

Revisão

Review

Mercurio y salud en la odontología

Mercury and health in the dental practice

Ivelin Morales Fuentes y Rosa Reyes Gil

Departamento de Biología de Organismos, División de Ciencias Biológicas, Universidad Simón Bolívar. Baruta, Estado Miranda, Venezuela

Descritores

Odontología preventiva, mercurio y toxicidad. Salud ocupacional. Amalgama dental. Riesgos ocupacionales. Odontólogos. Asistentes dentales. Exposición ocupacional.

Keywords

Preventive dentistry. Mercury, toxicity. Occupational health. Occupational Risk. Dentists. Dental assistants. Occupational exposure. Dental amalgam.

Resumen

El mercurio es un metal pesado ampliamente utilizado por el hombre. Se considera muy tóxico por generar afecciones sobre el sistema nervioso central, perturbaciones en el comportamiento y trastornos renales, inmunes y sexuales, entre otros. Desde hace más de un siglo, el mercurio es utilizado en la práctica odontológica por su capacidad de unir metales (amalgamar), su bajo costo y su rápida fijación en la reparación de piezas dentales. Actualmente, existe una gran controversia acerca de la seguridad del uso de las amalgamas dentales y se ha demostrado el riesgo ocupacional al que están expuestos dentistas y asistentes dentales. El objetivo del trabajo es revisar aspectos relacionados con la toxicidad del mercurio metálico tanto para el personal involucrado en la práctica odontológica como para los pacientes con amalgamas. De igual modo, se presentan las rutas de exposición a este metal en la odontología, los riesgos ocupacionales a los cuales están expuestos los odontólogos y asistentes dentales y las medidas para prevenir la intoxicación por mercurio. Se realizó la búsqueda bibliográfica sobretodo en las bases de datos Biological Abstracts y Science Citation Index para el período comprendido entre los años 1990 y 2000.

Abstract

Mercury is a heavy metal widely used by man. It is considered very toxic causing conditions in the central nervous system, behavior disturbances, and renal and sexual disorders. For a century, mercury has been used in the dental practice for its capacity of joining metals (amalgamate), its low cost and its rapid fixing in dental pieces repair. Currently, there is much controversy about the safety of dental amalgams and it has been demonstrated it poses occupational risks to dental practitioners and their assistants. The objective of this study is review aspects related to metallic mercury toxicity for personnel involved in the dental practice and patients with dental amalgams. Routes of mercury exposure in dentistry, occupational risks and measures to prevent mercury poisoning are presented here. A literature review was conducted mostly on data from Biological Abstracts and the Science Citation Index for the period between 1990 and 2000.

INTRODUCCIÓN

El mercurio es un elemento metálico que ha sido catalogado como un material peligroso debido a los

graves daños que ocasiona a la salud y al ambiente.^{17,28,34,37} Dadas sus interesantes propiedades químicas, este metal ha sido utilizado ampliamente en la industria y en la medicina.^{32,35,37}

Correspondencia para/ Correspondence to:

Rosa Reyes Gil
Universidad Simón Bolívar,
Baruta, Estado Miranda, Venezuela
E-mail: rereyes@usb.ve

Recibido en 20/11/2001. Reapresentado en 8/10/2002. Aprobado en 12/11/2002.

El uso industrial del mercurio, ha ocasionado tragedias como la ocurrida en la Bahía de Minamata, Japón en 1953, en la cual los pescadores y las familias que vivían a orillas de la bahía, sufrieron los estragos de una enfermedad neurológica, conocida luego como mercurialismo. A consecuencia de esta enfermedad murieron 44 personas y muchos sobrevivientes quedaron paralizados de por vida.^{6,35,37} Los estudios epidemiológicos realizados indicaron que el punto común entre los afectados era la dieta, la cual consistía básicamente en pescado y moluscos de la bahía. Posteriormente los análisis químicos realizados determinaron que se trataba de un compuesto orgánico del mercurio (metilmercurio). La responsabilidad de este incidente recayó sobre una fábrica de productos químicos que producía acetaldehído utilizando mercurio como catalizador.^{6,35,37} Otra tragedia por envenenamiento con mercurio, fue la ocurrida en Iraq, en 1960, en la cual se intoxicaron personas al consumir pan que había sido preparado con semillas expuestas a un fungicida que contenía mercurio.⁴

