

## DIAGNÓSTICO DE LA CONTAMINACIÓN POR MERCURIO EN EL PERSONAL DE UNA UNIDAD ODONTOLÓGICA DE CARACAS, VENEZUELA

*Recibido para arbitraje: 19/01/2006*

*Aceptado para publicación: 22/05/2006*

- **Ivelin Morales Fuentes.** Licenciada en Biología de la Universidad Simón Bolívar (USB), actualmente estudiante de la Maestría en Química (USB), [ive\\_morales@hotmail.com](mailto:ive_morales@hotmail.com)
- **Rosa E. Reyes Gil.** Profesora Titular adscrita al Departamento de Biología de Organismos (USB), [rereyes@usb.ve](mailto:rereyes@usb.ve)
- **José Alvarado.** Profesor Titular adscrito al Departamento de Química de Organismos (USB), [jalvar@usb.ve](mailto:jalvar@usb.ve)
- **José Domínguez.** Licenciado en Biología de la UCV adscrito al Departamento de Química (USB), [jdomin@usb.ve](mailto:jdomin@usb.ve)
- **Rodrigo Mijares.** Profesor Asociado adscrito al Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos (USB), [rmijares@usb.ve](mailto:rmijares@usb.ve)

Autor para correspondencia: Dra. Rosa E. Reyes Gil. Departamento de Biología de Organismos, Pabellón 4, USB, Valle de Sartenejas, Estado Miranda, Venezuela. Apartado Postal 89.000.

### RESUMEN

El mercurio genera afecciones nerviosas, comportamentales, renales, inmunes y sexuales, entre otras. El personal que labora en la práctica odontológica, expuesto crónicamente a vapores de mercurio, constituye una población de riesgo toxicológico. El objetivo de este trabajo fue determinar el contenido de mercurio presente en el personal odontológico de un hospital venezolano, con el fin de evaluar el riesgo ocupacional. Para ello se colectaron muestras de sangre y orina del personal que labora en la Unidad Odontológica, los días lunes y viernes de cada semana durante cuatro semanas. El contenido de mercurio fue determinado mediante Espectroscopía de Absorción y Fluorescencia atómica con vapor frío. Mediante análisis de varianza se probaron estadísticamente las hipótesis relacionadas con la similitud en los valores de mercurio para los diferentes grupos humanos analizados y para los diferentes períodos de muestreo. Los niveles de mercurio en las muestras de orina del personal analizado resultaron por debajo del nivel umbral reseñado por la Organización Mundial de la Salud en 50 µg/L (ppb) de Hg. En muestras de sangre, el 21% de la población evaluada presentó niveles superiores al valor umbral de 15 µg/L (ppb) de Hg. Se encontraron diferencias significativas en el contenido de mercurio de sangre y orina entre los grupos laborales. El contenido de mercurio presente en la muestras de sangre del 21% de la población evaluada revela que este grupo está en riesgo toxicológico al metal, recomendándose análisis más exhaustivos en estas personas.

**Palabras Clave:** Odontología preventiva, salud ocupacional, mercurio y toxicidad, odontólogos, asistentes dentales, exposición ocupacional, espectrofotometría de absorción atómica.

### ABSTRACT

Mercury generates nervous, behavior, immune and sexual affections, among others. The personnel working in dentistry, exposed chronically mercury steam, constitutes population in toxicological risk. The objective of this work was to determine mercury present in dentistry personnel of Venezuelan hospital, for evaluating the occupational risk. Blood and urine samples were collected of the personnel working in this Unit Dentistry, the days Monday and Friday of every week during four weeks. The mercury content was determined by means of spectroscopy of absorption and atomic fluorescence with cold steam. By means of variance analysis the hypotheses related to the similarity in the values of mercury for different analyzed human groups and different periods from sampling were proven statistically. Mercury levels in urine samples of analyzed personnel are underneath the level threshold reviewed by the Health World Organization in 50 µg/L (ppb) Hg. 21% of evaluated population present levels superior to value threshold of 15 ppb of Hg in blood samples. Blood and urine mercury content between the labor groups were significantly differences. Mercury content present in blood samples of 21% of evaluated population reveals this group is in toxicological risk to metal, recommending more exhaustive analyses in these people.

