

# Mercurio en biomarcadores y su relación con el consumo de productos pesqueros

Mercury in Biomarkers and its Relation with the Consumption of Fishery Products

Mercúrio nos Biomarcadores e a sua Relação com o Consumo de Produtos Pesqueiros

Ruth de los Ángeles Castellanos-García<sup>1</sup>

Diana María Pérez-Castiblanco<sup>2</sup>

Yadi Cristina González-Álvarez<sup>3</sup>

## Resumen

**Introducción:** El mercurio es un metal tóxico que genera graves problemas en salud; su toxicidad obedece a la dosis y vía de ingreso, entre otros. Puede llegar a contaminar los cuerpos de agua, bioacumularse y biomagnificarse a lo largo de la cadena trófica acuática, convirtiendo el consumo de peces contaminados en fuente de exposición. **Objetivo:** Realizar una revisión temática de investigaciones, para identificar la relación entre el aumento de mercurio en biomarcadores y la frecuencia de consumo de productos de la pesca. **Materiales y métodos:** Revisión temática a partir de fuentes secundarias. **Resultados:** Fueron analizadas 8 investigaciones, el 62,5 % de tipo descriptivo; el 25 % transversal, el 12,5 % fue un estudio de casos y controles. Los tamaños de muestras oscilaron entre 110 y 2.893. En cuatro investigaciones, la población fue adulta. No se encontró relación entre sexo y presencia de mercurio en biomarcadores en el 50 % de las investigaciones. En el 62,5 % de las investigaciones se halló una correlación-asociación estadísticamente significativa entre la concentración de mercurio en biomarcadores y la frecuencia de consumo de productos de la pesca. **Conclusiones:** La presencia de mercurio en biomarcadores asociada con el consumo de productos de la pesca contaminados tiene que ver con la frecuencia de consumo, características de la especie, procedencia, concentración de mercurio y cantidad ingerida. Basados en la importancia nutricional de dichos productos, es necesario desarrollar evaluaciones de riesgo de exposición a mercurio por consumo de productos de la pesca contaminados, para garantizar la protección de los consumidores.

**Palabras clave:** mercurio, biomarcadores, contaminación, productos pesqueros, contaminantes químicos en alimentos (MeSH).

---

1 Especialista en Seguridad Industrial, Higiene y Gestión Ambiental del Hospital de Vista Hermosa, Dirección de Salud Pública, Unidad de Servicios de Salud, Línea de Seguridad Química.

2 Especialista en Salud Ocupacional y Gestión Ambiental del Hospital Vista Hermosa, Dirección de Salud Pública, Unidad de Servicios de Salud, Línea de Seguridad Química.

3 Especialista en Epidemiología de la Secretaría Distrital de Salud de Bogotá D.C., Área de Vigilancia en Salud Pública.

## Abstract

**Introduction:** Mercury is a toxic metal that may generate severe health problems; its toxicity to the organism is due to the physicochemical state exposed, dose, and path, among other factors. It also may contaminate water bodies to the extent it is bio-accumulated and biomagnified throughout the aquatic food chain making the consumption of contaminated fishery products a potential source of exposure to the metal. **Objective:** To carry out a thematic review of research in order to identify a relationship between the increasing presence of mercury in biomarkers (hair, blood or urine) and the consumption frequency of fishery products. **Materials and methods:** A thematic review developed from the information analysis got from secondary sources. **Results:** Eight researches were analyzed, of which 62.5 % descriptive, 25 % transversal, and 12.5 % related to a case-control study; there was a 110-2893 range for sample sizes (n). The study population was adult for four researches (50 %). There was not any relationship between gender and the presence of mercury in biomarkers for 50 % of researches. 62.5 % researches revealed a correlation, i.e. a statistically significant link between mercury concentration in biomarkers and the consumption frequency of fishery products. **Conclusions:** The presence of mercury in biomarkers associated with the consumption of contaminated fishery products has to do with the consumption frequency, the species properties, origin, mercury concentration range, and the amount swallowed. Based on the relevant nutrition facts of these goods, it is necessary to develop risk exposure assessments against this contaminant by consumption of fishery products, which may ensure the consumers protection.