Actualmente, existe la tendencia a nivel mundial de descartar el uso del mercurio de las actividades humanas, de hecho en odontología existe una gran polémica acerca de la seguridad del uso de las amalgamas dentales en pacientes y se ha tratado de demostrar el riesgo ocupacional al cual están expuestos los dentistas y asistentes dentales.^{5-7,10,11,20,23,27,30,31,34,37} En este sentido, se han desarrollado técnicas odontológicas que no utilizan mercurio.

Al evaluar el riesgo ocupacional al cual están expuestos el personal odontológico se ha podido observar que este depende de la actualización de las técnicas para la preparación de la amalgama y se ha determinado que se puede minimizar éstos riesgos al realizar prácticas modernas cumpliendo con normas para el manejo de sustancias peligrosas.^{5-7,10,11,20,23,27,30,31,34,37}

El objetivo de este trabajo es presentar una revisión bibliográfica relacionada con la toxicidad del mercurio metálico tanto para el personal involucrado en la práctica odontológica como para los pacientes con amalgamas. De igual modo, se presentan las rutas de exposición a este metal en la odontología, los riesgos ocupacionales a los cuales están expuestos los odontólogos y asistentes dentales y las medidas para prevenir la intoxicación por mercurio.

Gran parte de la información citada en este trabajo es producto de la búsqueda bibliográfica realizada en las bases de datos de "Biological Abstracts" y del "Science Citation Index" de los sistemas disponibles en las Bibliotecas de la Universidad Simón Bolívar y del Instituto Venezolano de

Investigaciones Científicas, respectivamente. El período de búsqueda estuvo comprendido entre los años 1990 y 2000. Así mismo, se consultaron libros y documentos especializados en las áreas de química ambiental, efectos bioquímicos de los contaminantes y salud ambiental y ocupacional.

TOXICIDAD DEL MERCURIO

El mercurio y sus compuestos pueden ser clasificados según su grado de toxicidad. Los compuestos mercuriales orgánicos son más tóxicos que los vapores de mercurio elemental, siendo estos últimos los que tienen mayor importancia en odontología.^{14,36} El vapor de mercurio es absorbido en un 80-90 % por el tracto respiratorio llegando hasta los alvéolos y penetrando al torrente sanguíneo.^{10,31,37} Debido a su alta propiedad lipofílica atraviesa la membrana celular de los eritrocitos donde es oxidado ($Hg^0 \rightarrow Hg^{+2}$).⁹

Sin embargo, la tasa de oxidación es más lenta que el tiempo de circulación del vapor de mercurio desde los pulmones al cerebro; permitiendo que el mercurio inorgánico no oxidado (Hg^0), cruce rápidamente la barrera sangre-cerebro.^{10,31,37} El mercurio en el cerebro es oxidado, acomplejado y retenido,¹⁰ además aumenta la permeabilidad de la membrana plasmática al calcio lo cual causa neurotoxicidad.³²

La inhalación de vapor de mercurio por un periodo prolongado causa el mercurialismo, el cual es una enfermedad que se caracteriza por temblores finos y eretismo (timidez, depresión, resentimiento a las críticas, dolores de cabeza, fatiga e insomnio).^{1,11,13,31,37} En este sentido, Foo et al,¹¹ en Singapore, estudiaron a 98 dentistas y a 54 controles (no dentistas), evaluando mediante pruebas comportamentales aspectos como: la memoria a corto plazo, velocidad visual motora y la destreza manual. Además, midieron la concentración de vapor de mercurio al cual estaban expuestos ocupacionalmente los grupos en estudio. Los autores encontraron que la concentración de vapor de mercurio al cual estaban expuestos era de $0,017 \text{ mg/m}^3 (\pm 0,009)$ y que existía una fuerte correlación entre la intensidad y la duración de la exposición y los efectos observados. Concluyeron que existe un efecto neuro-comportamental acumulativo, consistente con estudios de absorción y excreción de mercurio que indican que el proceso de excreción y eliminación del mercurio absorbido y almacenado es muy lento.

