

# Menores de 16 años con concentraciones de mercurio por exposición ambiental en Bogotá

Under 16-Year Old Children Affected by Mercury Concentrations Due to Environmental Exposure in Bogotá

Menores de 16 Anos com Concentrações de Mercúrio por Exposição Ambiental em Bogotá

María Zaideé Barbosa Devia<sup>1</sup>  
Cesar Alejandro Geney Celis<sup>2</sup>  
Alejandra Díaz Gómez<sup>3</sup>  
Samuel David Osorio García<sup>4</sup>  
Diana María Pérez Castiblanco<sup>5</sup>  
Yady Cristina González Álvarez<sup>6</sup>  
Luis Jorge Hernández Flórez<sup>7</sup>

## Resumen

**Introducción:** El mercurio es un metal pesado; se encuentra en el ambiente de forma natural y antrópica (minería de metales; industrias de fundiciones, de combustión de carbón y de cloro-álcali); produce afectaciones a la salud de los niños, especialmente en el sistema nervioso central (retardo mental y neurodesarrollo, parálisis cerebral, ataxia, convulsiones, ceguera, sordera). **Metodología:** Es un estudio descriptivo, de análisis secundario, con base en el estudio de “Prevalencia de mercurio y plomo en población general de Bogotá 2012/2013”. Se tomaron muestras en sangre, cabello y orina, interpretadas por el Laboratorio de Salud Pública de la Secretaría Distrital de Salud, con la metodología 7473 de la Environmental Protection Agency (EPA). A todos los participantes se les realizó valoración médica, con un instrumento adaptado del Global Mercury Project; se seleccionó el grupo menor de 16 años, con el objeto de realizar un análisis sociodemográfico y clínico por concentraciones de mercurio. **Resultados:** La proporción de mercurio en cualquier biomarcador fue del 81,2 %; se encontró un caso con niveles superiores a los valores máximos permitidos para mercurio en cabello, que presentó problemas en desarrollo, crecimiento y aprendizaje. **Discusión:** Se observa que se está presentando una exposición a edades tempranas, por lo cual es importante determinar las fuentes que puede generar la contaminación ambiental e implementar un sistema de vigilancia. Las alteraciones en el crecimiento, desarrollo, aprendizaje y comportamiento evidenciadas en el caso con ni-

---

1 Enfermera epidemióloga.

2 Médico.

3 Médica, Magíster en Toxicología Ambiental.

4 Médico, Magíster en Salud Pública con énfasis en Salud Ambiental.

5 Ingeniera ambiental, especialista en salud ocupacional y gestión ambiental.

6 Ingeniera química especialista en epidemiología.

7 Médico, Magíster en Epidemiología Ambiental y PhD en Salud Pública.

veles elevados no son exclusivas de la presencia de mercurio; es posible que existan otras entidades nosológicas que puedan generar estas afecciones a la salud.

**Palabras clave:** intoxicación por mercurio, mercurio (MeSH).

## Abstract

**Introduction:** Mercury is a heavy metal released naturally and anthropically in the environment (metal mining, foundry industries, coal combustion, and chlorine alkali); it also affects the health of people, especially some children impacted upon their central nervous system (mental retardation and neurodevelopment, cerebral palsy, ataxia, convulsions, blindness, deafness). **Methodology:** We developed a descriptive study, and a secondary analysis based on the study “Mercury-and-lead prevalence in overall population, Bogota 2012/2013”. Blood, hair and urine samples taken by the Public Health Laboratory of the District Health Secretariat using the EPA’s 7473 methodology. All participants medically valuated with an instrument adapted of the Global Mercury Project; a group under 16 years of age selected for a socio-demographic and clinical analysis of mercury concentrations. **Results:** The mercury ratio for any biomarker was 81.2 %; we found a case with levels higher than the maximum values allowed for mercury upon hair, which generated problems of development, growth and learning. **Discussion:** Early age exposure is observed, therefore it is important to establish the relevant sources of environmental pollution and implementing a monitoring system; the alterations of growth, development, learning and behavior –evidenced with higher levels– are not the only ones produced by mercury, since there may be other particular substances causing such affections.