**Keywords:** Preventive dentistry, Occupational health, Mercury and toxicity, Dentists, Dental assistants,

Occupational exposure, Atomic absorption espectrofotometry.

## INTRODUCCION

Dadas sus propiedades químicas, el mercurio ha sido utilizado ampliamente en la industria y en la medicina (OMS, 1978; WHO, 1991). Sin embargo, este metal genera múltiples afecciones nerviosas, de comportamiento, renales, inmunes y sexuales, entre otras (Morales y Reyes, 2003). Debido a los graves daños que ocasiona a la salud y al ambiente, el mercurio ha sido catalogado como un material peligroso (WHO, 1991).

En odontología, el mercurio es utilizado para la elaboración de las amalgamas empleadas en la restauración de los dientes tratados por caries. La amalgama dental típica es una aleación de color gris metálico compuesta por mercurio líquido (50%), plata (35%), cobre (2%), estaño (13%) y una pequeñísima cantidad de zinc. El mercurio hace posible la aleación entre los materiales y facilita el endurecimiento del material restaurado una vez que ha sido colocado en el diente. Un relleno oclusal típico en un molar humano contiene entre 750-1000 µg de Hg y tiene un tiempo de vida útil de 7-9 años (Lorscheider et al., 1995).

El mercurio puede afectar el cuerpo si es inhalado o si entra en contacto con los ojos o la piel. 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 en la práctica odontológica existe un riesgo ocupacional de intoxicación con mercurio (Morales y Reyes, 2003).

Desde el punto de vista odontológico, el mercurio llega al cuerpo por cinco vías (OMS, 1978; WHO, 1991): (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 y de allí pasan por el torrente sanguíneo, donde una parte del vapor se transforma oxidándose y formando iones de mercurio (Hgo<sup>+</sup> Hg<sup>2+</sup>). De esta forma es almacenado en órganos como el hígado y el riñón. (3) Durante la remoción de amalgamas de restauraciones viejas y debido al fresado a altas velocidades, se genera vapor de mercurio el cual puede penetrar al sistema respiratorio. (4) En la preparación 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.

Actualmente, existe la tendencia mundial a descartar el uso del mercurio de las actividades humanas. Particularmente en odontología, existe una gran polémica acerca de la seguridad del uso de las amalgamas dentales en los pacientes y se ha demostrado el riesgo ocupacional al cual están expuestos los dentistas y asistentes dentales (Echeverría et al., 1998; Sandborgh-Englund et al., 1998; Bagedahl-Strindlund et al., 1997; Lorscheider et al., 1995; Foo et al., 1993; OMS, 1978; WHO, 1991). En efecto, el riesgo ocupacional al cual está expuesto el personal dental debido al uso del mercurio inorgánico para la preparación de las amalgamas, así como también debido al fresado a altas velocidades de amalgamas al ser reparadas, ha sido ampliamente reseñado en la bibliografía (González et al., 1994; Akesson et al., 1991; Foo et al., 1993; OMS, 1978). Por esta razón, el personal odontológico constituye una población de alto interés para la realización de un estudio diagnóstico de contaminación por mercurio, basado en análisis de muestras biológicas de sangre y orina como indicadores del status fisiológico del individuo expuesto crónicamente a este metal.

Debido a la utilización constante del mercurio en las preparaciones dentales, es de esperarse que el personal odontológico contenga este metal en su cuerpo. El presente trabajo busca poner a prueba esta hipótesis.

## MÉTODOS

Este trabajo fue realizado en la Unidad Odontológica de un hospital venezolano ubicado en Caracas, Venezuela. Esta unidad odontológica atiende las especialidades: periodoncia, endodoncia, cirugía dental, rehabilitación oral e implantología.

### Población y período de estudio

La población estudiada estuvo formada por diez y ocho (18) odontólogos, doce (12) asistentes dentales, cinco (5) técnicos dentales y un (1) miembro del personal de limpieza. Inicialmente se presentó este proyecto al personal de la Unidad Odontológica, enfatizando el riesgo ocupacional al cual están expuestos y los efectos de esta exposición crónica a los vapores de mercurio. Se les entregó un documento con el cual el personal autorizó y aprobó las pruebas que fueron realizadas. Se trata de la totalidad de la población que labora en la Unidad Odontológica y que participó voluntariamente en la realización de esta investigación, excluyendo el principio de aleatoriedad.