RUTAS DE EXPOSICIÓN AL MERCURIO EN ODONTÓLOGOS Y ASISTENTES DENTALES

El mercurio puede afectar el cuerpo si es inhalado, si tiene contacto con los ojos o piel. Por lo tanto, la

inhalación de vapores de mercurio debido a derrames accidentales durante la práctica odontológica, la liberación del mercurio durante el trabajo dental y el respirar aire contaminado en el lugar de trabajo o el contacto con la piel son razones que indican que la práctica odontológica esta expuesta a riesgo ocupacional de intoxicación con mercurio.³¹

Desde el punto de vista odontológico, se puede decir que el mercurio llega al cuerpo por cinco vías:^{31,37} (1) desde la cavidad bucal y nasal llegan vapores de mercurio a la circulación sanguínea y a través de los nervios directamente al cerebro; (2) los vapores de mercurio al ser inhalados penetran a los pulmones por las vías respiratorias, de allí pasa por el torrente sanguíneo, donde se transforma una parte del vapor de mercurio oxidándose y formando iones de mercurio ($Hg^0 \rightarrow Hg^{+2}$). De esta forma es almacenado en órganos como el hígado y el riñón; (3) durante la faena, el odontólogo al remover las amalgamas de restauraciones viejas, debido al *fresado* a altas velocidades, genera vapor de mercurio el cual puede penetrar al sistema respiratorio; (4) al realizar las preparaciones de amalgamas pueden derramarse pequeñas cantidades de mercurio en la piel o permanecer en el ambiente, del cual se evapora contaminando el área de trabajo; (5) se han realizado múltiples investigaciones que afirman que el consumo de pescado y el número de amalgamas presentes en la boca están correlacionados con la presencia de mercurio en el cuerpo.

Estudios realizados por Akesson et al¹ revelaron que existe una fuerte correlación entre los valores de mercurio en plasma, sangre total y orina y el número de amalgamas presentes en la cavidad bucal de 244 personas que trabajaban en una unidad odontológica. Además, comprobaron que las restauraciones realizadas con oro no presentaban un efecto detectable sobre el status de mercurio, mientras que las cerato-metálicas aumentaban los niveles de mercurio, debido a que contienen más elementos metálicos activos.

USO DEL MERCURIO EN ODONTOLOGÍA

El mercurio es utilizado en odontología para la elaboración de las amalgamas empleadas en la restauración de los dientes tratados por caries, esta práctica se remonta a más de 150 años atrás.¹⁴ La amalgama es una aleación de color gris metálico compuesta por mercurio líquido (50%), plata (35%), cobre (2%), estaño (13%) y algunas veces zinc. El mercurio hace posible la reacción química facilitando el endurecimiento del material restaurado una vez que ha sido colocado en el diente.^{14,23,37} Un relleno oclusal típico en un molar humano contiene

entre 750-1000 mg de Hg y tiene un tiempo de vida útil de 7-9 años.²³

Desde 1920, en Alemania, existen dudas acerca de la seguridad de esta práctica, ya que se asocia con la liberación de vapor de mercurio dentro de la cavidad oral que puede afectar la salud del paciente. En la década de los 70s y principios de los 80s, el miedo a que los rellenos dentales tuviesen mercurio y que pudiese provocar intoxicación aumentó, y varios investigadores postularon que existía riesgo de envenenamiento por mercurio proveniente de las amalgamas.⁵ El mercurio presente en las amalgamas dentales se encuentra en su forma metálica que es poco tóxica. Sin embargo, este metal se evapora a 25°C, presentándose como vapor de mercurio que es muy tóxico.²¹ Considerando que al tomar bebidas calientes como café, té o chocolate, las temperaturas en la boca pueden llegar a 40 y 60°C, puede esperarse la liberación del vapor de mercurio cada cierto tiempo, exponiendo al paciente a una exposición crónica, este hecho fue evaluado experimentalmente y se comprobó que existía un aumento de la tasa de evaporación.⁷