**Keywords:** mercury, biomarkers, pollution, fishery products, chemical food contaminants (MeSH).

## Resumo

**Introdução:** O mercúrio é um metal tóxico que pode gerar graves problemas de saúde, sua toxicidade para o organismo obedece ao estado físico-químico ao qual se estiver exposto, dose, via de ingresso, entre outros. Esse metal pode até contaminar os corpos de água, lá se bioacumula e biomagnifica ao longo da cadeia trófica aquática, tornando o consumo de produtos da pesca contaminada numa possível fonte de exposição a esse metal. **Objetivo:** realizar uma revisão temática de pesquisas a fim de identificar a relação entre o aumento e a presença de mercúrio nos biomarcadores (cabelos, sangue e urina) e frequência de consumo de produtos da pesca. **Materiais e métodos:** Revisão temática desenvolvida a partir da análise de informação obtida de fontes secundárias. **Resultados:** foram analisadas oito pesquisas das quais o 62.5 % foram de tipo descritivo, o 25 % transversal e o 12,5 % correspondeu a um estudo de caso y controles, os tamanhos das amostras (n) oscilaram entre 110 e 2893. Em 4 (50 %) pesquisas a população objeto de estudo foi adulta. Não foi achada relação entre sexo e a presença de mercúrio nos biomarcadores no 50 % de pesquisas. No 62,5 % de pesquisas foi encontrada uma correlação–associação estatisticamente significativa entre concentração de mercurio em biomarcadores e a frequência de consumo de produtos da pesca: **Conclusões:** A presença de mercurio em biomarcadores associada com o consumo de produtos de pesca contaminados, tem a ver com a frequência do consumo, as características da espécie, procedência, concentração de mercurio nesta, e a quantidade ingerida. Baseados na importância nutricional desses produtos, é preciso desenvolver avaliações de risco de exposição a esse contaminante pelo consumo de produtos da pesca contaminados, que garantissem a proteção dos consumidores.

**Palavras chave:** mercúrio, biomarcadores, contaminação, produtos pesqueiros, contaminantes químicos nos alimentos (MeSH)

## Introducción

El mercurio (Hg) es un elemento presente de forma natural en la corteza terrestre; se encuentra en el aire, el agua y la tierra (1); se puede liberar a través de la actividad volcánica y los procesos erosivos, o a partir de actividades antropogénicas (combustión de carbón, procesos industriales, actividades de minería, entre otras), que son las principales fuentes de emisión. Según la Organización Mundial de la Salud, este metal y sus compuestos constituyen uno de los diez grupos de productos químicos con mayores repercusiones para la salud pública (2). Los posibles efectos adversos asociados con la exposición a este metal dependen del compuesto de Hg, la concentración, el tiempo de exposición, la vía de absorción, las interacciones con otros contaminantes y la susceptibilidad del receptor (3).

La exposición al contaminante, tanto a corto como a largo plazo, puede provocar problemas de salud graves; puede ser tóxico, principalmente para los sistemas nervioso e inmunitario, el aparato digestivo, la piel, los pulmones, los riñones y los ojos (4).

A través del ciclo ambiental del Hg, puede llegar a contaminar los cuerpos de agua. Una vez depositado en suelos y sedimentos, el Hg cambia su forma química, principalmente por medio del metabolismo, debido a bacterias u otros microbios, y se convierte en metilmercurio, la forma más peligrosa para la salud humana y el medio ambiente. El metilmercurio normalmente representa al menos el 90 % del Hg en el pescado (5).

Los niveles de Hg en los peces tienden a aumentar con la edad y el tamaño, debido a la lenta eliminación del metilmercurio y al aumento de la ingesta, a medida que el pez crece y aumenta de tamaño. Por eso, los peces más grandes y viejos suelen tener concentraciones de Hg más altas en sus tejidos que los más jóvenes de la misma especie (6). Además de la influencia del nivel trófico o de la especie, hay otros factores de importancia en la bioacumulación y biomagnificación del Hg, como la edad del pez, la actividad microbiológica, el contenido de materia orgánica y azufre en el sedimento, así como la salinidad, el pH y el potencial redox del cuerpo de agua (7).

Los valores de Hg en peces de agua dulce se encuentran entre 200-1.000 µg/kg, con la mayor parte de los valores entre 200-400 µg/kg. En los peces oceánicos,

los valores se sitúan entre 0-500 µg/kg, con la mayoría de los valores en torno a los 150 µg/kg. La excepción a esta norma son las especies predatoras (pez espada, atún, hipogloso), que presentan valores entre 500 y 1.500 µg/kg (3).

Cabe mencionar que las fuentes alimentarias distintas de peces y mariscos también pueden contribuir a la exposición al Hg, pero principalmente en la forma de Hg inorgánico (8), con una concentración que a menudo es inferior al límite de detección (generalmente, 20 ng de Hg por gramo de peso fresco) (9).