### Captación de Muestras Biológicas

Se colectaron muestras de orina los días lunes y viernes de cada semana durante cuatro semanas consecutivas. Con esta periodicidad se cumplió con las consideraciones establecidas en la American Conference of Governmental Industrial Higiene (ACGHI, 1999) y en la Gaceta Oficial (Venezuela, 1999). Así mismo, se evaluó la influencia del inicio y el fin de la jornada de trabajo en la incorporación de mercurio en la población estudiada. Se sugirió que esta muestra fuese tomada de la primera orina de la mañana, antes de la jornada de trabajo (ACGHI, 1999; Venezuela, 1999). Igualmente se sugirió que la misma fuese colectada en envases comerciales de material plástico.

Las muestras de sangre fueron colectadas en las semanas inicial y final del período de muestreo. Se colectaron 3 ml de sangre en tubos de ensayo cerrados, previamente heparinizados, a fin de evitar su coagulación y no afectar la medición de mercurio presente. En la unidad odontológica, cada mañana de muestreo, se identificaron todas las muestras con el código asignado al individuo y al día correspondiente. Luego de rotuladas, fueron trasladadas en hielo seco al Laboratorio de Espectroscopía de Absorción Atómica para su procesamiento y análisis. Todas las muestras fueron analizadas por triplicado.

#### Determinación de Mercurio

Para la determinación de mercurio en muestras de orina se aplicó el protocolo propuesto por Perkin-Elmer, nota de laboratorio AA N° 23-E. Se utilizó un equipo generador de hidruros MHS-10 adaptado a un espectrofotómetro marca Perkin Elmer, modelo P.E. 460. Las alícuotas de 5 ml de muestra de orina acidificada fueron colocadas en los envases de reacción, se adicionó 5 ml de la mezcla ácida (1,5% HNO<sub>3</sub> - 1,5% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y 5 -7 gotas de KMnO<sub>4</sub>. Posteriormente fueron colocadas en el generador de hidruros permitiéndose el paso del agente reductor (NaBH<sub>4</sub> en NaOH). El contenido de mercurio presente en las diferentes alícuotas fue determinado por espectroscopía de absorción atómica con vapor frío, por interpolación en la curva de calibración construida con un conjunto de patrones de calibración entre 0,02 g y 0,1 g de Hg.

Para la determinación de mercurio en muestras de sangre se aplicó el protocolo propuesto por PS Analytical LTD, nota de aplicación 022. Las muestras fueron preparadas agregando 1 ml de sangre en tubos de vidrio esmerilados, a los cuales se adicionó 3 ml de ácido nítrico concentrado (HNO<sub>3</sub>) y posteriormente 1 ml de agua oxigenada (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). El método de digestión para las muestras de sangre fue el de microondas difuso o multimodo (Smith y Arsenault, 1996). El contenido de mercurio presente en las diferentes alícuotas fue determinado por Espectroscopía de fluorescencia atómica con generación de vapor frío, por interpolación en la curva de calibración construida con un conjunto de patrones de calibración entre 0,25 y 1,0 ppb de Hg.

#### Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para un nivel de confianza del 95% para evaluar las hipótesis nulas: a) no existen diferencias significativas entre los niveles de mercurio presentes en grupos por ocupación (odontólogos, asistentes dentales y técnicos); y b) no existen diferencias significativas entre los niveles de mercurio determinados en las muestras según el día de muestreo.

#### RESULTADOS

El nivel de mercurio en las muestras de orina es utilizado como indicador biológico de exposición ocupacional. El máximo nivel de mercurio permitido en muestras de orina es de 50 µg /L (ppb) para personal expuesto a vapores de mercurio (WHO, 1991). Los valores mínimos y máximos obtenidos en las muestras de orina y sangre se muestran en la Tabla I.

**Tabla I**  
Valores mínimos y máximos de mercurio (ppb) obtenidos en muestras de orina colectadas del personal que labora en la Unidad Odontológica, durante el período de muestreo.

