferencia de que no se pone muestra en el frasco de digestión. La lectura del blanco no debe exceder el equivalente de 0.02 ug Hg. Si el valor es mayor, revisar la limpieza de la cristalería y las soluciones de reactivos.

Preparación de Estándares de mercurio inorgánico.

- a. Utilizando recipientes para digestión, se agregó 1 ml del estándar de mercurio inorgánico de 0.10 ug/ml.
- b. Luego lentamente y con cuidado se agregó 5.0 ml de ácido sulfúrico concentrado.
- c. Se enfriaron los recipientes en un baño con hielo. Luego se agregó a cada uno 2 ml de permanganato de potasio (KMnO_4). Taparlos.
- d. Se agregaron 2 ml de cloruro de hidroxilamina. La solución quedó cristalina.
- e. Se completó volumen con agua bidestilada (29 ml).

- f. Luego se enriaron los recipientes a temperatura ambiente antes de la aireación y análisis por absorción atómica.

Análisis por absorción atómica:

Se leen en la misma forma los blancos, los estándares y las muestras.

- a. Se preparó el equipo de absorción atómica. Ajustando el flujo de aire para obtener una buena sensibilidad y poca espuma (0.7-1.0 litros/minuto).
- b. Se agregaron 10.0 ml de solución de cloruro de hidroxilamina al 10% a las peras de digestión y mover para disolver los óxidos de manganeso.

Nota: Esta solución no debe tener ningún color o partículas en suspensión en ella, pero puede estar ligeramente opaca.

- c. Se agregó 2 ml de cloruro estannoso al 10%, e inmediatamente se aireo la solución.

Los átomos de mercurio se produjeron en el recipiente de digestión por reducción química con cloruro estannoso. Los átomos volátiles de mercurio salieron de la solución al burbujear aire a través de ella. El aire luego acarreo el mercurio a través de un tubo de secado para eliminar el vapor de agua (trampa de ácido sulfúrico) y finalmente a la celda de absorción atómica específica para mercurio. Conforme el mercurio pasó a través de la celda y salió de ella, se registró una señal de absorción de forma Gaussiana.

Para la determinación de mercurio se instaló en el espectrofotómetro de absorción atómica una lámpara con

cátodos de mercurio. Con la aplicación de un alto potencial eléctrico a la lámpara se produjo una excitación y una emisión catódica con frecuencias características de mercurio. Esta cantidad basal de energía se fija, pasa a través de un monocromador que selecciona la línea espectral deseada y se registra por un fotomultiplicador y un amplificador. Se usó la línea de 254.7 nm.

Cuando los átomos de la muestra entraron en el haz de luz se excitaron, absorbiendo una parte de energía, y la disminución de energía fue proporcional al número de átomos en la muestra. Cierta cantidad de mercurio se perdió en el proceso lo cual es inevitable. Por esta razón el contenido de mercurio en las muestras se calculó en base de estándares con cantidades conocidas de mercurio llevados junto con las muestras a lo largo de todo el proceso.

Como se anotó anteriormente con cada serie de muestras se debió llevar también un blanco de reactivos para poder corregir los resultados por trazas de mercurio que puedan contener los mismos.

Las concentraciones de los estándares son de 0.1 ug/ml llevando todo el proceso de las muestras al igual que los blancos de reactivos. Los estándares fueron a base de una concentración de mercurio inorgánico el cual no pasó por baño de vapor. Para llevar control del análisis, se llevó un estándar de mercurio orgánico de metilmercurio, lo que permitió calcular la cantidad de mercurio recuperado.

Antes de comenzar la determinación de las muestras se hacen corridas con estándares puros hasta obtener la confiabilidad deseada de los resultados (6).

(14,23,27,38).

Cálculos:

Se anotaron los valores de absorción de muestras, estandares y blancos. Asi como el peso de cada muestra.

Se corrigieron las lecturas de los estandares y las muestras restandoles el valor de lectura de los blancos.

Luego de corregidas las lecturas se aplico la siguiente fórmula para conocer los valores presentes de mercurio en cada muestra:

(a)(b)

----- = ug Hg/100 ml de sangre

(c)(d)

Donde:

a = Concentración del estándar inorgánico

b = Absorbancia corregida de la muestra

c = Absorbancia corregida estándar inorgánico

d = Peso de la muestra.

CUADRO No. 1

NIVELES DE MERCURIO EN VEINTE MUESTRAS DE SANGRE TOMADAS A ODONTÓLOGOS DOCENTES Y PERSONAL ADMINISTRATIVO EXPUESTO, QUE LABORAN EN LAS CLÍNICAS DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA USAC. ANALIZADAS POR EL MÉTODO DE ABSORCIÓN ATÓMICA CON VAPOR FRÍO, PARA LA DETECCIÓN DE MERCURIO.