Existen abundantes reseñas bibliográficas que revelan la preocupación por el uso del mercurio en la odontología.^{7,12,16,20,30} A este respecto, se expusieron nueve voluntarios saludables sin restauraciones dentales con amalgamas de mercurio, a vapores de mercurio equivalentes a la tasa de evaporación de mercurio de piezas dentales evaluando las diferentes rutas de excreción y se pudo determinar que el 69% del mercurio es retenido y que la excreción depende de características propias de cada individuo, durante los primeros tres días entre el 7 y el 12% de la dosis absorbida es excretada por exhalación, el 1% es excretado vía orina; durante el mes se excretó entre el 8-40% de mercurio vía orina.³⁴

Estudios realizados con monos a los cuales se les colocaron amalgamas con mercurio radiactivo, revelaron que la distribución del mercurio seguida con un scanner durante 28 días, se expandió hacia los riñones, el tracto gastrointestinal y los huesos de la mandíbula. Un análisis posterior reveló niveles de mercurio en el cerebro y el hígado.²³

De igual modo, Bågedahl-Strindlund et al,⁵ realizaron estudios con personas que presentaban síntomas de intoxicación por mercurio y que tenían amalgamas, utilizando como control personas escogidas aleatoriamente sin amalgamas. Los autores realizaron las siguientes pruebas: Diagnóstico psiquiátrico, escala psico-patológica comprehensiva, síntomas depresivos y de personalidad.⁵ Los resulta-

dos obtenidos del estudio mostraron que los pacientes con amalgamas presentan mayor incidencia de desórdenes psiquiátricos (89%) que el grupo control (6%); esta incidencia se manifestó principalmente como desórdenes somáticos, ansiedad, depresión y baja sociabilidad.⁵

Otros estudios en los cuales se han comparado los niveles de mercurio entre personas con y sin amalgamas en autopsias humanas, han revelado niveles de mercurio significativamente mayores en órganos como el cerebro y el riñón en las personas que presentaban amalgamas en sus bocas.^{23,30}

En el Reino Unido, el 70% de los cadáveres son cremados, por lo que el mercurio presente en las restauraciones de amalgamas en las piezas dentales es liberado al ambiente, produciendo un riesgo ocupacional para el personal que labora en los crematorios. Se determinó que en un año un crematorio emite 5.543 Kg de mercurio.²⁶ Para medir el nivel de mercurio en los trabajadores del crematorio se tomaron muestras de cabello y se observaron niveles mayores que los del grupo control (personas que no trabajaban en el crematorio). Se concluyó que la fuente de contaminación eran las amalgamas colocadas en los cadáveres. En países como Suecia han instalado filtros de selenio que remueve entre el 80 y el 85% del mercurio de las emisiones.²⁶

En países como Japón se ha cambiado la práctica a rellenos dentales de polímeros plásticos desde 1982, en la ex-URSS, la amalgama esta prohibida desde 1975, y Suecia abandonó el uso de la misma en 1996.

A pesar de que son muchas las evidencias experimentales que apuntan a que las amalgamas pueden generar efectos dañinos sobre las personas que las poseen, aún se realizan múltiples investigaciones en el ámbito mundial para determinar si el uso de la amalgama en la práctica dental es eficaz e inocua al paciente.^{6,23} En este sentido, Mandel en 1993 reseña que no existe una relación estadísticamente significativa entre los niveles elevados de mercurio en la orina y la disfunción renal. De igual modo, Markert et al^{24,25} concluyeron que no existen evidencias de que las amalgamas sean las responsables de la disminución de la inmunidad.

Desde el punto de vista toxicológico, la acumulación de metales pesados en los organismos es la resultante de la relación entre la tasa de incorporación y la tasa de excreción de los mismos.³¹ De esta forma, altas concentraciones de mercurio podrían saturar los mecanismos de depuración, generando la acumulación del metal en los órganos y produciendo los

daños descritos. Algunos autores sugieren que las cantidades de mercurio liberadas desde las amalgamas son muy pequeñas y pueden ser eliminadas mediante los sistemas depuradores del cuerpo.