**Keywords:** mercury poisoning, mercury (MeSH).

## Resumo

**Introdução:** O mercúrio é um metal pesado que se acha num ambiente de forma natural e antrópica (mineração de metais, indústrias de fundições, de combustão de carvão e de cloro álcali); produz afetações na saúde das crianças especialmente no sistema nervoso central (retardo mental e desenvolvimento neural, paralise cerebral, ataxia, convulsões, cegueira, surdez). **Metodologia:** Trata-se de um estudo descritivo, de análise secundário, baseado no estudo de “Prevalência de mercúrio e chumbo na população geral de Bogotá 2012/2013”. Foram tomadas mostras no sangue, cabelos e urina, interpretadas pelo Laboratório de Saúde Pública da Secretaria Distrital de Saúde usando a metodologia de 7374 da EPA; em todos os participantes foi realizada valoração médica com um instrumento adaptado do Global Mercury Project; selecionou-se um grupo menor de 16 anos com o objeto de realizar uma análise sócio demográfica e clinica por concentrações de mercúrio. **Resultados:** A proporção de mercúrio em qualquer biomarcador foi de 81.2 %; achou-se um caso com níveis superiores aos valores máximos permitidos para mercúrio nos cabelos o que apresentou problemas no desenvolvimento, crescimento e aprendizagem. **Discussão:** Observa-se que está se apresentando uma exposição em crianças de menor idade, pelo qual é importante determinar as fontes que podem gerar a contaminação no ambiente e implementar um sistema de vigilância; as alterações no crescimento, desenvolvimento, aprendizagem e comportamento evidenciadas, no caso de níveis elevados, não são exclusivas da presença de mercúrio, podem existir outras entidades nosológicas que puderam gerar essas afeições na saúde.

**Palavras chave:** intoxicação pelo mercúrio, mercúrio (MeSH).

## Introducción

El mercurio es un metal pesado, el cual se encuentra en estado líquido a temperatura ambiente (1). Los niveles de este metal en el medio ambiente han aumentado considerablemente desde el inicio de la era industrial; actualmente, se puede encontrar en el ambiente y los alimentos (especialmente el pescado), en todas partes del mundo, a niveles que afectan adversamente a los seres humanos y la vida silvestre. La actividad del hombre ha generalizado su exposición, y las prácticas del pasado han dejado un legado de mercurio en vertederos, desechos de la minería, suelos y sedimentos industriales contaminados. Hasta las regiones donde se registran emisiones mínimas de este metal pesado, como el Ártico, se han visto adversamente afectadas, debido al transporte transcontinental y mundial (2).

También, se encuentra en la atmósfera en forma de vapor ( $\text{Hg}^0$ ); se deriva de forma natural a través de erupciones volcánicas, así como de la evaporación de océanos y suelos. Así mismo, es de origen antropogénico (minería de metales, fundiciones, combustión de carbón, incineradores municipales e industrias de cloro alcali), que son una fuente significativa. El vapor de mercurio es un gas monoatómico químicamente estable, y su tiempo de residencia en la atmósfera es de cerca de un año; así es globalmente distribuido, aun desde orígenes puntuales.

Finalmente es oxidado a una forma inorgánica ( $\text{Hg}^{2+}$ ) soluble en agua, y retorna a la superficie de la tierra por la lluvia; en este estado, el metal puede ser reducido a vapor de mercurio y retornar a la atmósfera, o podría ser metilado por microorganismos presentes en los sedimentos de los cuerpos de agua fresca y agua del océano; de esta forma, produce metilmercurio (MeHg), el cual entra a la cadena alimenticia acuática, así: comienza con el plancton, luego accede a peces herbívoros y finalmente asciende a peces carnívoros y mamíferos marinos. El metilmercurio se bioacumula y se biomagnifica, lo que resulta en exposición humana, por medio del consumo de pescado (1).

Este metal pesado produce daños y efectos deletéreos en seres humanos, especialmente en niños pequeños, durante la gestación y la lactancia. El sistema nervioso central es el principal afectado y es el lugar donde se deposita. Los efectos neurotóxicos pueden resultar de la exposición prenatal o en

la vida posnatal temprana. Dependiendo de la dosis y el tiempo de exposición durante la gestación, los efectos podrían ser graves e inmediatamente obvios, o sutiles, o retardados.