Nº. DE MUESTRA	CONCENTRACION DE MERCURIO	ACTIVIDAD LABORAL	TIEMPO DE LABORAR EN LA INSTITUCION
1	0.20 ugHg/100 ml	Odont. docente	12 años
2	0.00 No detectado	Odont. docente	15 años
3	0.00 No detectado	Odont. docente	15 años
4	0.00 No detectado	Odont. docente	6 años
5	0.00 No detectado	Odont. docente	17 años
6	0.76 ugHg/100 ml	Pers. auxiliar	1 años
7	1.90 ugHg/100 ml	Odont. docente	8 años
8	0.27 ugHg/100 ml	Odont. docente	5 años
9	1.24 ugHg/100 ml	Odont. docente	11 años
10	0.99 ugHg/100 ml	Odont. docente	10 años
11	0.00 No detectado	Pers. auxiliar	4 años
12	0.47 ugHg/100 ml	Pers. auxiliar	15 años
13	0.90 ugHg/100 ml	Odont. docente	2 años
14	0.94 ugHg/100 ml	Odont. docente	2 años
15	0.74 ugHg/100 ml	Odont. docente	4 años
16	0.73 ugHg/100 ml	Odont. docente	7 años
17	0.41 ugHg/100 ml	Odont. docente	1 años
18	0.17 ugHg/100 ml	Odont. docente	5 años
19	0.27 ugHg/100 ml	Odont. docente	16 años
20	0.59 ugHg/100 ml	Odont. docente	9 años

Fuente: Resultados obtenidos en los análisis de muestras de sangre procesadas en el Laboratorio Unificado de Control de Alimentos y Medicamentos (LUCAM), a través del método de absorción atómica con vapor frío. Año 1,983.

Observación: Todos los valores obtenidos por abajo del rango considerado mínimo permisible por la A.I.B.C. (0.1 ugHg/100 ml de sangre) son reportados como no detectados.

INTERPRETACION DEL CUADRO No. 1

Este cuadro presenta los resultados obtenidos en los analisis de las muestras de sangre a traves del metodo de absorcion atomica con vapor frio. Notese que el 25.53% de los odontologos docentes y el 33.33% del personal administrativo expuesto, que labora en las clinicas de la Facultad de Odontologia de la Universidad de San Carlos de Guatemala contiene concentraciones mercuriales por abajo del valor minimo considerado permisible para personal de trabajo expuesto a vapores de mercurio por la Asociacion Internacional de Salud Ocupacional (A.I.S.O.), el cual es de 0.1 ugHg/100 ml de sangre.

Un 64.71% de los docentes presentan concentraciones entre el rango considerado permisible (0.1 a 1.0 ugHg/100 ml de sangre), asi como 66.67% del personal administrativo en contacto con mercurio se encuentra dentro de este rango. Estos valores pueden considerarse como un grado de intoxicacion que puede ir de leve a moderado; es de hacer notar que los componentes de la muestra comprendidos en este rango presentan diversidad con respecto al tiempo de laborar en las clinicas de la facultad, por lo que se puede constatar que no hay una relacion directa entre grado de contaminacion mercurial y anos de laborar en la institucion.

Dentro de la muestra evaluada se presentan dos casos cuyos valores pueden observarse elevados, representando el 11.76% de la muestra total de odontologos docentes. Puede notarse en estos casos que el tiempo de laborar en la institucion para cada docente es ampliamente distinto.

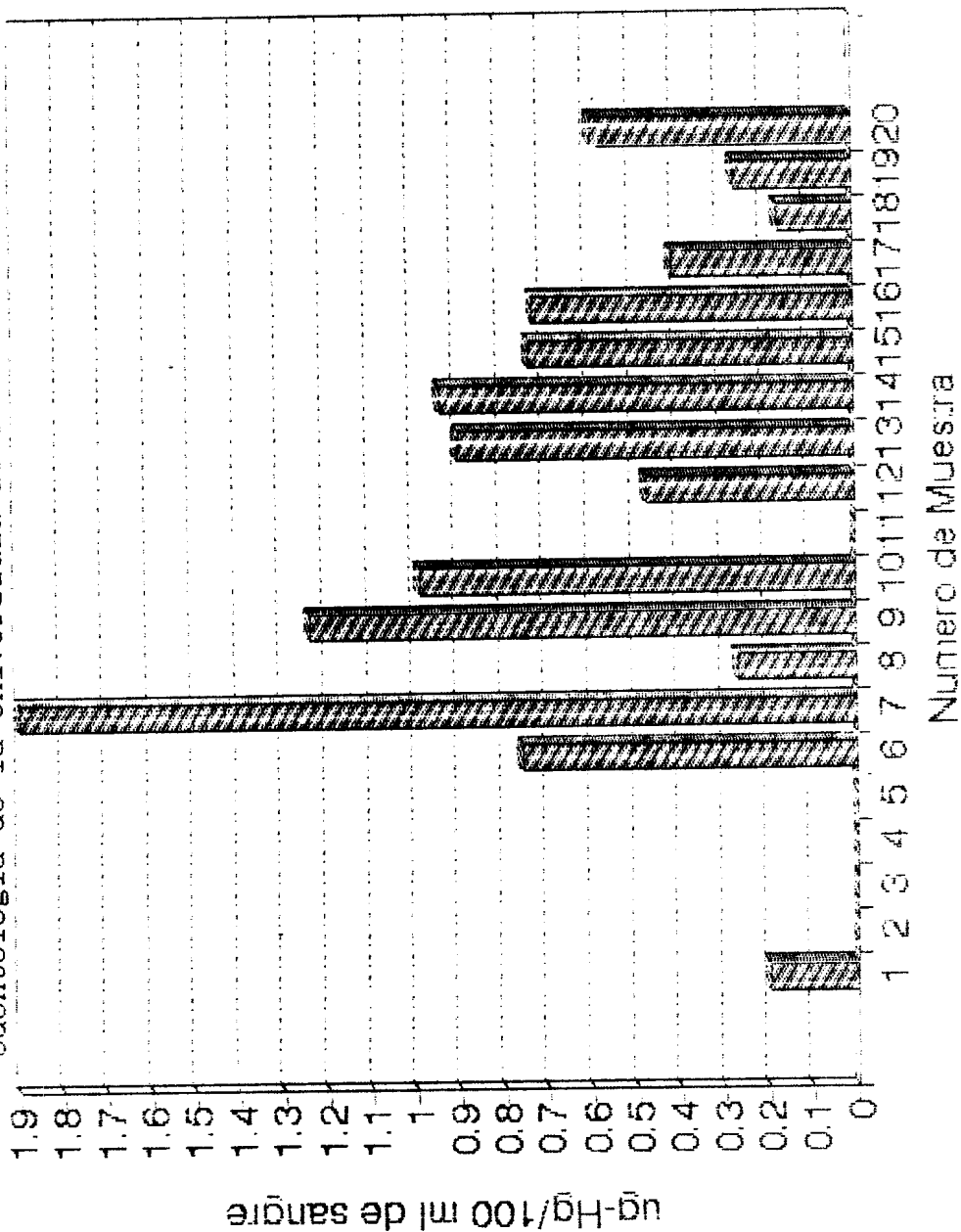
El valor promedio de concentracion mercurial en sangre entera para las veinte muestras evaluadas es de 0.53 ugHg/100 ml.