RIESGO OCUPACIONAL EN ODONTÓLOGOS Y ASISTENTES DENTALES

La exposición ocupacional del personal odontológico al mercurio también ha sido bien documentada. Recientemente se han reseñado varios casos de envenenamiento por mercurio y embriotoxicidad entre el personal dental. En efecto, se ha encontrado que la exposición a mercurio inorgánico aumenta los niveles de este metal en el plasma sanguíneo y en la orina. Los dentistas y sus asistentes dentales están bajo riesgo, debido al uso del mercurio en la preparación de la amalgama ya que están expuestos crónicamente al vapor de mercurio.^{9,15,22,31,37}

Las investigaciones de Akesson et al,¹ han puesto en evidencia niveles significativamente mayores de mercurio en orina de enfermeras y en el personal dental en comparación con un grupo control. Estos valores estaban asociados con el número de pacientes que son tratados para la restauración o colocación de amalgamas; sus propias amalgamas y el sexo. Los autores encontraron que las mujeres tenían niveles mayores de mercurio en la orina que los hombres, lo cual se asocia con metabolismos de mercurio diferentes.

Para formular la amalgama dental, los asistentes dentales agregan unas gotas de mercurio sobre una pieza de papel de filtro (lienzo), esto es añadido al polvo que contiene el resto de la amalgama. Posteriormente, es llevado al odontólogo quien mezcla la amalgama y libera el exceso de mercurio. Existe otra técnica en la que se utilizan amalgamas encapsuladas; en estas cápsulas el mercurio y el polvo están separadas por una partición, la cual es rota al agitar la cápsula vigorosamente, esta técnica disminuye el riesgo ocupacional de los dentistas y de sus asistentes.^{1,3}

Al taladrar las amalgamas viejas utilizando solamente el extractor de saliva, el nivel de vapor de mercurio se puede elevar de 2 a 15 veces del máximo permitido.¹⁴ El nivel de mercurio almacenado en el cuerpo aumenta con el tiempo por lo cual los dentistas que tienen mayor tiempo de desempeño, son más susceptibles a presentar problemas neurológicos, de comportamiento y pérdida de memoria, entre otros.^{1,18} En Singapur se ha reseñado que 96 dentistas examinados, expuestos a 16,7 µg/m³ Hg⁰ en el aire, presentaban deficiencias en la memoria lógica y en la vista.¹⁰ Los asistentes dentales por lo general presentan un mayor nivel de mercurio excretado por la orina

que los dentistas. Los asistentes dentales y dentistas, quienes trabajan con amalgamas presentan reducción de la fertilidad y bajas posibilidades de concepción y sus hijos tienen un bajo coeficiente intelectual comparado con la población general.¹

Cabe destacar que los síntomas del hidrargirismo afectan enormemente el desarrollo profesional de los odontólogos y de los asistentes dentales, ya que ellos requieren de mucha destreza manual, coordinación y precisión al realizar la manipulación de sus herramientas de trabajo.^{3,10}

No solamente los odontólogos y los asistentes dentales están expuestos a la contaminación de mercurio, se ha reseñado en varios estudios que en sus hogares se presentan altos niveles de mercurio, el cual es llevado por éstos en sus ropas y zapatos después de la jornada de trabajo.

MEDIDAS PARA DISMINUIR EL RIESGO DE INTOXICACIÓN POR MERCURIO

En países pobres, el uso de amalgamas resulta conveniente debido a su bajo costo y alta resistencia.²⁷ Además, otras técnicas para reparaciones dentales también pueden presentar riesgos para el paciente, como es el caso de las resinas de polímeros que ocasionan reacciones alérgicas. De igual modo, otras alternativas, como las resinas de cerámicas, han sido descritas como de baja resistencia.^{24,25}

Los riesgos ocupacionales generados por el mercurio en la preparación de amalgamas se pueden minimizar siguiendo las normas adecuadas y ejecutando un sistema de gestión que permita reducir la concentración de mercurio en el área de trabajo; minimizar el contacto entre el mercurio metal y el asistente dental y/u odontólogo; además de ubicar adecuadamente los desechos mercuriales.