Semana	Contenido de Mercurio en orina (ppb)			
	Viernes		Lunes	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
I	1,96	15,39	0,81	17,52
III	0,06	11,97	0,93	10,13
III	1,21	14,23	0,26	10,04
IV	0,91	16,14	0,72	10,74
V	0,88	12,50	-	-

**Tabla II**  
Valores mínimos y máximos de mercurio (ppb) obtenidos en muestras de sangre colectadas del personal que labora en la Unidad Odontológica, durante el período de muestreo

Semana	Contenido de Mercurio en sangre (ppb)					
	Viernes		Lunes		Viernes	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
I y II	1,75	19	0,84	13,02	0,54	19,07
IV y V	0,59	8,46	0,3	14,75	0,61	15,01

Se compararon los contenidos de mercurio en orina y sangre, promediando los valores de mercurio presentes en las muestras de los días viernes y los días lunes, con el fin de determinar la cantidad de mercurio excretada por un mismo individuo durante el mes de evaluación. Para la realización de este promedio se tomaron en cuenta los contenidos de mercurio determinados en cada muestra del día considerado. En las Tablas III y IV se resumen los valores promedio obtenidos para las muestras de orina y sangre, respectivamente.

Se puede observar, que al sustraer el contenido de mercurio determinado en las muestras de orina de los días viernes menos el nivel de mercurio determinado los lunes, el nivel de mercurio excretado los días viernes resultó mayor que el de los días lunes, en la mayoría de las muestras, siendo la máxima diferencia encontrada de 3,5112 ppb Hg. Similarmente, el nivel de mercurio en sangre encontrado los días viernes resultó mayor que el encontrado los días lunes, siendo la máxima diferencia encontrada de 10,9420 ppb Hg.

La Tabla V muestra los valores promedio de mercurio obtenidos en las muestras de orina según la actividad laboral durante cada día de muestreo. Se puede observar que los mayores valores se presentan en el grupo de los odontólogos y de las asistentes dentales, en la mayoría de los casos. También se puede apreciar que los niveles de mercurio excretados en cada grupo durante los días viernes son mayores que los excretados durante los días lunes, en la mayoría de los grupos, siendo el mayor valor de diferencia de 3,4937 ppb de Hg.

En las muestras de sangre analizadas y agrupadas en función del grupo laboral (Tabla VI) se observa que los niveles de mercurio en los días viernes son mayores que los niveles de mercurio en los días lunes, en todos los donantes agrupados según su actividad laboral. Igualmente se observa que los niveles de mercurio en la sangre son mayores en los Odontólogos y en las Asistentes Dentales; la mayor diferencia entre los promedios de los días viernes y lunes de la semana siguiente es de 4,7490 ppb Hg.

El Análisis de Varianza (ANOVA) de dos vías realizado para probar las hipótesis nulas: a) no existen diferencias significativas entre los niveles de mercurio en orina presentes en grupos por ocupación; y b) que no existen diferencias significativas entre los niveles de mercurio según el día de muestreo, indicó que existen diferencias significativas en los niveles de mercurio según la ocupación, pero no entre los días de muestreo. El ANOVA para probar estas hipótesis nulas en las muestras de sangre indicó que las medias de los niveles de mercurio difieren según el día en que es tomada la muestra con un  $p = 0,005$ . Igualmente, indicó que existe una interacción entre las variables estudiadas. No se observaron diferencias significativas entre los grupos analizados.

**Tabla III**  
**Valores promedio de los niveles de mercurio determinados**  
**en las muestras de orina obtenidas los días lunes y viernes.**

O: Odontólogos; H: Asistentes dentales; T: Técnicos Dentales; L: Personal de limpieza