Es de hacer notar que el personal administrativo expuesto que labora en las clinicas de la Facultad de Odontologia es en total de tres, por lo que en esta muestra esta representada en un 100%.

El presente estudio presenta una desviacion estandar de 0.5 y un coeficiente de variacion de 95.17%.

GRAFICA No. 1

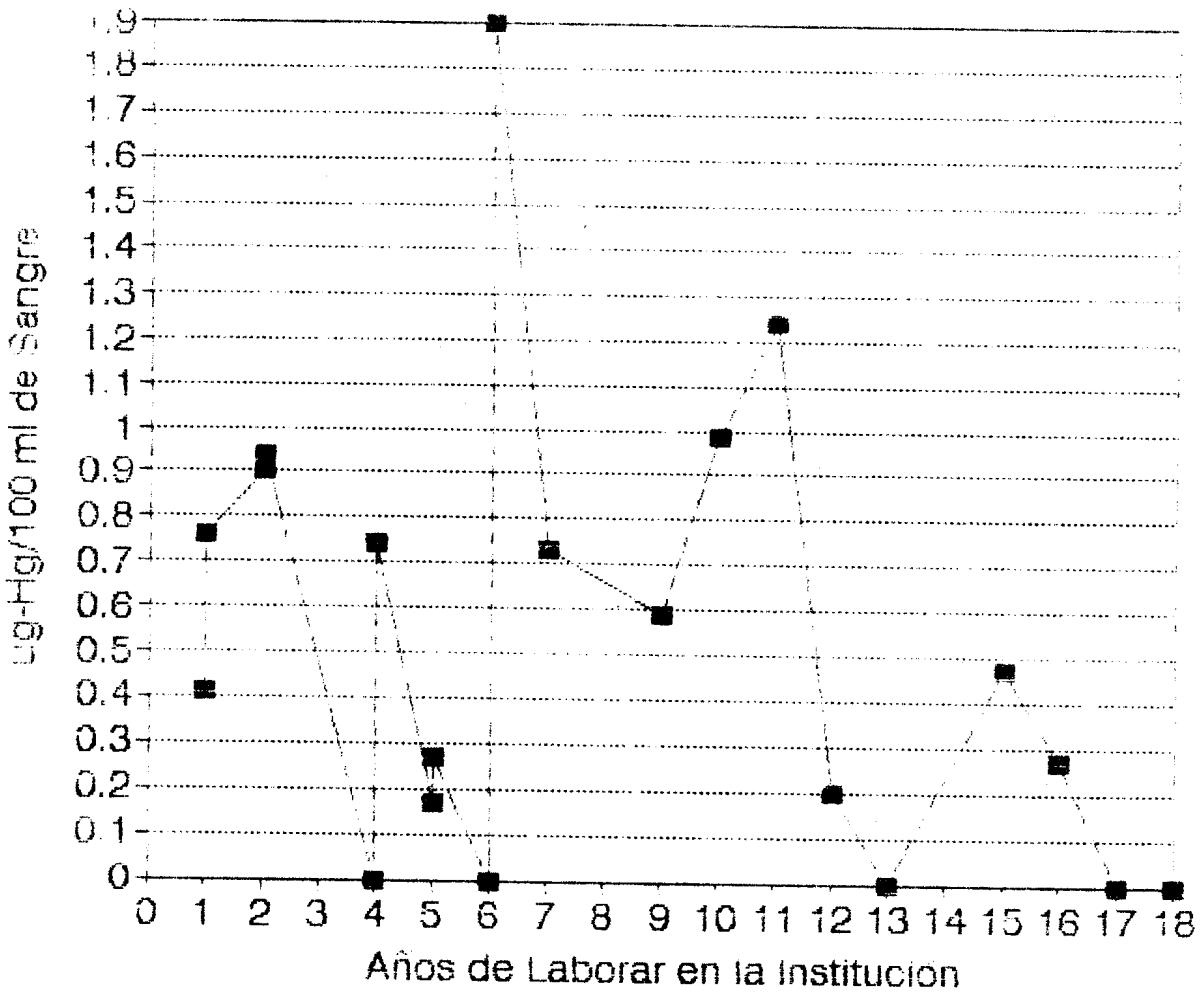
Niveles de mercurio en sangre de odontólogos y personal administrativo expuesto en las clínicas de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala



DESCRIPCION: Pueden observarse los niveles de concentración mercurial en veinte muestras de sangre, tomadas a odontólogos y personal administrativo expuesto, que laboran en las clínicas de la Facultad de Odontología de la USAC. Analizadas por el método de absorción atómica con vapor frío. año 1,993.
 0 = No Detectado (valores por abajo de 0.1 ugHg/100 ml de sangre).
Fuente: Elaboración propia con base a la información recabada en el presente estudio.

GRAFICA No. 2

Relación entre concentración mercurial y tiempo de laborar en la institución.



En la gráfica No. 2, observamos la relación entre concentración mercurial y tiempo de laborar en la institución, luego del análisis de veinte muestras de sangre tomadas a odontólogos docentes y personal administrativo expuesto, que laboran en las clínicas de la Facultad de Odontología de la USAC. Año 1,993. 0 = No Detectado (valores por abajo de 0.1 ugHg/100 ml de sangre).

Fuente: Elaboración propia con base a la información recabada en la presente investigación.

CUADRO N.º 2

RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS A TRAVÉS DEL CUESTIONARIO RESPONDIDO POR ODONTÓLOGOS DOCENTES Y PERSONAL ADMINISTRATIVO EXPUESTO, QUE LABORAN EN LAS CLÍNICAS DE LA FACULTAD DE ODONTOLÓGIA DE LA UBAO, ACERCA DE SUS CONOCIMIENTOS SOBRE MANIPULACION E HIGIENE MERCURIAL.

INTERROGANTES	RESPUESTAS
1. ¿Que riesgos conoce sobre higiene mercurial?	El 100% de la muestra conoce los riesgos potenciales de toxicidad.
2. ¿Usa alhajas al manipular mercurio o amalgama dental?	Docentes: SI 9 = 53.0% NO 8 = 47.0% Auxiliar: SI 2 = 67.0% NO 1 = 33.0%
3. ¿Utiliza mascarilla al manipular amalgama o mercurio?	Docentes: SI 16 = 94.0% NO 1 = 06.0% Auxiliar: SI 0 = 0.0% NO 5 = 100.0%
4. ¿Utiliza guantes al manipular amalgama dental o mercurio?	Docentes: SI 13 = 76.5% NO 4 = 23.5% Auxiliar: SI 2 = 67.0% NO 1 = 33.0%
5. ¿Come o fuma en clínicas y dispensarios de la facultad?	Docentes: SI 0 = 0.0% NO 17 = 100.0% Auxiliar: SI 2 = 67.0% NO 1 = 33.0%
6. ¿Usa bata con bolsillo en clínicas o dispensarios?	Docentes: SI 16 = 94.0% NO 1 = 06.0% Auxiliar: SI 3 = 100.0% NO 0 = 0.0%
7. ¿Cambia a diario su ropa de trabajo?	Docentes: SI 13 = 76.5% NO 4 = 23.5% Auxiliar: SI 3 = 100.0% NO 0 = 0.0%
8. ¿Verifica la eliminación adecuada de desechos y excesos?	Docentes: SI 5 = 29.0% NO 10 = 59.0% Sin respuesta 2 = 12.0%
9. ¿En que tipo de recipiente almacena el mercurio?	Auxiliar: Recipiente plástico 100.0%
10. ¿Como descarta los desechos de mercurio?	Auxiliar: Adecuado 2 = 67.0% Inadecuado 1 = 33.0%
11. ¿Como limpia los derrames de mercurio?	Auxiliar: Adecuado 3 = 100.0%
12. ¿Esta debidamente ventilada el área de almacenamiento de mercurio y alejada de cualquier fuente de calor?	Auxiliar: SI 2 = 67.0% NO 1 = 33.0%

Fuente: Cuestionario sobre conocimientos de higiene mercurial. Año 1.993.

INTERPRETACION DEL CUADRO No. 2

Podemos observar en el cuadro No. 2 que el 100% de la muestra estudiada conoce los riesgos de toxicidad que puede producir el mercurio utilizado en la practica odontológica.

El 55% del personal docente y el 67% del personal administrativo en contacto con mercurio trabaja sin quitarse alhajas al manipular mercurio o amalgama dental, factor que aumenta el riesgo de exposición ya que partículas de mercurio se adhieren a ellas.