Los síntomas neurológicos de la exposición aguda a niveles elevados incluyen retardo mental, ataxia, parálisis cerebral, convulsiones, ceguera, sordera, retardo en el desarrollo, trastornos del lenguaje, déficit motor, alteraciones visuales, espaciales y de memoria (3,4). Los signos y síntomas de intoxicación crónica en los niños son hipotonía muscular, seguidos por retardo para caminar, bipedestación, sedestación, comportamiento negativo o alterado, apatía, pérdida del apetito, desórdenes del sueño, temblor, ataxia, problemas de coordinación, salivación excesiva, sabor metálico, sudoración, hipersensibilidad grave, hipertensión arterial, taquicardia, sensibilidad a la luz; proceso que se incrementa lentamente durante semanas. La expresión completa de estos efectos en salud pueden ser retardados, y los déficits, con frecuencia, son irreversibles.

A la fecha, no se puede definir precisamente el margen de seguridad entre el grado de exposición de mercurio y de metilmercurio de algunas subpoblaciones de personas, y a cuál grado podría verse adversamente afectado el desarrollo del feto, del embrión o los adultos. El nivel de exposición mínima con el cual se producen descensos sutiles en la fertilidad de hembras y machos, en el desarrollo estructural y funcional del cerebro, y el crecimiento y desarrollo de los hijos de humanos y primates, requiere investigación adicional (5,6).

La Organización Mundial de la Salud ha reglamentado los valores máximos permitidos de mercurio en muestras biológicas humanas: menores a 10  $\mu\text{g/L}$  en sangre, menores de 20  $\mu\text{g/L}$  en orina y menores 1-2  $\mu\text{g/g}$  en cabello (7).

En este artículo se describen los casos de niños y niñas con edades menores o iguales a 16 años, que presentaron alguna concentración de mercurio en sangre, cabello u orina; estos casos se tomaron a partir del estudio “Prevalencia de mercurio y plomo en población general de Bogotá 2012/2013” (8); se eligió este grupo de edad por los efectos sobre el crecimiento y desarrollo descritos anteriormente, incluyendo los hallazgos sociodemográficos y clínicos.

## Metodología

La población descrita forma parte del estudio citado (8), de corte transversal. La interpretación de las muestras biológicas en cabello, sangre y orina se llevó a cabo en el Laboratorio de Salud Pública de la Secretaría Distrital de Salud; los niveles del metal se determinaron con la metodología 7473 de la EPA, la cual mide mercurio total (orgánico e inorgánico).

Los individuos fueron examinados por un médico general, quien aplicó un cuestionario para detectar alteraciones clínicas causadas por el mercurio o el plomo, adaptado a partir del Global Mercury Project (9), entre agosto del 2012 y septiembre del 2013. En este estudio se aplicó el consentimiento informado para padres de familia y cuidadores directos, así como asentimiento informado para menores entre 7 y 17 años, documentos que contaron con la aceptación del Comité de Ética de la Secretaría Distrital de Salud. La base de datos fue analizada en Excel; se aplicó estadística descriptiva para las variables sociodemográficas y los resultados de los análisis de laboratorio. Los hallazgos clínicos encontrados en los menores fueron analizados teniendo en cuenta lo descrito en el marco teórico.

## Resultados

En el estudio distrital participaron 16 menores, con edades iguales o inferiores a 16 años (8); 8 niñas y 8 niños, con un rango de edad de entre 3 y 16 años. En cuanto al estrato socioeconómico, se encontraron los datos expuestos en la tabla 1.

**Tabla 1. Localidad de residencia, estrato socioeconómico y sexo en los menores con edades iguales o inferiores a 16 años**

Nombre de la localidad	Niños			Niñas		
	Estrato			Estrato		
	1	2	3	1	2	3
Usaquén			1			
San Cristóbal		1			2	
Santa Fe						1
Fontibón		1				
Engativá		1				
Suba			1			
Antonio Nariño						1
Rafael Uribe Uribe		1			1	
Ciudad Bolívar		2		3		

Fuente: estudio de prevalencia de mercurio y plomo en población general de Bogotá 2012/2013.

Se encontró un mayor número de niños y niñas en el estrato 2, y en las localidades de Ciudad Bolívar y San Cristóbal. Respecto a las variables estadísticas de las concentraciones de mercurio en sangre, cabello y orina, los resultados se exponen en la tabla 2.

Para el biomarcador de mercurio en cabello se supera el valor máximo permitido. Se encontró que 13 casos presentaron algún nivel de mercurio en cabello; 11, en sangre, y 6, en orina. Los porcentajes se muestran en la figura 1.