Los efectos adversos asociados con la exposición a Hg por medio de los productos de la pesca han sido estudiados en diversas partes del mundo. Por ejemplo: en el marco de la Evaluación Mundial Sobre Mercurio, desarrollada por el Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), se presentaron los resultados de las investigaciones desarrolladas en países como Suecia, Finlandia, Estados Unidos de América, el Ártico, Japón, China, Indonesia, Papúa Nueva Guinea, Tailandia, República de Corea, la cuenca del río Amazonas y Guayana Francesa, en los que se determinó la exposición al Hg a través de una dieta a base de pescado. Al igual que en el caso de los estudios llevados a cabo en la cuenca del Amazonas, principalmente en zonas de extracción de oro que utilizan el mercurio como insumo, se encontraron exposiciones elevadas a metilmercurio y a Hg total en poblaciones que dependen de una alimentación a base de pescado (9).

En Colombia se conocen investigaciones sobre contaminación de peces por metales pesados en la cuenca del río Magdalena y sus afluentes, a través de los cuales se ha identificado una relación directa entre las altas concentraciones en peces con la cercanía a las zonas con influencia directa de vertimientos de aguas de minería aurífera; así, se han encontrado valores críticos en la región de la Mojana y zona del nordeste antioqueño, donde casi todas las muestras presentaron valores superiores a la norma de 0,5 µg/g de Hg (10).

En el 2003, el Laboratorio de Salud Pública de la Secretaría Distrital de Salud desarrolló el estudio “Determinación de mercurio en pescado fresco de mayor consumo en la ciudad de Bogotá, marzo-abril 2003”. Por medio de este, se evaluó la concentración de mercurio en 88 muestras de tres especies: bagre, bocachico y nicuro, procedentes del río Magdalena. Se encontró que un

7,95 % de las muestras superaron la Norma Técnica Colombiana (NTC) 1.443 (0,5 p. p. m.), y un 20,45 % se encontraban por encima de la norma de Suecia (0,2 p. p. m.). La mayor concentración de este metal se presentó en el bagre, seguido del bocachico y el nicuro (11).

De igual forma, la Secretaría Distrital de Salud realizó el estudio “Prevalencia de mercurio y plomo en población general de Bogotá 2012-2013”. Se halló que el 99 % de las personas presentaron alguna concentración de Hg en cabello; el 47,6 %, en orina, y el 87 %, en sangre. Adicionalmente, el 13,5 % (54 personas) presentó niveles de Hg superiores a los valores de referencia dados por la Organización Mundial de la Salud (OMS); de esta manera, se encontró una asociación frente a la frecuencia de consumo de pescado y la concentración de Hg en biomarcadores (12).

A partir de la identificación y caracterización de este riesgo, muchos países han optado por formular recomendaciones sobre el consumo de algunos pescados, dirigidas principalmente a poblaciones vulnerables (mujeres embarazadas y niños); esto, sin desconocer la importancia nutricional de dichos productos y los beneficios nutricionales que otorga su consumo.

Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo fue realizar una revisión de estudios disponibles a partir del 2002 hasta el 2014, con el fin de identificar la relación entre el aumento de mercurio en biomarcadores (cabello, sangre u orina) y la frecuencia de consumo de productos de la pesca.

## Materiales y métodos

Esta es una revisión desarrollada a partir del análisis de investigaciones relacionadas con la presencia de Hg en biomarcadores y la frecuencia de consumo de productos de la pesca, para lo cual se llevó a cabo la búsqueda manual y en bases de datos especializadas, entre ellas Medline, Latin American and Caribbean Health Sciences Literature (Lilacs), ScieDirect y Scielo, utilizando los siguientes términos de búsqueda: “mercurio y consumo de pescado”, “mercurio y frecuencia de consumo de pescado” y “mercurio en biomarcadores y consumo de pescado”.

Se encontraron 1.858 documentos de investigación, a los cuales se les aplicó un primer filtro; se seleccionaron únicamente escritos en español e inglés. Se

efectuó un segundo filtro a partir de la lectura rápida del título y del resumen; así, se excluyeron aquellas investigaciones llevadas a cabo con población gestante y/o lactante; posteriormente, se eligieron aquellos que cumplieran los criterios de inclusión establecidos a continuación: publicaciones hechas a partir de enero del 2002 hasta julio del 2014, con acceso libre al resumen y al texto completo, estudios en los que se haya determinado Hg como mínimo en uno de los biomarcadores (cabello, sangre u orina) y en los que se haya indagado a la población sobre la frecuencia de consumo de productos de la pesca.