Muestra	Promedio Mensual				Diferencia (ppb)
	Viernes		Lunes		
	ppb Hg	d.s.	ppb Hg	d.s.	
O1	3,33	1,46	1,69	0,90	1,65
O2	3,27	3,34	1,79	0,11	1,48
O3	3,26	1,01	3,59	1,08	-0,33
O4	2,70		SM		
O5	3,39	1,25	2,38	2,19	1,01
O7	<b>12,97</b>	<b>2,84</b>	<b>11,17</b>	<b>4,65</b>	1,81
O8	4,12	1,34	5,51	1,67	-1,39
O9	<b>8,18</b>	<b>3,38</b>	<b>4,48</b>	<b>5,04</b>	3,70
O11	3,46	1,29	2,66	0,47	0,80
O12	3,27		2,04	0,92	1,23
O14	<b>7,51</b>		<b>7,34</b>		0,17
O15	2,01	1,16	1,96	0,77	0,05
O16	4,10	0,43	SM		
O18	3,40		3,05		0,35
H19	2,99		1,47	0,74	1,52
H20	4,53	3,43	5,93	3,92	-1,40
H21	3,52	1,49	2,92	2,42	0,60
H22	<b>8,31</b>	<b>2,35</b>	<b>6,75</b>	<b>3,03</b>	1,56
H23	2,38	0,94	2,11	0,21	0,27
H25	4,21	0,85	4,91	0,91	-0,70
H26	2,62	0,85	5,11	4,79	-2,49
H27	<b>7,01</b>	5,81	3,50	1,94	3,51
H28	6,73	0,78	3,62	3,05	3,11
H29	4,81	3,15	4,15	0,77	0,66
H31	2,42	1,20	2,14	0,62	0,28
H32			2,00		
T33	1,96		SM		
T34	1,65	0,79	1,84	1,12	-0,19
T35	2,21	1,32	2,33	0,82	-0,12
T36	4,64	3,17	2,82	1,48	1,81
L37	1,43	0,92	1,11	1,28	0,31
T38	1,44	0,50	1,63	0,98	-0,19

**Tabla IV**  
Valores promedio de los niveles de mercurio determinados en las muestras de sangre obtenidas los días lunes y viernes.

O: Odontólogos; H: Asistentes dentales; T: Técnicos Dentales; L: Personal de limpieza

Muestra	Promedio Mensual				DIFERENCIA A ppb
	Viernes		Lunes		
	ppb Hg	d.s	ppb Hg	d.s	
<b>O1</b>	<b>17,01</b>	2,82	6,86	5,18	10,14
<b>O3</b>	<b>8,63</b>	7,17	S,M		
<b>O4</b>	5,81		S,M		
<b>O5</b>	1,75		6,92		-5,17
<b>O7</b>	6,81	2,34	4,71	3,48	2,09
<b>O8</b>	1,28		6,54		-5,27
<b>O9</b>	<b>10,94</b>		1,94		9,00
<b>O11</b>	6,20		3,54		2,66
<b>M12</b>	<b>12,73</b>		5,54		7,20
<b>M14</b>	S,M		<b>7,61</b>		
<b>M15</b>	0,61		1,27		-0,66
<b>M16</b>	<b>8,50</b>		S,M		
<b>M18</b>	S,M		1,62		
<b>H19</b>	S,M		<b>11,64</b>		
<b>H20</b>	1,73		6,24	8,39	-4,51
<b>H21</b>	<b>12,41</b>		1,47	0,09	10,94
<b>H22</b>	<b>12,33</b>		<b>9,23</b>	2,99	3,10
<b>H23</b>	6,42		3,31	3,20	3,10
<b>H25</b>	<b>7,87</b>		6,86		1,01
<b>H26</b>	<b>9,64</b>	<b>5,22</b>	<b>7,20</b>	8,23	2,44
<b>H27</b>	5,84		4,12	0,64	1,73
<b>H28</b>	6,68		<b>14,75</b>		-8,07
<b>H29</b>	1,10		1,97	1,59	-0,87
<b>H31</b>	<b>10,23</b>		<b>8,58</b>		1,66
<b>H32</b>	4,33		S,M		
<b>T33</b>	6,87		S,M		
<b>T34</b>	1,08		5,98	0,57	-4,90
<b>T35</b>	4,67	0,33	1,24	0,14	3,43
<b>T36</b>	<b>7,06</b>		6,53		0,53
<b>L37</b>	2,19		3,56		-1,37
<b>T38</b>	1,34		<b>7,15</b>	0,71	-5,81

Tabla V

Comparación de los niveles promedio de mercurio en muestras de orina de cada grupo de actividad laboral, durante el periodo de muestreo.