Es importante aclarar que estos porcentajes incluyen todas las concentraciones de mercurio. En el anexo 1 se encuentran los valores de los biomarcadores en el grupo que se describe. Como se puede observar, 13 de los menores presenta alguna concentración de este metal en cualquier biomarcador, con una proporción del 81,2 % ( $n = 13$ ).

Se halló un caso con niveles superiores a los valores máximos permitidos para concentración de mercurio en cabello; la concentración fue de 2,05  $\mu\text{g/g}$ . Este caso representa el 6,25 % del grupo descrito. Se trata de un menor de sexo femenino, de 4 años de edad, que siempre ha vivido en la misma casa, en la localidad Antonio Nariño, de estrato 3; no presenta amalgamas dentales, no consume medicamentos, consumía pescado una vez a la semana, refirió pérdida de cabello y antecedentes de enfermedad renal. A la valoración médica, se encontró que presentaba un peso igual a 19 kg, una talla de 1,01 m y un índice de masa corporal de 18,6  $\text{kg/m}^2$ ; tenía problemas de desarrollo, crecimiento (sobrepeso), comportamiento y aprendizaje.

Además, se evidenció que un niño de 8 años presentó alteraciones en el desarrollo, crecimiento, comportamiento y aprendizaje. En este caso, las concentraciones en los tres biomarcadores fueron normales.

Por otro lado, se encontraron cuatro casos con problemas de crecimiento; sin embargo, ninguno de estos presentó niveles elevados de mercurio. Dos de ellos contaban con 3 años de edad; otro, con 4, y el último, con 9 años.

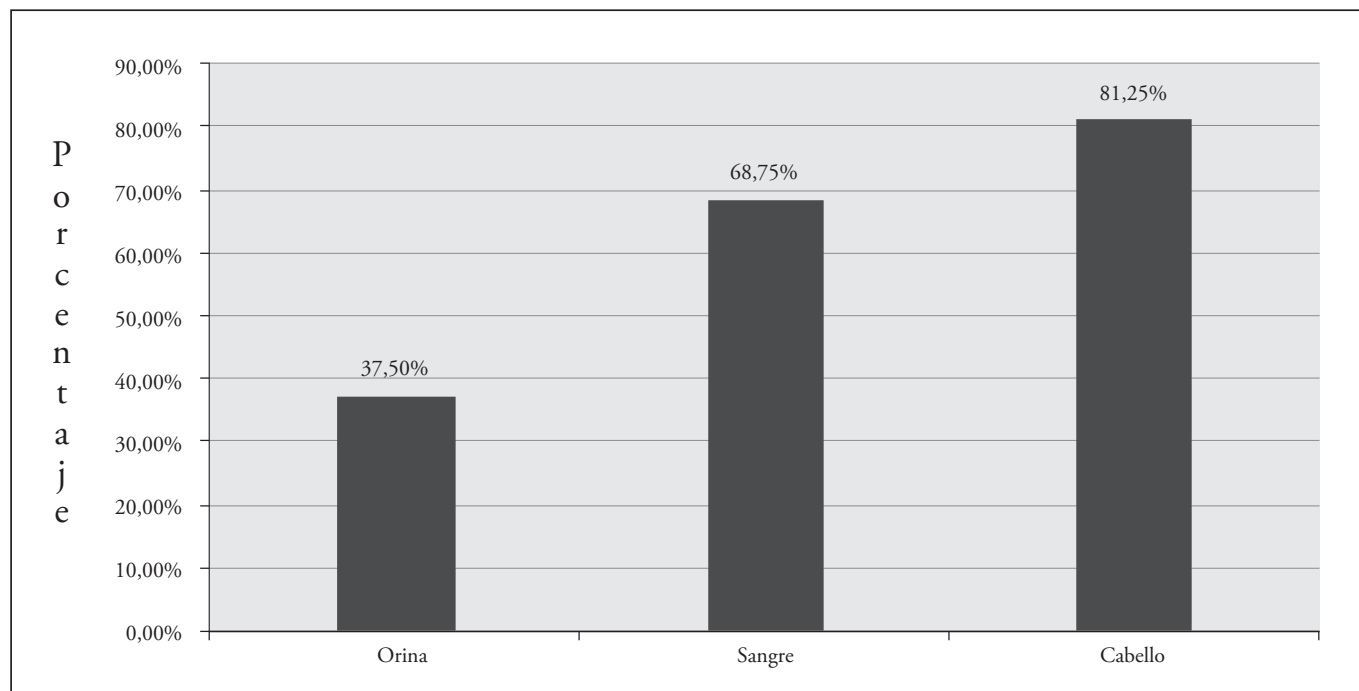
## Discusión

Los resultados encontrados de niveles de mercurio en sangre son similares a los reportados por el estudio