Finalmente, se seleccionaron ocho estudios, los cuales se organizaron y codificaron (asignación numeración consecutiva para su identificación); posteriormente, se les realizó el análisis de los resultados respecto a las siguientes variables: tipo de estudio, tamaño de muestra, biomarcador utilizado, zona en que fue desarrollada la investigación, frecuencia de consumo de productos de la pesca consultada, niveles mínimos y máximos de Hg hallados, y relación de estos con la frecuencia de consumo de productos de la pesca, así como su relación con el sexo. A partir de las medidas de tendencia central y pruebas estadísticas de asociación de los estudios objeto de revisión, se realizó una comparación de resultados y el análisis de esta información.

## Resultados

De los ocho estudios seleccionados, seis (75 %) corresponden a publicaciones en revistas científicas—cinco de ellas desarrolladas en América—, los dos restantes son tesis doctorales desarrolladas en Europa. Uno (12,5 %) de los estudios fue de casos y controles; respecto al biomarcador utilizado para la determinación de Hg, en siete estudios (87,5 %) emplearon un biomarcador, y solamente en un estudio se efectuaron mediciones de Hg en los tres biomarcadores: sangre, cabello y orina. Los tamaños de muestras (n) oscilaron entre 110 y 2.893 (tabla 1). En cuatro (50 %) investigaciones, la población objeto fueron personas adultas; en las cuatro restantes, la población se dividió así: en un estudio, población general; en otro, personas mayores de 14 años; uno más trabajó con población escolar distribuida en cuatro grupos (0-5, 6-10, 11-15 y > 15 años) y el último se desarrolló con población general, cuya media de edad fue de 47,01 años (12-19).

**Tabla 1. Descripción de las investigaciones objeto de estudio**

| Código | Título                                                                                                                                    | Tipo de estudio   | País           | n     | Biomarcador            | Referencia                    |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------|-------|------------------------|-------------------------------|
| 1.     | Mercurio total en sangre y el consumo de pescado en la población general de Corea, 2005                                                   | Descriptivo       | Corea          | 1.749 | Sangre                 | Nam-Soo K, Byung-Kook L.      |
| 2.     | Mercurio en el cabello como biomarcador de exposición en una población venezolana costera, 2007                                           | Casos y controles | Venezuela      | 160   | Cabello                | Rojas et al.                  |
| 3.     | Contaminación por mercurio en humanos y peces en el municipio de Ayapel, Córdoba, Colombia, 2009                                          | Descriptivo       | Colombia       | 112   | Cabello                | García L, Marrugo J, Alvis E. |
| 4.     | Plomo y mercurio en sangre en una población laboral hospitalaria y su relación con factores de exposición, 2010                           | Transversal       | España         | 395   | Sangre                 | Trasobares E.                 |
| 5.     | Mercurio en el pelo y el consumo de pescado en los residentes de Oahu, Hawái, 2010-2011                                                   | Transversal       | Estados Unidos | 110   | Cabello                | Ramos A, Quintana P, Ji M.    |
| 6.     | Determinación de elementos traza en cabello de población infantil, y relación entre los niveles de mercurio y el consumo de pescado, 2012 | Descriptivo       | España         | 648   | Cabello                | Llorente M.                   |
| 7.     | Un análisis de la exposición a mercurio en la población adulta en el estado de Nueva York, 2012                                           | Descriptivo       | Estados Unidos | 2.893 | Sangre                 | Fletcher A, Gelberg K.        |
| 8.     | Prevalencia de concentraciones de mercurio y plomo en población general de Bogotá D.C., 2012-2013                                         | Descriptivo       | Colombia       | 401   | Sangre, cabello, orina | González et al.               |

Fuente: Hospital Vista Hermosa, 2014.

La determinación de la frecuencia de consumo de pescado en estas investigaciones se llevó a cabo por medio de la aplicación de encuestas, que incluían frecuencias de consumo diarias, semanales y mensuales. Se encontró que en seis estudios (75 %), los datos referidos estaban relacionados con el consumo semanal. De estas investigaciones, tres (50 %) obtuvieron el número de veces de consumo a la semana, lo que permite una información aún más precisa respecto a la frecuencia con la que son ingeridos este tipo de productos (tabla 2). En relación con la especie, en cinco investigaciones (87,5 %) se consultó sobre la ingesta

de productos de la pesca específicos. Cabe resaltar que en dos estudios (25 %) se consultó la cantidad ingerida, y en uno (12,5 %) se exploró la relación entre el tipo de producto y la cantidad ingerida (12-19).