Se ha demostrado que las buenas prácticas en el trabajo odontológico reducen los niveles de mercurio en la orina relacionados con afecciones del comportamiento.¹⁰ En efecto, se han encontrado niveles bajos de mercurio en plasma, sangre y orina de odontólogos que trabajan con rutinas modernas de manipulación de mercurio, como por ejemplo el uso de succión y enfriamiento durante el trabajo con amalgamas, teniendo especial cuidado con los residuos de amalgamas liberados.¹

Los consultorios dentales deben ser bien ventilados, además los dentistas y asistentes dentales deben utilizar guantes y mascarillas apropiadas. Se puede disminuir la absorción de mercurio tomando una ducha con lavado

de cabello y cambio de ropa al final de cada jornada.²⁹ El nivel máximo permisible de mercurio recomendado por el Instituto Nacional de Salud Ocupacional de los Estados Unidos,²⁹ es de 0,05 g de vapor de mercurio por metro cúbico de aire (50 mg/cm³) para un personal expuesto 8 horas al día, 5 días a la semana.^{14,31,37}

El consumo de tabletas de selenio puede aumentar la excreción de mercurio por la orina.¹ La protección del selenio contra el mercurio inorgánico es debida principalmente a que los iones de mercurio y el selenio forman complejos menos tóxicos debido a mecanismos estequiométricos.³² Por otra parte, los tratamientos de la intoxicación clásica por mercurio están ampliamente reseñados en la bibliografía.^{8,33}

En caso de derrames accidentales, el mercurio deberá ser recogido con jeringas y colocados dentro de recipientes con agua; para evitar que algún remanente permanezca en la superficie, ésta debe limpiarse con azufre en polvo, luego barrer y disponer el resto de acuerdo con las normas establecidas por cada país.

No se deben utilizar alfombras ni tapetes en el área de tratamiento, ya que se ha demostrado que la fricción por el tránsito en la oficina dental sobre las partículas de amalgama o de pequeños derrames de mercurio aumentan los niveles de vapor de mercurio en el consultorio.¹⁹

Se ha propuesto el uso de prácticas alternativas para sustituir el uso de la amalgama. Los colados de oro son excelentes sustitutos pero resultan muy costosos, además de que se necesita de muchas habilidades manuales y técnicas para colocar estas restauraciones.¹⁴ La porcelana fundida sobre metales nobles es también un buen sustituto, sin embargo, para restauraciones muy profundas puede ser muy costosa; además, la porcelana fundida sobre aleaciones que contienen níquel ha sido criticada ya que este produce cáncer en los tejidos nasales y en los pulmones.¹⁴

La National Institute Occupational Security Health,²⁹ ha generado las siguientes normas para disminuir el riesgo de exposición al mercurio:

- Almacenar los reactivos en contenedores sellados.
- Lavarse las manos antes de comer, fumar o beber.
- Evitar el contacto de los reactivos con la piel.
- El trabajador debe conocer el riesgo potencial de los reactivos en su lugar de trabajo.
- Participar activamente en cursos, entrenamientos dados por el patrón acerca de seguridad e higiene en el trabajo.
- Prevenir la contaminación en el hogar: cambiarse la ropa contaminada y lavarse con agua y jabón

antes de llegar a la casa; guardar la ropa de calle alejada del sitio de trabajo; lavar la ropa de trabajo aparte de la ropa de casa: evitar llevar ropa u objetos contaminados a la casa.

CONCLUSIONES

El vapor de mercurio elemental es un material tóxico que altera la bioquímica celular, afecta el sistema nervioso central, el sistema inmunológico y el sistema reproductivo.

La práctica odontológica esta seriamente expuesta de manera crónica al mercurio elemental, debido al uso

de este metal en la elaboración de las amalgamas dentales. Por esta razón, el personal debe estar informado acerca del riesgo ocupacional al cual esta expuesto y de las medidas para prevenirlo y disminuirlo.