Prácticamente todo el personal docente utiliza mascarilla al trabajar con amalgama dental o manipular mercurio (94%), mientras que el 100% del personal auxiliar no completa esta medida de seguridad.

De la muestra estudiada solamente el 23.5% de los docentes no utiliza guantes cuando esta en contacto con mercurio.

El total de los docentes de la muestra (17) asegura no comer o fumar dentro de las clinicas, y un 67% del personal auxiliar indica comer en los dispensarios de la facultad.

La gran mayoría de los encuestados utiliza ropa de trabajo con bolsillos y asegura cambiarla a diario.

En la pregunta No. 8 que es exclusiva para personal docente, el 59% de los encuestados no verifica la eliminación adecuada por parte de los estudiantes de los excesos de mercurio y desechos de amalgama. En esta pregunta de un total de 17 docentes, dos no respondieron anotando que no pertenecen al área de operatoria dental.

Con respecto a las preguntas exclusivas para personal auxiliar en contacto con mercurio, el 100% de la muestra almacena, descarta y limpia los excesos o derrames de mercurio adecuadamente. Así también el 67% asegura que el área de almacenamiento de mercurio esta debidamente ventilada y alejada de cualquier fuente de calor.

CUADRO N.º 5

SIGNOS Y SINTOMAS RELACIONADOS A MERCURIALISMO REPORTADOS POR ODONTOLOGOS DOCENTES Y PERSONAL ADMINISTRATIVO EXPUESTO, QUE LABORAN EN LAS CLINICAS DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA DE LA USAC.

SINTOMAS Y SIGNOS RELACIONADOS CON MERCURIALISMO	PERSONAL DOCENTE Y ADMINISTRATIVO QUE LO REPORTA	
Ansiedad	6	30%
Insomnio	6	30%
Irritabilidad	5	25%
Cefalea	4	20%
Somnolencia	3	15%
Temblores	3	15%
Depresión	2	10%
Sabor metálico	2	10%
Halitosis	2	10%
Línea gingival negra	2	10%

Fuente: Cuestionario sobre conocimiento de higiene mercurial.
Año 1,993

INTERPRETACION DEL CUADRO No. 3

En el cuadro No. 3 podemos observar datos respecto a los efectos nocivos del mercurio para el personal de trabajo expuesto en el ramo de la odontología.

De las veinte personas tomadas en la muestra, se manifestó que el sintoma con mayor porcentaje presente fue la ansiedad y el insomnio en un 30%. Seguido por la irritabilidad en un 25% y la cefalea con un 20%.

Con mayor frecuencia podemos observar síntomas como somnolencia y temblor en un 15%, seguidos por sabor metálico y depresión en un 10%.

Los síntomas restantes representaron un 5% del total de la muestra evaluada.

Con respecto a los signos relacionados a mercurialismo, puede observarse que una línea gingival negra y halitosis presentan un 10% del total de la muestra.

Es de hacer notar que los síntomas reportados por las personas evaluadas no estén relacionados directamente a mercurialismo, debido a que éstas atribuyen algunos síntomas relacionados a otros factores y condiciones de salud en el momento de la encuesta.

DISCUSION DE RESULTADOS

El análisis de las muestras a través del espectrofotómetro de absorción atómica demuestra que el total de odontólogos docentes y personal administrativo expuesto, que laboran en las clínicas de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala presentan algún grado de contaminación mercurial.

El 100% de la muestra evaluada presenta valores significativos de mercurio, observándose que el 75% está por arriba del valor mínimo para personal ocupacional expuesto, el cual es de 0.1 ugHg/100 ml de sangre.

El resultado del análisis de las muestras revela dos casos con valores por arriba del máximo permisible por la A.I.S.O. (1.0 ugHg/100 ml de sangre). Sin embargo estos docentes no refieren, en la encuesta sobre conocimientos de higiene mercurial, síntomas o signo alguno relacionado a mercurialismo y anotan observar en lo posible las medidas de higiene en el manejo del mercurio y la amalgama dental. Presentan una diferencia muy significativa en el tiempo de laborar en la institución. A la vez no descartan un posible riesgo de exposición en las clínicas de la facultad como en sus consultorios privados producto de un posible derrame de mercurio por el personal auxiliar.

Respecto a los conocimientos de los efectos nocivos del mercurio a través de la encuesta sobre hábitos y conocimientos de higiene mercurial, puede determinarse que toda la muestra evaluada en este estudio conoce el potencial peligro que presentan los vapores mercuriales en el ambiente de trabajo, sin embargo no desarrollan actitudes para mejorar sus hábitos y condiciones de trabajo debido a que desconocen o poseen hábitos de trabajo contrarios a los recomendados por la Federación Dental Internacional (F.D.I.) para manipular mercurio y amalgama dental.