En dos investigaciones ejecutadas en el continente americano, las concentraciones de Hg total en los biomarcadores del grupo de estudio fueron comparadas con los niveles hallados en los grupos de control. Se encontraron diferencias estadísticas entre ellos; así, los grupos de estudio fueron superiores a los de control (tabla 2) (14,20).

**Tabla 2. Concentración de mercurio en biomarcadores**

| Código | n     | Biomarcador | Concentración Hg |            |                  |           |
|--------|-------|-------------|------------------|------------|------------------|-----------|
|        |       |             | Mínimo           | Máximo     | Media            | Mediana   |
| 1.     | 1.749 | Sangre      | -                | -          | 3,70 mg/l        | -         |
| 2      | 160   | Cabello     | 0,21 mg/g        | 7,0 mg/g   | -                | -         |
|        |       |             | 0,09 mg/g*       | 4,36 mg/g* | -                | -         |
| 3.     | 112   | Cabello     | 0,11 µg/g        | 12,7 µg/g  | 2,18 ± 1,77 µg/g | -         |
|        |       |             | 0,14 µg/g        | 0,6 µg/g   | 0,29 ± 0,12 µg/g | -         |
| 4.     | 395   | Sangre      | -                | -          | -                | 7,90 µg/L |
| 5.     | 110   | Cabello     | 0,02 µg/g        | 23,3 µg/g  | -                | 1,0 µg/g  |
| 6.     | 648   | Cabello     | 0,01 µg/g        | 10,89 µg/g | 1,37 µg/g        | 0,97 µg/g |
| 7.     | 2.893 | Sangre      | 15 ng/ml         | 176 ng/ml  | 24,7 ng/ml       | -         |
| 8.     | 401   | Cabello     | 0,00             | 10,01 µg/g | 1,00 µg/g        | -         |
|        |       | Sangre      | 0,00             | 29,9 µg/L  | 3,13 µg/L        | -         |
|        |       | Orina       | 0,00             | 5,72 µg/L  | 0,29 µg/L        | -         |

\*Resultados obtenidos en el grupo control.

Fuente: Hospital Vista Hermosa, 2014.

Referente a la presencia de Hg en biomarcadores y su relación con la frecuencia de consumo de productos de la pesca, en cinco investigaciones (62,5 %) se halló una correlación-asociación estadísticamente significativa entre estas dos variables (tabla 3). Pese a que en los estudios desarrollados en Estados Unidos y Venezuela no se calculó la correlación entre las variables objeto de este análisis, en el que se llevó a cabo en el país suramericano (Venezuela) sí se encontró que la frecuencia de consumo de pescado influye significativamente en los valores de Hg total [F 4.738 Pr (F) 0,034] (tabla 3). De igual manera, en Nueva York se encontró que los valores medios de Hg de las personas que consumen pescado cada día fueron significativamente mayores comparados con las personas que comen pescado con menos frecuencia. En el caso de la investigación efectuada en Hawái, se determinó que las personas que consumían pescado con una frecuencia > 1 día/semana tenían 1,7 veces de aumento en sus niveles de la media geométrica de Hg en el cabello, en comparación con las personas que lo hacían con una frecuencia < 1 día/semana (12-19).

## Discusión

En la zona costera de Puerto Cabello, Morón (Venezuela), conocida por estar contaminada con Hg proveniente de una planta de cloro-álcali ubicada cerca a uno de los ríos (caño Alpargatón), afluyente del Mar Caribe, se encontró que el consumo de pescado ( $F = 4.676$ ) y la frecuencia de su ingesta ( $F = 4.738$ ) contribuyen de forma significativa con la concentración de Hg en el cabello de un grupo de estudio, de acuerdo con lo presentado por Rojas et al. (14); estos resultados difieren con los reportados por Marrero et al. (20), quienes informaron que no hay asociación estadísticamente significativa entre el hecho de consumir pescado proveniente del caño Alpargatón y los niveles de Hg en orina  $\geq 5$   $\mu\text{g/g}$  de creatinina.