CONTENIDO DE MERCURIO EN MUESTRAS DE ORINA						
		VIERNES		LUNES		DIFERENCIA A ppb Hg
		ppb Hg	d.s	ppb Hg	d.s	
SEMANA I	ODONTOLOGOS	5,57	2,70	6,10	7,61	-0,54
	ASISTENTES	6,56	5,89	3,06	1,74	3,49
	TECNICOS	3,44		1,32		2,13
SEMANA II	ODONTOLOGOS	6,11	4,11	3,46	2,48	2,66
	ASISTENTES	3,60	2,99	2,77	0,71	0,83
	TECNICOS	0,59		2,99		-2,40
SEMANA III	ODONTOLOGOS	6,58	4,11	4,59	2,48	1,98
	ASISTENTES	3,82	2,99	1,40	0,71	2,42
	TECNICOS	3,11		2,03		1,08
SEMANA IV	ODONTOLOGOS	9,24	6,69	6,65	4,85	2,60
	ASISTENTES	2,19	2,41	5,35	0,50	-3,16
	TECNICOS	1,71		3,00		-1,29

Tabla VI  
Comparación de los niveles promedio de mercurio en muestras de sangre de cada grupo de actividad laboral, durante el periodo de muestreo.

CONTENIDO DE MERCURIO EN MUESTRAS DE SANGRE						
		Viernes		Lunes		DIFERENCIA ppb
		ppb Hg	d.s	ppb Hg	d.s	
SEMANA I	ODONTOLOGOS	9,66	7,74	6,31	3,42	3,35
	ASISTENTES	13,33		9,30	1,24	4,04
	TECNICOS	4,90		0,15	0,30	4,75
SEMANA IV	ODONTOLOGOS	8,47		7,17		1,29
	ASISTENTES	6,18	0,33	1,22		4,97
	TECNICOS	4,44		1,14	0,64	3,30

## DISCUSION

### Contenido de Mercurio en Muestras de Orina.

Como era de esperarse, los grupos que manipulan mercurio dentro de la Unidad Odontológica (odontólogos y las asistentes dentales) presentaron mayores niveles de mercurio en las muestras de orina ( $p < 0,05$ ). Sin embargo, los niveles del metal encontrados en el personal evaluado no pueden considerarse como críticos e indicativos de intoxicación mercurial, ya que ninguno excede o se aproxima al valor umbral de mercurio reseñado para muestras de orina en 50  $\mu\text{g/L}$  de Hg (OMS, 1978, Venezuela, 1999).

Los contenidos de mercurio en la orina presentados por la población estudiada podrían considerarse como bajos al compararse con los resultados de Kelman (1978) quien reporta niveles de mercurio en orina de asistentes dentales de 38  $\mu\text{g/L}$  y para odontólogos de 22  $\mu\text{g/L}$  (WHO, 1991). Resultados similares fueron reseñados por Melo et al. (2000) en muestras de orina provenientes del personal odontológico del Ipasme en Barquisimeto, Edo. Lara, Venezuela. Igualmente, valores inferiores a los citados, han sido reseñados en Venezuela por Nadorfy y Méndez (2000) y por Rojas et al. (2000) estudiando poblaciones con actividades odontológicas en Caracas y Valencia, respectivamente.

Los niveles de mercurio de la población de la Unidad Odontológica estudiada son comparables con los encontrados por Naleway et al. (1985) de 14,2  $\mu\text{g/L}$  en muestras de orina de 4272 dentistas evaluados, a su vez determinó que sólo el 4,9 % de las muestras analizadas presentaban niveles sobre 50  $\mu\text{g/L}$  (WHO, 1991). Jokstad (1987) señala que sólo el 2% de una población de 672 dentistas presentó niveles superiores a 20  $\mu\text{g/L}$  (WHO, 1991). Nilsson y Nilsson (1986) determinaron que la concentración promedio de mercurio en orina era de 7 y 6  $\mu\text{g/L}$  para asistentes dentales y odontólogos, respectivamente (WHO, 1991). Echeverría et al. (1998) encuentran que el 80% de la población estudiada en su trabajo, presenta niveles

inferiores a 20 µg/L de mercurio.

En esta investigación, el 17,58% de la población presentó niveles de mercurio en la orina entre 5-10 ppb. Por otra parte, el 12% manifestó sentir tensión, nerviosismo y estrés. Piikivi y Tolonen (1989), encuentran cambios en los resultados de encefalogramas de 40 trabajadores expuestos a vapores de mercurio quienes presentaban niveles de mercurio en orina de 20 µg/L (WHO, 1991). Tanto González et al. (1995) como Nadorfy y Méndez (2000) encontraron síntomas preclínicos asociados con la intoxicación mercurial en pacientes con bajos niveles de mercurio en orina, los cuales se manifestaron como cambios en el temperamento (tensión, angustia, y confusión).