Con la presente investigación se pudo establecer que las autoridades respectivas de la Facultad de Odontología no realizan actividades relacionadas a informar y conocer los peligros que representan los vapores mercuriales en el ambiente de trabajo para

el personal docente y administrativo expuesto, que labora en las clínicas de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Con lo anteriormente expuesto puede determinarse que en relación a la hipótesis planteada al inicio de la investigación, ésta se cumple no en su totalidad debido a que sólo el 11.76% de la muestra evaluada presentan valores superiores a los recomendados como permisibles por la Asociación Internacional de Salud Ocupacional (A.I.S.O.). Sin embargo es de hacer notar que el 75% de la muestra está por arriba del valor mínimo establecido. Por lo que se observa que en comparación al estudio realizado en el año 1989 por la Dra. Aída Gonzalez de Gramajo, el personal docente y administrativo expuesto que laboran en las clínicas de la Facultad de Odontología de la USAC, si contiene valores de mercurio superiores al recomendado como mínimo permisible y el 100% de la población estudiada aún desconoce uno o mas detalles referentes a higiene mercurial.

LIMITANTES DEL ESTUDIO

Este estudio fue diseñado originalmente para cubrir una muestra total de cuarenta personas que laboran en las clínicas de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos. Sin embargo, variables tales como indisponibilidad de algunos docentes para proporcionar muestras de sangre, costo y disponibilidad limitada de materiales en el Laboratorio Unificado de Control de Alimentos y Medicamentos (LUCAM) del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, debido a: que para mayor exactitud de los valores obtenidos toda muestra de sangre fue llevada en duplicado para su análisis, siendo en algunos casos necesario para corroborar resultados dudosos, el procesado de un triplicado de la muestra. Todo lo anterior obligó a reducir el tamaño de la muestra original a veinte personas, determinándose que el total final de la muestra es representativo con respecto al universo de trabajo.

Por lo anterior se define que el número de personas evaluadas en el presente estudio fue de veinte, los cuales fueron seleccionados al azar y de acuerdo a su disponibilidad a proporcionar muestras de sangre requeridas para el efecto de la investigación.

Es de hacer notar que no se puede establecer con exactitud que la muestra evaluada presenta contaminación mercurial debido solamente a la exposición que sufren en las clínicas de la facultad, tomando en consideración que la actividad clínica privada constituye una variable fuera del alcance del presente estudio.

CONCLUSIONES

- Los odontólogos docentes y personal administrativo expuesto, que laboran en las clínicas de la Facultad de Odontología de la USAC, sufren de contaminación mercurial. Como consecuencia de malos hábitos de trabajo que les permiten observar una higiene adecuada en la manipulación de mercurio y amalgama dental.
- La instructoría clínica no refuerza adecuadamente los conocimientos de higiene mercurial en el futuro odontólogo, debido a que ellos mismos desarrollan actitudes inadecuadas en la manipulación del mercurio y la amalgama dental.
- El 59% de los odontólogos docentes no verifican la eliminación adecuada de excesos de mercurio y restos de amalgama dental por parte del odontólogo practicante en la actividad clínica.
- El 75% de la muestra evaluada presenta valores de mercurio en sangre dentro del rango considerado como permisible por la A.I.S.O. que lo establece en 0.1 a 1.0 ugHg/100 ml para personal de trabajo expuesto 8 horas diarias por cinco días a la semana.
- El valor promedio de concentración mercurial para las veinte muestras analizadas es de 0.53 ugHg/100 ml de sangre entera.
- Un total del 60% de la muestra, señala poseer algún signo o sintoma relacionado con mercurialismo crónico. Así como desconocer algunas recomendaciones de higiene respecto al mercurio y su manipulación.

- Los síntomas asociados a mercurialismo reportados por odontólogos docentes y personal administrativo expuesto evaluados en este estudio, no necesariamente son causados por el nivel de contaminación que presentan los mismos.

RECOMENDACIONES

- Hacer revisiones de los niveles de vapor de mercurio ambiental en las clínicas y dispensarios, así como realizar exámenes anuales para determinar concentraciones mercuriales en el personal docente y administrativo expuesto que labora en las clínicas de la Facultad de Odontología de la USAC a través de las autoridades respectivas.
- Informar al personal de trabajo en contacto con mercurio tanto docente como administrativo, del peligro que representa su manipulación inadecuada. Reforzando los conocimientos respecto a los efectos nocivos del mercurio y la manera adecuada de manipularlo para evitar la contaminación mercurial. Luego de informarles sobre el resultado del análisis de sus muestras de sangre.
- Dotar de recipientes adecuados para disponer correctamente de los excesos de mercurio y desechos de amalgama dental, las clínicas y dispensarios de la Facultad de Odontología de la USAC.
- Verificar por parte de los odontólogos docentes la eliminación adecuada de excesos de mercurio y restos de amalgama dental en la actividad clínica del odontólogo practicante.
- Tomar conciencia de los riesgos que conlleva la manipulación inadecuada del mercurio y observar las precauciones necesarias para eliminar o minimizar la contaminación mercurial del ambiente de trabajo para el personal docente y administrativo expuesto, que labora en las clínicas de la Facultad de Odontología de la USAC.

- Colocar en un lugar visible de las clínicas y dispensarios de la Facultad de Odontología de la USAC, las normas y lineamientos aceptados por la Federación Dental Internacional sobre higiene mercurial.

- Solicitar de las autoridades de la Facultad de Odontología de la USAC, el apoyo necesario para darle divulgación a los resultados de la presente investigación, haciendo conciencia tanto en los docentes, como en el personal administrativo y los estudiantes de cumplir con observar los lineamientos de higiene mercurial recomendados por la Federación Dental Internacional.