Existe una correlación altamente significativa ( $p < 0,001$   $r = 0,83$ ) entre las concentraciones de Hg total (Hg-T) halladas en cabello y el número de días por semana de consumo de pescado de la población de Ayapel, de acuerdo con lo informado por Gracia et al. (15); este

**Tabla 3. Relación entre la presencia de mercurio en biomarcadores y frecuencia de consumo de productos de la pesca**

| Código | Frecuencia                                                                                                                                    | Prueba                                  | Valor                                                                 |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1.     | Todos los pescados y mariscos: menos de una vez a la semana, una vez a la semana, más de una vez a la semana                                  | No reporta                              | OR 1,46 (95 %IC; 1,04-2,03)                                           |
| 2.     | Número de días de consumo por semana                                                                                                          | Prueba F                                | F 4.738<br>Pr (F) 0,034                                               |
| 3.     | Número de días de consumo por semana                                                                                                          | Correlación lineal de Pearson           | Correlación altamente significativa<br>( $r = 0,83$ $p < 0,01$ )      |
| 4.     | Número de veces que consume pescado a la semana                                                                                               | Coefficiente de correlación de Spearman | $r = 0,559$<br>$p < 0,001$                                            |
| 5.     | Número de días de consumo de pescado por semana                                                                                               | Kruskal - Wallis                        | Análisis univariado<br>$p < 0,01$<br>Análisis multivariado $p < 0,04$ |
| 6.     | Número de veces de consumo de pescado por semana                                                                                              | Coefficiente de correlación de Spearman | $R = 0,267$<br>$p < 0,001$                                            |
|        |                                                                                                                                               | Kruskal Wallis                          | $p < 0,05$                                                            |
| 7.     | Diario: pocas veces a la semana, cerca de una vez a la semana, menos de una vez a la semana, cerca de una vez al mes, menos de una vez al mes | Prueba T                                | $p < 0,001$                                                           |
| 8.     | Nunca: por lo menos 1 vez al mes, por lo menos 1 vez a la semana                                                                              | $\chi^2$                                | Orina 23,503<br>Sangre 49,300<br>Cabello 49,784                       |
|        |                                                                                                                                               | Kruskal - Wallis                        | Significado asintótico 0,000                                          |

resultado se encuentra relacionado con las concentraciones de dicho contaminante (Hg-T) halladas en las especies de pescado estudiadas, provenientes de la ciénaga de Ayapel, considerada como una de las principales fuentes de alimentos de las personas de esta zona. La ciénaga se ubica en el noroccidente del país, a 25 km de la zona minera con la más alta producción de oro en el país (sur de Bolívar y noreste de Antioquia), donde el Hg es utilizado para extraer el metal. La concentración media de Hg-T en el cabello de la población de esta zona resultó superior al compararla con el grupo de control, ubicado en Montería. Esta situación refleja lo informado por el Ministerio de Ambiente; quien informó que se emiten y liberan 7,05 gramos de Hg por cada gramo de oro producido, dando como resultado un total de 298 toneladas de Hg por año (21).

La población ribereña de la Amazonía brasileña, estudiada por Sousa et al. (22), se caracteriza por el desarrollo de actividades, principalmente de pesca de subsistencia, agricultura y, en menor proporción, ganadería, lo que implica que la única fuente de exposición a Hg es la dieta, que incluye el consumo de productos de la pesca contaminados con este metal. Los peces provienen de la zona del río Tapajós, uno de los principales afluentes del río Amazonas, cuyo interés ha centrado diferentes investigaciones, como las presentadas por Isaac V. y Almeida M. (23); en estas se incluyen diferentes estudios de casos con frecuencias de consumo.

Uno de los aspectos que se resalta en estas investigaciones es la relación entre el sexo y la presencia de Hg en biomarcadores, en las que no es concluyente afirmar la existencia de esta relación. Lo que se registró en el estudio presentado por Gracia et al. (15) es que no hubo diferencia significativa del promedio de Hg-T entre sexos. Este resultado coincide con el presentado por Rojas et al. (14), Llorente M. (18) y González et al. (12); los cuales, a su vez, son opuestos a lo presentado por Ramos A., Quintana P., Ji M., Sousa et al. (22). En estos, los hombres registraron un mayor consumo de pescado y las mayores concentraciones de Hg en biomarcadores.

Por medio de las investigaciones objeto de estudio, se observa la relación no solo entre el consumo de productos de la pesca, sino la frecuencia y la cantidad de su ingesta, tal como lo presentan Ramos A., Quintana P., Ji M. (17). En este, los residentes de Oahu (Hawái)

que consumen pescado menos de una vez a la semana presentaron niveles de Hg en el cabello inferiores (0,7 mg/g) frente a aquellas personas que lo consumen 1 a > 6 días/semana (1,2 mg/g). De igual forma, en el mismo estudio se evidenció la relación directamente proporcional entre la cantidad consumida con las concentraciones de Hg en el cabello.