**Tabla 2. Concentración de mercurio en menores con edades iguales o inferiores a 16 años en población general de Bogotá**

Biomarcador	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Valor de referencia
Orina µg/L	0,32	0,27	0,40	0,18	1,32	20 µg/L
Sangre µg/L	1,51	1,74	1,50	0,43	5,04	10 µg/L
Cabello µg/g	0,57	0,60	1,40	0,13	2,05	1 a 2 µg/g

Fuente: estudio de prevalencia de mercurio y plomo en población general de Bogotá 2012/2013.

**Figura 1. Porcentaje de menores con edades iguales o inferiores a 16 años con presencia de algún nivel de mercurio en sangre, cabello y orina**

Fuente: estudio de prevalencia de mercurio y plomo en población general de Bogotá 2012/2013.

de Ha M, Kwon HJ, Leem JH et al., realizado en Corea en 2014 (10) donde reportaron una media geométrica de mercurio en sangre de 1,7 µg/L, el estudio se realizó en niños entre 6 y 19 años. Sin embargo, los valores encontrados son menores a los hallados en un estudio realizado en 2014 en Japón (11) con la participación de 229 niños, entre 9 y 10 años de edad, donde la media geométrica para mercurio en sangre fue 4,55 µg/L y para mercurio en cabello fue 1,2 µg/g. Finalmente, en un estudio realizado en Granada, España, en 72 niños de 4 años de edad (12), expuestos a consumo de productos de la pesca, se encontró que la media geométrica de mercurio en cabello fue 0,96 microg/g, valor superior a los resultados de este trabajo. En general, los estudios con valores superiores a los de este trabajo fueron realizados en poblaciones donde se presume una mayor frecuencia de consumo de productos de la pesca

El hallazgo de cualquier concentración de mercurio en cabello, sangre y orina en el 81,2 % del grupo descrito demuestra una exposición a este metal a edades tempranas, lo cual debe generar alarmas, que lleven a realizar una vigilancia intensiva para menores de edad, por medio de monitoreos biológicos, debido a los efectos que ello puede generar sobre el desarrollo de los niños. Las alarmas deben encenderse, porque hasta el momento no existe ningún nivel de concentración que se considere seguro (3).

La clasificación de un caso con niveles superiores a los valores máximos permitidos internacionalmente se debería considerar como una alerta epidemiológica. Sin embargo, es importante tener en cuenta que las alteraciones en el crecimiento, en el desarrollo, en el aprendizaje y en el comportamiento evidenciadas en la menor con niveles elevados no son exclusivas

de la presencia de mercurio; pueden existir otras entidades nosológicas con posibilidades de generar también estas afecciones a la salud, como niveles de plomo, factores nutricionales, comorbilidades, factores genéticos, deficiencia de una estimulación apropiada para la edad.

Debido a que la exposición a mercurio puede iniciar en el embarazo, y en el recién nacido se pueden detectar problemas a la salud secundarios a dicha exposición, se recomienda realizar estudios en edades muy tempranas (gestantes y recién nacidos en adelante), con el fin de detectar efectos asociados sobre la salud, que permitan ejecutar acciones preventivas para evitar la exposición ambiental.

A partir de los datos encontrados, se recomienda realizar controles de las posibles fuentes de exposición ambiental a mercurio, para mitigar la afectación a los humanos.

## Agradecimientos

Al grupo de profesionales de la Secretaría Distrital de Salud, por su colaboración: doctor Jaime Hernán Urrego, director de Salud Pública; Patricia Arce Guzmán, profesional especializada en vigilancia en salud pública; Libia Ramírez, profesional especializada en vigilancia sanitaria y ambiental; Comité de Ética para la Investigación en Salud; ingeniera Claudia Quijano, referente en salud ocupacional; doctor Herbert Iván Verá, director encargado del Laboratorio de Salud Pública. Al doctor David Combariza, de la Dirección de Investigación del Instituto Nacional de Salud, y a la doctora Karla Cárdenas, del Grupo de Factores de Riesgo del Ambiente, del Instituto Nacional de Salud.