Se deben realizar estudios periódicos que midan la concentración del mercurio en el aire y verificar que esta sea menor a 50 mg/cm³, valor máximo permisible indicado por la NIOSH.²⁴ Además, deben realizarse análisis periódicos que determinen los niveles de mercurio presentes en muestras de orina y de sangre del personal odontológico, evaluando que los valores sean menores a 35 mg/g de creatinina en muestras de orina y de 15 µg/L de sangre.²

REFERENCIAS

1. Akesson I, Schutz A, Attewell R, Skerfving S, Glantz PO. Status of mercury and selenium in dental personnel: impact of amalgam work and own fillings. *Arch Environ Health* 1991;46:102-9.
2. American Conference of Governmental Industrial Hygiene (ACGIH). *Threshold limit values for chemical substance and physical agents biological exposure indices*. Cincinnati; 1999.
3. Aposhian H. Mobilization of mercury and arsenic in humans by sodium 2,3-dimercapto-1-propane sulfonate (DMPS). *Environ Health Perspect* 1998;6:1017-25.
4. Aposhian HV, Maiorino RM, Gonzalez-Ramirez D, Zuniga-Charles M, Xu Z, Hurlbut KM et al. Mobilization of heavy metals by newer, therapeutically useful chelating agents. *Toxicology* 1995;97:23-38.
5. Bågedahl-Strindlund M. A multi-disciplinary clinical study of patients suffering from illness associated with mercury release from dental restorations: psychiatric aspects. *Acta Psychiatric Scand* 1997;96:475-82.
6. Bergdahl IA, Schutz A, Ahlqvist M, Bengtsson C, Lapidus L, Lissner L et al. Methylmercury and inorganic mercury in serum – correlation to fish consumption and dental amalgam in a cohort of women born in 1922. *Environ Res* 1998;77:20-4.
7. Bjorkman L, Lind B. Factors influencing mercury evaporation rate from dental amalgam fillings. *Scand J Dent Res* 1992;100:354-60.
8. Blanuša M, Prester L, Radic S, Kargacin B. Inorganic mercury exposure, mercury-copper interaction, and DMPS treatment in rats. *Environ Health Perspect* 1994;102:305-7.
9. Curry A. *Advances in forensic and clinical toxicology*. 2nd ed. Washington (DC): CRC. Press; 1974.
10. Echeverria D, Aposhian HV, Woods JS, Heyer NJ, Aposhian MM, Bittner AC-Jr et al. Neurobehavioral effects from exposure to dental amalgam Hg (o): new distinctions between recent exposure and Hg body burden. *FASEB J* 1998;12:971-80.
11. Foo S, Ngim CH, Salleh I, Jeyaratnam J, Boey KW. Neurobehavioral effects in occupational chemical exposure. *Environ Res* 1993;60:267-73.
12. Galic N, Prpic-Mehicic G, Prester L, Blanusa M, Krnic Z, Ferencic Z. Dental amalgam mercury exposure in rats. *Biometals* 1999;12:227-31.
13. Gonzalez-Ramirez D, Maiorino RM, Zuniga-Charles M, Xu Z, Hurlbut KM, Junco-Munoz P, et al. Sodium 2,3-dimercaptopropane-1-sulfonate challenge test for mercury in humans: II. Urinary mercury, porphyrins and neurobehavioral changes of dental workers in Monterrey, Mexico. *J Pharmacol Exp Ther* 1995;272:264-74.
14. Graver H. Toxicidad mercurial y amalgama dental: actualización. *Educación Científica* 1987;3(9):55-8.
15. Halbach S, Welzl G, Kremers L, Willruth H, Mehl A, Wack FX et al. Steady-state transfer and depletion kinetics of mercury from amalgam fillings. *Sci Total Environ* 2000;259:13-21.
16. Hoffmann E, Stephanowitz H, Ulrich E, Skole J, Ludke C, Hoffmann B. Investigation of mercury migration in human teeth using spatially resolved analysis by laser ablation-ICP-MS. *J Anal Atomic Spect* 2000;15:663-7.
17. InSug O, Datar S, Koch CJ, Shapiro IM, Shenker BJ. Mercury compounds inhibit human monocyte function by inducing apoptosis: evidence for formation of reactive oxygen species, development of mitochondrial membrane permeability transition and loss of reduction reserve. *Toxicology* 1997;124:211-24.
18. Iyer K, Goodgold J, Eberstein A, Berg P. Mercury poisoning in a dentist. *Arch Neurol* 1976;33:788-90.