Existe una correlación lineal entre la concentración de Hg en el cabello y el número de días de consumo de pescado, según lo investigado por Gracia et al. (15). De acuerdo con lo informado por Rojas et al. (14), la ingesta y la frecuencia de pescado contribuyen de forma significativa con los niveles de Hg encontrados. Nam-Soo K. y Byung-Kook L. (13) informaron que el nivel de Hg en la sangre aumenta con la frecuencia de consumo de mariscos; también, que el nivel de Hg en la sangre fue mayor en los sujetos que consumieron pescado y mariscos por lo menos una vez a la semana y más de una vez a la semana, frente a aquellos que consumían pescado menos de una vez a la semana. De igual forma, Abdelouahab et al. (24) referenciaron que la frecuencia de consumo de peces de agua dulce se asoció de forma positiva con los biomarcadores estudiados. Llorente M. (18) halló una correlación positiva entre la frecuencia de consumo de pescado y la presencia de este contaminante en la población estudiada de Madrid.

No hay que desconocer la importancia nutricional que tienen los productos de la pesca. Estos alimentos son una importante fuente de energía, proteínas y diversos nutrientes esenciales, y su consumo forma parte de las tradiciones culturales de muchos pueblos (25); los riesgos y beneficios del consumo de pescado dependen de las especies y las cantidades que se consuman, y deben sopesarse con detenimiento para cada subgrupo de la población (26).

A partir de este estudio, se ratifica la necesidad de evaluar cuál es el riesgo de exposición a Hg asociado con la ingesta de productos de la pesca contaminados, partiendo de los hábitos de consumo; entre ellos, especie, frecuencia de consumo, cantidad ingerida, además de otras variables, como la procedencia, que puede influir de forma directa en la presencia de Hg en estos alimentos. A partir de ello, deben tomarse las medidas pertinentes para garantizar la protección de los consumidores, y en especial de aquellas poblaciones vulnerables.

## Fuentes de financiación

El presente artículo fue financiado con recursos propios de la Secretaría Distrital de Salud, por medio de la Unidad de Servicios de Salud Vista Hermosa. No tuvo financiación de la empresa privada.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses en la realización del artículo.

## Referencias

1. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos [internet]. 2014 [citado 2014 jul. 20]. Disponible en: <http://www.epa.gov/espanol/mercurio/>.
2. Organización Mundial de la Salud. Preguntas frecuentes: El Mercurio y la salud 2011 [internet]. 2011 [citado 2013 jun. 18]. Disponible en: [http://www.who.int/phe/chemicals/faq\\_mercury\\_health/es/](http://www.who.int/phe/chemicals/faq_mercury_health/es/).
3. Ministerio de Salud y Protección Social y la Fundación para la Educación y el Desarrollo Social (FES). Evidencia Científica, normativa y técnica sobre la problemática del mercurio a nivel nacional e internacional del sector salud y de otros sectores relacionados [internet]. 2012 [citado 2013 may. 15]. Disponible en: <http://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/evidencia-cientificamercurio0512.pdf>.
4. Organización Mundial de la Salud. El Mercurio. [Internet]. 2013 [citado 2013 junio 18]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs361/es/>.
5. United Nations Environment Programme, Mercury Time To Act [internet]. 2013 [citado 2014 jul. 18]. Disponible en: [http://www.unep.org/PDF/PressReleases/Mercury\\_TimeToAct.pdf](http://www.unep.org/PDF/PressReleases/Mercury_TimeToAct.pdf).
6. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). El problema del mercurio. El problema del mercurio [internet]. 2008 [citado 2013 ago. 10]. Disponible en: [http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Portals/9/Mercury/Awareness-Pack/Spanish/UNEP\\_Intro\\_Spanish\\_Web.pdf](http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Portals/9/Mercury/Awareness-Pack/Spanish/UNEP_Intro_Spanish_Web.pdf)
7. Olivero J, Restrepo B. El lado gris de la minería del oro: La contaminación con mercurio en el norte de Colombia. Cartagena: Universidad de Cartagena; 2002.
8. European Food Safety Authority (EFSA). Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to mercury and methylmercury in Food. EFSA Journal [internet]. 2012;10(12). Disponible en: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/2985.pdf>
9. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Evaluación mundial sobre el mercurio. Ginebra: PNUMA Productos Químicos [internet]. 2005 [citado 2014 mar. 10]. Disponible en: <http://www.chem.unep.ch/mercury/GMA%20in%20F%20and%20S/final-assessment-report-Nov05-Spanish.pdf>
10. Mancera NJ, Álvarez R. Estado del conocimiento de las concentraciones de mercurio y otros metales pesados en Colombia. Acta Biol Colomb [internet]. 2006; 11:3-23
11. Patiño N, Duarte É, Matallana D, Martínez A, Medina A. Determinación de mercurio en pescado fresco de mayor consumo en Bogotá Marzo - Abril 2003. Investi Seg Soc Salud. 2006; 8:(256):139-51.
12. Osorio S, Hernández L, Sarmiento R, González Y, Pérez D, Barbosa Z, et al. Prevalencia de mercurio y plomo en población general de Bogotá 2012/2013. Rev. Salud Pública [internet]. 2014; 16(4):621-8.
13. Nam-Soo K, Byung-Kook L. Blood total mercury and fish consumption in the Korean general population in KNHANES III, 2005. Sci Total Environ. 2010; 408:4841-7.
14. Rojas M, Nakamura K, Seijas D, Squillante G, Pieters M, Saba I. Mercury in hair as a biomarker of exposure in a coastal Venezuelan population. Invest Clín. 2007; 48(3):305-15.
15. Gracia L, Marrugo JL, Alvis EM. Contaminación por mercurio en humanos y peces en el municipio de Ayapel, Córdoba, Colombia, 2009. Rev. Fac. Nac. Salud Pública 2010. 2010;28(2):118-24.