Los bajos niveles de mercurio en orina encontrados en esta investigación, parecen estar asociados al comportamiento fármaco-cinético del mercurio en el cuerpo, ya que una vez que penetra las vías respiratorias, una fracción es oxidada en los glóbulos rojos y transportadas al riñón, donde es retenido y acomplejado por la unión con proteínas como las metalotioninas (Faria, 2003). Además, el mercurio puede ser acomplejado por otros órganos como el cerebro (Sandborgh-Englund et al., 1998) y puede ser analizado en otros compartimientos como sangre y cabello (Bello et al., 2002).

#### **Contenido de Mercurio en Muestras de Sangre**

Al comparar los niveles de mercurio encontrados en este trabajo con el contenido del metal en sangre reseñado en la literatura se puede observar que todos son superiores al rango normal de 0,005 - 0,02 ppb (WHO, 1991). Battistone et al., (1976) determinaron que el nivel de mercurio promedio en sangre era de 9,8 µg/L para una población de 1.389 dentistas (WHO, 1991). Brady et al. (1980) determinaron en un estudio con 380 dentistas que la concentración promedio era de 8,5 µg/L y el 7,4 % de la población estudiada presentaba niveles superiores a 15 µg/L (WHO, 1991).

El 21% de la población estudiada presenta niveles superiores a 10 ppb indicando que se encuentra bajo riesgo toxicológico. A este respecto, Roels et al. (1982) indican que cuando el nivel de mercurio en sangre se encuentra entre 10-20 ppb, se presenta disfunción psicomotora preclínica relacionada con el sistema nervioso central (WHO, 1991). La Gaceta Oficial (Venezuela, 1999) establece que el índice biológico de exposición al mercurio tendrá un valor umbral de 15 µg/L Hg en muestras de sangre para el personal expuesto. Para la Organización Mundial de la Salud (WHO, 1991) el valor umbral para personal expuesto es de 19 µg/L Hg.

Durante el período de muestreo se observó que dos odontólogos, dos asistentes y un técnico, presentan valores de mercurio muy cercanos al límite (12 -14,75 ppb). Al revisar los datos suministrados por estas personas se observó que tanto los dos odontólogos como las asistentes dentales tienen más de 20 años desempeñándose en esta actividad y presentan presíntomas de intoxicación mercurial (estrés, fatiga, nerviosismo). El técnico, por su parte, tiene menos de un año trabajando en la unidad, no trabaja en otra clínica y no presenta síntomas de intoxicación mercurial.

Para estas personas aplica lo estipulado en el Artículo 20 de la Gaceta Oficial N° 5.382 (Venezuela, 1999) donde se estipula que: "Cuando el paciente sospechoso de intoxicación mercurial al ser evaluado muestre: a) clínica de intoxicación mercurial presente; b) niveles de mercurio en medios biológicos dentro de los niveles de umbral de daño y c) antecedentes de exposición al tóxico positivos, donde no se cumplen las medidas preventivas, comprobadas por Higiene Industrial. La conducta a seguir es la siguiente: a) separarlo del área comprobada como fuente de exposición; b) controles periódicos, clínicos y de laboratorio; c) verificar si el riesgo ha sido controlado en el ambiente en casos de exposición ocupacional; y d) retornarlo a su puesto de trabajo cuando la clínica y las condiciones del medio ambiente laboral lo permitan."

La variabilidad en el contenido de mercurio entre los grupos estudiados y entre las muestras de una misma persona durante los diferentes días de muestreo puede deberse a que la medida de mercurio en muestras de sangre refleja la exposición actual y reciente que tiene el individuo al momento de la toma de la muestra. Por ello las muestras de sangre se tomaron al finalizar la jornada de trabajo, tanto los días lunes como los viernes.