Así mismo, a los gerentes de los hospitales de la Red Pública Distrital y a las auxiliares Maryi Correa y Teresa Sedano, encargadas de la convocatoria de los participantes para la toma de muestras y la digitalización de la información.

## Conflicto de intereses

### Financiación

El presente estudio fue financiado con recursos propios de la Secretaría Distrital de Salud, por medio del Hospital Vista Hermosa ESE I Nivel, y no tuvo financiación por parte de la empresa privada.

### Anexo 1. Niveles de mercurio y plomo encontrados en menores de 16 años

Edad	Orina µg/L	Sangre µg/L	Cabello µg/L	Plomo µg/L
3	0,00	0,00	0,81	2,57
3	0,00	0,00	0,00	1,85
3	0,00	0,00	0,00	4,12
4	1,32	4,19	2,05	33,20
4	0,00	0,00	0,54	0,78
8	0,31	3,00	0,82	16,65
8	0,00	1,74	0,86	15,13
9	0,00	0,00	0,00	3,69
10	0,00	0,47	0,57	0,00
11	0,43	1,69	0,52	26,34
13	0,14	0,43	0,72	3,56
13	0,18	0,87	0,52	1,59
14	0,00	5,04	0,13	0,46
15	0,00	2,02	0,17	19,31
16	0,23	2,67	0,60	12,16
16	0,00	0,53	0,74	3,28

Fuente: estudio de prevalencia de mercurio y plomo en población general de Bogotá 2012/2013.

## Referencias

1. Klaussen D, Casarett and Doull's. Toxicology. The basic science of poisons. 7<sup>th</sup> Ed. New York: McGraw-Hill Companies, 2008.
2. PNUMA. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Evaluación mundial sobre el mercurio. Versión en Español. Ginebra, Suiza [internet] 2005 [citado 2014 mar. 23]. Disponible en: <http://www.chem.unep.ch>.
3. Grandjean P, Satoh H, Murata K, Eto K. Adverse effects of methylmercury: environmental health research implications. Environmental health perspectives. 2010;118(8):1137-45.
4. Bose-O'Reilly S, McCarty KM, Steckling N, Lettmeier B. Mercury exposure and children's health. Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care. 2010;40(8):186-215. Epub 2010/09/08.
5. Mottet NK, Shaw CM, Burbacher TM. Health risks from increases in methylmercury exposure. Environ Health Perspect. 1985;63:133-40.
6. Karagas MR, Choi AL, Oken E, Horvat M, Schoeny R, Kamai E, et al. Evidence on the human health effects of low-level methylmercury exposure. Environ Health Perspect. 2012;120(6):799-806.
7. World Health Organization (WHO), United Nations Environment Programme (UNEP), Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals (IOMC). Guidance for identifying populations at risk from mercury exposure [internet]. 2008 [citado 2016 sep..20]. Disponible en: <http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/mercuryexposure.pdf>.
8. Osorio SD, Hernández-Florez LJ, Sarmiento R, González-Álvarez YC, Pérez-Castiblanco DM, Barbosa-Devia MZ, et al. Prevalencia de mercurio y plomo en población general de Bogotá. Revista de Salud Pública. 2014;15(4):621-8.
9. Veiga M, Baker R. Protocols for environmental and health assessment of mercury released by artisanal and small-scale gold miners. Wahington: UN; 2004.
10. Ha M, Kwon HJ, Leem JH. Korean environmental health survey in children and adolescents (KorEHS-C): survey design and pilot study results on selected exposure biomarkers. Int J Hyg Environ Health. 2014;217(2-3):260-70.
11. Ilmiawati C, Yoshida T, Itoh T, Nakagi Y. Biomonitoring of mercury, cadmium, and lead exposure in Japanese children: a cross-sectional study. Environ Health Prev Med. 2015;20(1):18-27.
12. Freire C, Ramos R, López-Espinosa MJ. Hair mercury levels, fish consumption, and cognitive development in preschool children from Granada, Spain. Environ Res. 2010;110(1):96-104.

*Recibido para evaluación: 6 de junio de 2014  
Aceptado para publicación: 21 de octubre de 2016*

**Correspondencia**  
Zaidee Barbosa-Devia  
[bzaidee@gmail.com](mailto:bzaidee@gmail.com)