16. Trasobares Iglesias E. Plomo Mercurio en sangre en una población laboral hospitalaria y su relación con factores de exposición [tesis doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2010.
17. Ramos A, Quintana P, Ji M. Hair mercury and fish consumption in residents of O'ahu, Hawaii. *Hawaii J Med Public Health*. 2014;73(1):19-25.
18. Llorente MT. Determinación de elementos traza en cabello de población infantil y relación entre los niveles de mercurio y el consumo de pescado [tesis doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2013.
19. Fletcher AM, Gelberg KH. An analysis of mercury exposures among the adult population in New York State. *J Community Health*. 2013;38:529-37.
20. Marrero S, Richani J, Rojas G, Querales M, González S. Exposición ambiental al mercurio y valores en orina de los habitantes de la comunidad Boca de Yaracuy, ubicada en la costa centro-norte de Venezuela. *Gaceta Médica de Caracas*. 2011;119:315-20.
21. Pinto E. Plan Único Nacional de Mercurio 2014. En: *Foro Nacional Nanotecnología y el problema de la contaminación por mercurio*. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente, Red Colombiana de Nanociencia y Nanotecnología; 2014.
22. Sousa CJ, Da Silva D, Lemire M, Fillion M, Rémy J, Guimarães D, et al. Daily mercury intake in fish-eating populations in the Brazilian Amazon. *J Exposure Sci Environm Epidemiol*. 2008;18:76-87.
23. Isaac V, Almeida M. El consumo de pescado en la Amazonía Brasileña. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO [internet]. 2011 [citado 2014 jun. 15]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/014/i2408s/i2408s.pdf>
24. Abdelouahab N, Vanier C, Baldwin M, Steve Garceau S, Lucotte M, Mergler D. Fish consumption, mercury intake and exposure among fluvial lake fish-eaters. *Sci Total Environm*. 2008;408:154-64.
25. Organización de las Naciones Unidad para la Alimentación y la Agricultura. Informe de la consulta mixta de expertos FAO/OMS sobre los riesgos y los beneficios del consumo de pescado [internet]. 2010 [citado 2014 jul. 29]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/018/ba0136s/ba0136s.pdf>.
26. Organización Mundial de la Salud. Mercurio [internet]. 2008 [citado 2014 jun. 9]. Disponible en: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/78130/1/9789243596570\\_spa.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/78130/1/9789243596570_spa.pdf).

*Recibido para evaluación: 1° de agosto de 2014*  
*Aceptado para publicación: 6 de diciembre de 2016*

#### **Correspondencia**

*Ruth de los Ángeles Castellanos-García*  
*Ingeniera de alimentos del Hospital Vista Hermosa*  
*Calle 67A Sur # 18C-12*  
*ruthcasga@hotmail.com*