La continuidad de esta línea de investigación comprende el diagnóstico de otras unidades odontológicas en el país y la prueba de agentes quelantes como tratamiento para la disminución del contenido de mercurio en el personal afectado.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo fue financiado parcialmente por el Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación FONACIT proyecto S12000000558 y por el Decanato de Investigación y Desarrollo de la Universidad Simón Bolívar (DID-USB). Los autores agradecen al personal de la Unidad Odontológica por colaborar con sus muestras para la realización de los análisis; al Laboratorio de Ingeniería Clínica de la Universidad Simón Bolívar (USB) por el apoyo logístico en el hospital; y al Laboratorio de Espectroscopía Atómica de la USB por el apoyo en el análisis de las muestras. A la Dra. Dilia Velázquez por la lectura crítica del manuscrito y sus oportunas observaciones y sugerencias.

#### **REFERENCIAS**

- Akesson I, Schutz A, Attewell R, Skerfving S, Glantz P St(1991) Status of mercury and selenium in dental personnel: impact of amalgam work and own fillings. Arch Environ Health 46: 102-9
- American Conference of Governmental Industrial Hygiene (ACGIH) (1999) Threshold limits values for chemical substance and physical agents biological exposure indices. Cincinnati
- Bågedahl-Strindlund M (1997) A multi-disciplinary clinical study of patients suffering from illness associated with mercury release from dental restorations: psychiatric aspects. Acta Psychiatric Scand 96: 475-82.
- Bello S, Rodríguez M, Fernández A, Ocando A, Contreras J, Granadillo V (2002) Niveles de mercurio en cabello de individuos expuestos ocupacionalmente en el área odontológica. Acta Odontol Venez 40: 123-128.
- Echeverría D, Aposhian HV, Woods JS, Heyer NJ, Aposhian MM y Bittner AC (1998) Neurobehavioral effects from exposure to dental amalgam Hg (o): new distinctions between recent exposure and Hg body burden. FASEB J 12: 971-80.
- Faria M (2003) Mercurialismo metálico crónico ocupacional. Rev. Saúde Pública 37: 116-127
- Foo S, Ngim CH, Salleh I, Jeyaratnam J, Boey KW (1993) Neurobehavioral effects in occupational chemical exposure. Environ Res 60: 267-73.
- Gonzalez-Ramirez D, Maiorino RM, Zuniga-Charles M, Xu Z, Hurlbut KM, Junco-Munoz P (1995) 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 272: 264-274
- Lorscheider F, Vimy MJ, Summers AO, Zwiers H (1995) The dental amalgam mercury controversy -inorganic mercury and the CNS; linkage of mercury and antibiotic resistance in intestinal bacteria. Toxicology 97: 19-22
- Melo B, Cortés B, Mujica M, Acosta C, D´Burg R, Coll B (2000) Exposición mercurial y estado de salud del personal que labora en el servicio de Odontología del Ipasme, Barquisimeto. Acta Odontol Venez 38: 24-31
- Morales I, Reyes R (2003) Mercurio y Salud en Odontología. Rev Saúde Pública 37: 266-272
- Nadorfy E, Méndez M (2000) Estudio epidemiológico de una población de higienistas dentales expuestas a contaminación ambiental por vapores de mercurio. Acta Odontol Venez 38: 10-14
- Organización Mundial de la Salud. (OMS) (1978) Mercurio (Criterios de Salud Ambiental - I). Ginebra
- Rojas M, Guevara H, Rincón R, Rodríguez M, Olivet C (2000) Exposición ocupacional y efectos a la salud del mercurio metálico entre odontólogos y asistentes dentales: un estudio preliminar. Valencia, Venezuela. Acta Científica Venezolana 51: 32-38
- Sandborgh-Englund G, Elinder CG, Johanson G, Lind B, Skare I, Ekstrand J (1998) The absorption, blood levels, and excretion of mercury after a single dose of mercury vapor in humans. Toxicol Appl Pharmacol 150: 146-153
- Smith F, Arsenault E (1996) Microwave-assisted sample preparation in analytical chemistry. Talanta 43: 1207-1268

Venezuela (1999) Normas y procedimientos para definir los criterios clínicos y analíticos para determinar la intoxicación del personal expuesto a la contaminación mercurial y la conducción de casos clínicos. Gaceta Oficial No. 5382 Ext, de 28-09-1999.

- World Health Organization (WHO) (1991) Inorganic mercury. (Environmental Health Criteria, 118). Geneva