ANEXO

CUESTIONARIO
INSTRUCCIONES

El presente cuestionario sirvió, para evaluar con fines de investigación los conocimientos que poseen personal docente y administrativo que labora en la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, sobre higiene y manipulación del mercurio utilizado en la elaboración de amalgama dental.

Favor responder afirmativa o negativamente las preguntas de acuerdo a sus hábitos y conocimientos.

La pregunta No. 8 es exclusiva para personal docente.

Las preguntas No. 9 y 10 son exclusivas para personal administrativo expuesto a contaminación mercurial.

En sus respuestas debe ser conciso y claro.

Señale cualquier signo o síntoma que considere evidenciar en la sección III del presente cuestionario.

CUESTIONARIO

I. Datos Generales.

Nombre: _____ Edad: _____ Sexo: _____ Tiempo
de trabajar en la Facultad: _____

II. Conocimiento sobre higiene mercurial.

1. ¿Qué riesgos conoce en el manejo del mercurio? _____

2. ¿Usa anillos, reloj o brazaletes al manipular mercurio o
amalgama dental? SI _____ NO _____

3. ¿Utiliza mascarilla al trabajar con amalgama dental o
manipular mercurio? SI _____ NO _____

4. ¿Utiliza guantes al trabajar con amalgama dental o
manipular mercurio? SI _____ NO _____

5. ¿Come o ruma en las clínicas y dispensarios de la Facultad?
SI _____ NO _____

6. ¿Usa bata con bolsillos en las clínicas y dispensarios
de la facultad?

SI _____ NO _____

7. ¿Cambia a diario su ropa? SI _____ NO _____

La siguiente pregunta es exclusiva para personal
docente.

8. ¿Verifica la eliminación adecuada por parte de los
estudiantes de excesos de mercurio y desechos de amalgama?

SI _____ NO _____

Preguntas para personal administrativo exclusivamente.

9. ¿En qué tipo de recipiente almacena el mercurio?
(vidrio, metálico, plástico, otros),
especifique _____

10. ¿Cómo descarta los desechos de mercurio? _____

11. ¿Cómo limpia los derrames de mercurio? _____

12. ¿Está debidamente ventilada el area de almacenamiento
de mercurio y alejada de cualquier fuente de calor?
SI _____ NO _____

III. Signos y sintomas relacionados a mercurialismo.
(Si evidencia alguno, favor de marcarlo):

- | | | |
|------------------------|--------------|----------------|
| Temblor | insomnio | Somnolencia |
| Cefalea | Indecisión | Excitabilidad |
| Timidez | Halitosis | irritabilidad |
| Ansiedad | Gingivitis | inseguridad |
| depresión | Desconcierto | Sabor Metálico |
| Falta de Concentración | | |
| Movilidad en dientes | | |
| Lengua adormecida | | |
| Linea Gingival negra | | |

IV. Mencione cinco recomendaciones de higiene respecto al mercurio
y su manipulación.

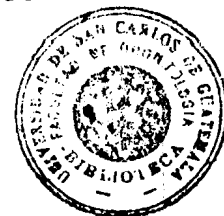
V. Autoriza la toma de muestra de sangre para conocer sus niveles
de mercurio.

SI NO

Firma

BIBLIOGRAFIA

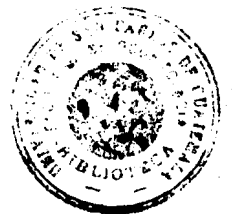
1. Aguirre, A. El mercurio usado en la practica dental y sus consecuencias para la salud. Guatemala, Universidad de San Carlos Facultad de Odontología, Area de Prótesis, 1979. 14 p.
2. Alegria Toruño, J. Determinación de la concentración mercurial en orina en una muestra de odontólogos practicantes del cuarto y quinto año y pre EPS de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Tesis (cirujano Dentista). Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1989. 82 p.
3. Amado de Hernandez, E. Determinación de valores de mercurio en orina y su relación con las manifestaciones clínicas en odontólogos. Tesis (Medico y Cirujano). Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ciencias Medicas, 1985. 115 p.
4. American Dental Association, Council on Dental Materials, instruments and Equipment. Recommendations in dental mercury hygiene; specification No. 6 for dental mercury. J Am Dent Assoc 115 (4): 636, oct 1987.
5. Arena, J. Poisoning (Toxicology, Symptoms, Treatments). 4th. ed. New York, Macmillan Publishing, 1978. pp. 144-151.
6. Beaty, R. D. Conceptos, instrumentación y técnicas en espectrofotometría por absorción atómica. Mexico, Perkin Elmer, 1979. pp. 3-11, 14-15, 36-50, 54-55.