19. Korwin R, Shapiro I, Bloch P. Diseminación por fricción del mercurio contenido en los pisos: efectos de los niveles de mercurio en el ambiente de los consultorios odontológicos. *Educación Científica* 1990;6:69-75.
20. Langworth S, Sallsten G, Barregard L, Cynkier I, Lind ML, Soderman E. Exposure to mercury vapor and impact on health in the dental profession in Sweden. *J Dent Res* 1997;76:1397-404.
21. Lehninger A. *Bioquímica*. España: Ediciones Omega S.A.; 1993.
22. Leistevuo J, Jarvinen H, Osterblad M, Leistevuo T, Huovinen P, Tenovuuo J. Resistence to mercury and antimicrobial agents in *Streptococcus mutans* isolates from human subjets in relation to exposure to dental amalgam fillings. *Atimicrob Agents Chemother* 2000;44:456-7.
23. Lorscheider F, Vimy MJ, Summers AO, Zwiers H. The dental amalgam mercury controversy –inorganic mercury and the CNS; linkage of mercury and antibiotic resistance in intestinal bacteria. *Toxicology* 1995;97:19-22.
24. Mackert JR Jr, Rueggeberg FA, Lockwood PE, Evans AL, Thompson WO. Isothermal anneal effect on microcrack density around leucite particles in dental porcelain. *J Dent Res* 1994;73:1221-7.
25. Mackert JR Jr. Side-effects of dental ceramics. *Adv Dent Res* 1992;6:90-3.
26. Maloney SR, Phillips CA, Mills A. Mercury in the hair of crematoria workers. *Lancet* 1998;352:1602.
27. Mandel I. Occupational risk in dentistry: comforts and concerns *J Am Dent Assoc* 1993;124:40-9.
28. Marcusson JA, Carlmark B, Jarstrand C. Mercury intolerance in relation to superoxide dismutase, glutathione peroxidase, catalase, and the nitroblue tetrazolium responses. *Environ Res* 2000;83:123-8.
29. National Institute Occupational Security Health. *Occupational security health*. Washington (DC); 1999.
30. Nylander M, Friberg L, Lind B. Mercury concentrations in the human brain and kidneys in relation to exposure from dental amalgam fillings. *Swed Dent J* 1987;11:179-87.
31. Organización Mundial de la Salud. *Mercurio*. Ginebra; 1978. (Criterios de Salud Ambiental - I).
32. Peraza M, Ayala-Fierro F, Barber DS, Casarez E, Rael LT. Effects of micronutrients on metal toxicity. *Environ Health Perspect* 1998;106:203-16.
33. Sallsten G, Kreku S, Unosson H. A small dose of ethanol increases the exhalation of mercury in low-level-exposed humans. *J Toxicol Environ Health* 2000;60:89-100.
34. Sandborgh-Englund G, Elinder CG, Johanson G, Lind B, Skare I, Ekstrand J. The absorption, blood levels, and excretion of mercury after a single dose of mercury vapor in humans. *Toxicol Appl Pharmacol* 1998;150:146-53.
35. Stocker M, Seager S. *Química ambiental: contaminación del aire y del agua*. España: Ed. Blume Ecología; 1981.
36. Watanabe C, Satoh H. Evolution of our understanding of methylmercury as a health treat. *Environ Health Perspect* 1996;104:367-79.
37. World Health Organization. *Inorganic mercury*. Geneva; 1991. (Environmental Health Criteria, 118).