7. Cabrera Cordon, E. Determinación de la concentración mercurial en las clinicas dentales de la cabecera departamental de Zacapa. Tesis (Cirujano Dentista). Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontologia, 1988. 82 p.
8. Casarett and Doull's. Toxicology (the basic science of poisons). 3rd. ed. New York, Macmillan Publishing, 1986. pp. 317-318, 380-381, 605-609, 842, 893-894.
9. Charbeneau, G. T., C. B. Cartwright. Principles and practice of operative dentistry. Philadelphia, Lea and Febiger, 1975. pp. 265-268.
10. Chavarria M., D. Algunos aspectos relacionados con higiene mercurial. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontologia, Area de Prótesis, 1987. 6 p.
11. _____ Intoxicación mercurial. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontologia, Area de Prótesis, 1987. 6 p.
12. _____ Recomendaciones sugeridas para obtener higiene mercurial. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontologia, Area de Protesis, 1985. 6 p.
13. Ciancio, S. G. Farmacologia clinica para odontologos. 2a. ed. Mexico, El Manual Moderno, 1978. pp. 351-356.
14. Determination of mercury in fish (Atomic Spectrophotometric Method). method CAS AM 70.10. Midland Michigan, Dow Chemical Company, June 11 1970. s.p.



15. Gamboa, J. D. Ingestión accidental de mercurio. Boletín Médico, Hospital Infantil de México 41 (2): 109-111, 1984.
16. Goldwater, L. J. El mercurio en el medio ambiente. En: Los alimentos, cuestión de oromatología. Madrid, Ediciones Rosario, 1975. pp. 95-102.
17. González de Gramajo, A. Determinación del grado de intoxicación por mercurio en profesionales de la odontología que laboran como docentes en la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Tesis (Cirujano Dentista). Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Odontología, 1989. 38 p.
18. Hayes, W. J., Jr. Manual clínico sobre sustancias tóxicas. Washington, O.P.S. diciembre 1966. pp. 3-9, 86-91. (Publicación científica No. 143).
19. Hefferren, J. Mercury surveys of the dental office, equipment thodology and philosopny. Lancet 1 (89): 422-430, feb 1984
20. International Programme on Chemical Safety. Enviromental health criteria 101 - methylmercury -Geneva, s.e., 1990. pp. 14-17.
21. Iyer, K. Mercury Poisoning of a dentist. Arch Neurol Scand 33 (11): 788-790, nov 1976.
22. Johnson, K. Mercury Hygiene. Clint Odontol North Am 6 (5): 87, march 1984.



23. Kothandaraman, P., and J. F. Dallmeyer. Improved Desiccator for mercury cold vapor technique. Atomic Absorption Newsletter, 15 (5): 120-121, sep-oct 1976.
24. Langan, D. C., P. L. Fan, Alice A. Hoss. The use of mercury in dentistry: a critical review of the recent literature. J Am Dent Assoc 115 (6): 867-875, dec 1987.
25. Lauwerys, K. Occupational exposure to mercury vapors and biological action. Arch Environ Health 27 (4): 65-66, jul-aug 1976.
26. M. de Lugo, D. Intoxicación mercurial. rev Fed Odontol Col 34 (152): 95-101, abril-junio 1985.
27. Manning, D. C. Compensation for broad-band absorption interference in the flameless atomic absorption determination of mercury. Atomic Absorption Newsletter, 9 (5): 109, sep-oct 1970.
28. Mercury Hygiene. J Am Dent Assoc 82 (6): 1401-1407, June 1971.
29. O'Brien, W. y G. Rige. Materiales dentales y su seleccion. Buenos Aires. Panamericana, 1980 pp. 168-175.
30. Organizacion Panamericana de la Salud. Criterios de salud ambiental. I - mercurio. Washington, O.P.S., 1976. 148 p.
31. Paget, G. E. Methods in toxicology. Oxford and Edinburgh. Blackwell Scientific Publications, 1970. pp. 267-269.
32. Peyton, F. Materiales dentales restauradores. Buenos Aires, Mundi, 1956. pp. 323-348.



33. Recomendaciones para la higiene del mercurio. Bol F.D.I.
(162): 8, nov 1988.
34. Reyes Ramos, J. Determinación de niveles de mercurio en sangre y orina en pacientes sometidos a apicectomias con obturación retrógrada de amalgama. Tesis (Cirujano Dentista). Guatemala, Universidad de San Carlos. Facultad de Odontología, 1993.
35. Robbins, S. Patología básica estructural y funcional. 4a. ed. México, Interamericana, 1988. pp. 451-453.
36. Satautón, E. Bioquímica médica. 4a. ed. México, Interamericana, 1989. 659 p.
37. Shafer, W. G. Tratado de patología bucal. 4a. ed. México, Nueva Editorial Interamericana, 1988. pp. 597.
38. Standard methods, for the examination of water and wastewater. 14th. ed. New York, Joint Editorial Board, 1975. pp. 145, 147-148, 156-159.
39. Von Oettingen, W. F. Poisoning, a guide to clinical diagnosis and treatment. 2nd. ed. Philadelphia, Saunders, 1985. pp. 416-423.
40. When your patients ask about mercury in amalgam. J Am Dent Assoc 120 (4): 395-398, April 1990.

To Bo.

J. E. Est...



Fredy Gonzalez Torres

FREDY GONZALEZ TORRES
Sustentante

Daniilo Arroyave Rittscher

DR. DANILO ARROYAVE RITTSCHER
Asesor

RLE

DR. RICARDO LEON C.
Comisión de Tesis



Patricia Hernandez G.

DRA. PATRICIA HERNANDEZ G.
Comisión de Investigación

Manuel Andrade Bourdet

DR. MANUEL ANDRADE BOURDET
Secretario



IMPRIMASE: