

## Artículo especial

## Estado actual sobre la exposición alimentaria al mercurio durante el embarazo y la infancia, y recomendaciones en salud pública

Sabrina Llop<sup>a,b,\*</sup>, Jesús Ibarlucea<sup>b,c,d</sup>, Jordi Sunyer<sup>b,e,f,g</sup> y Ferran Ballester<sup>a,b,h</sup><sup>a</sup> Centro Superior de Investigación en Salud Pública (CSISP), Valencia, España<sup>b</sup> CIBER de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), España<sup>c</sup> Subdirección de Salud Pública de Guipúzcoa, Gobierno Vasco, Donosita, Guipúzcoa, España<sup>d</sup> Instituto de Investigación Sanitaria Biodonostia, Donosita, Guipúzcoa, España<sup>e</sup> Centre de Recerca en Epidemiologia Ambiental (CREAL), Barcelona, España<sup>f</sup> Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, España<sup>g</sup> Parc Salut Mar-IMIM, Barcelona, España<sup>h</sup> Departamento de Enfermería, Universitat de València, Valencia, España

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

## Historia del artículo:

Recibido el 23 de mayo de 2012

Aceptado el 7 de septiembre de 2012

On-line el 31 de octubre de 2012

## Palabras clave:

Mercurio

Población vulnerable

Desarrollo cognitivo

Salud pública

## RESUMEN

La exposición a dosis altas de mercurio durante periodos vulnerables (como el embarazo y la infancia) puede tener serias consecuencias para el desarrollo cognitivo, tal como se ha constatado tras los episodios de envenenamiento agudo ocurridos en Japón e Irak. El consumo de ciertos tipos de pescado es la fuente principal de exposición a mercurio de la población general. Existe una creciente preocupación por los posibles efectos neurotóxicos del mercurio, especialmente a edades tempranas en poblaciones donde el consumo de pescado es moderado-alto. La evidencia científica hasta el momento no es concluyente. En el ámbito español, el Proyecto INMA (Infancia y Medio Ambiente) ha proporcionado información sobre los niveles de exposición prenatal a mercurio de 1800 recién nacidos de Valencia, Sabadell, Asturias y Guipúzcoa. En general, los niveles resultaron elevados, con un 24% de los niños con niveles superiores a las dosis recomendadas por la Organización Mundial de la Salud y un 64% por encima de la recomendación de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. Los resultados en el segundo año de vida, sin embargo, no muestran un incremento en el riesgo de efectos adversos en el desarrollo cognitivo de los niños. Diversas agencias han desarrollado recomendaciones de consumo de pescado dirigidas a mujeres embarazadas y población infantil, debido a la presencia de mercurio. No obstante, sería conveniente reforzar estas recomendaciones, teniendo en cuenta el pescado como fuente de nutrientes esenciales para el desarrollo en las fases tempranas de la vida, consensuadas para todas las comunidades autónomas y la administración estatal.

© 2012 SESPAS. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

## Current dietary exposure to mercury during pregnancy and childhood, and public health recommendations

## ABSTRACT

Exposure to high levels of mercury during vulnerable periods (such as pregnancy and childhood) may have serious consequences for cognitive development, as observed after acute poisoning episodes in Japan and Irak. The main source of mercury exposure in the general population is consumption of certain types of fish. There is growing concern about the possible neurotoxic effects of mercury, especially in younger children in populations where fish intake is moderate to high. The scientific evidence to date is inconclusive. In Spain, the Childhood and Environment (*Infancia y Medio Ambiente* [INMA]) project has provided information on levels of prenatal exposure to mercury among 1800 newborns from Valencia, Sabadell, Asturias and Guipúzcoa. In general, levels were high, being above the World Health Organization's recommended dose in 24% of children and above the recommended levels of the U.S. Environmental Protection Agency in 64%. However, the results did not indicate a significant association between prenatal mercury exposure and delayed cognitive development during the second year of life. Various agencies have developed recommendations on fish consumption for pregnant women and children, due to the presence of mercury. These recommendations should be strengthened, since there is general consensus among all regional and national public administrations that fish is an essential source of nutrients for development in the early stages of life.

© 2012 SESPAS. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Keywords:

Mercury

Vulnerable population

Cognitive development

Public health

## Exposición al mercurio prenatal y efectos neurotóxicos

La toxicidad del mercurio es conocida desde la antigüedad. Plinio describió la intoxicación como la enfermedad de los esclavos

\* Autora para correspondencia.

Correo electrónico: llop.sab@gva.es (S. Llop).

y recomendaba a los ciudadanos romanos no trabajar en las minas de Almadén por sus vapores nocivos. En la actualidad, la exposición mayoritaria se debe a los compuestos orgánicos de mercurio, en particular al metilmercurio y no al elemento metálico como antaño. El metilmercurio tiene una vida media y una toxicidad mayores, y procede sobre todo de la dieta (principalmente del pescado). El posible impacto de las amalgamas dentales y el uso en las vacunas es mucho menor. El mercurio que llega a los pescados tiene en parte (alrededor de un tercio) un origen natural, si bien las emisiones de las incineradoras y plantas de tratamiento de residuos, industria electroquímica y de generación de energía representan las fuentes principales. Las personas que trabajan o viven cerca de donde ocurren dichas emisiones también pueden estar expuestas a través del ambiente<sup>1</sup>.

En 1956, en la Bahía de Minamata (Japón), se detectó la primera epidemia de recién nacidos con trastornos neurológicos mayores debido al consumo de pescado contaminado por mercurio durante el embarazo. Fue el primer indicio de la neurotoxicidad del mercurio en poblaciones no expuestas en el ámbito laboral. De hecho, la experiencia de Minamata demostró que las madres y los hermanos de los afectados no presentaban afectación, y que los efectos adversos aparecían cuando la exposición tenía lugar durante la etapa prenatal<sup>2</sup>. En 1986, en un estudio en población general de Nueva Zelanda se observó que los niños de 6-7 años, hijos de mujeres expuestas a niveles más altos de mercurio durante el embarazo ( $>6 \mu\text{g/g}$  medido en pelo materno), presentaban un menor desarrollo neurológico funcional<sup>3</sup>. Estos resultados fueron reproducidos en un estudio llevado a cabo en las islas Faroe, donde los elevados niveles de mercurio observados en la población general fueron atribuidos a una dieta rica en mamíferos marinos (concentraciones medias de mercurio en sangre de cordón:  $22,5 \mu\text{g/l}$ ). Se observaron efectos adversos en el aprendizaje verbal y la memoria a los 7 años de edad<sup>4</sup>, y en velocidad motora, lenguaje y atención a los 14 años<sup>5</sup>. Sin embargo, en otro estudio prospectivo llevado a cabo en las islas Seychelles no se encontró ninguna relación entre la exposición prenatal al mercurio ( $6,9 \mu\text{g/g}$  medido en pelo materno) y el desarrollo cognitivo durante la infancia<sup>6</sup>. Esta falta de asociación ha sido atribuida al papel antagónico de ciertos nutrientes presentes en el pescado azul, como son el selenio y los ácidos grasos omega 3<sup>7</sup>.

En los últimos años han aparecido nuevos estudios de cohortes de recién nacidos que han evaluado la relación de la exposición prenatal al mercurio y el desarrollo cognitivo durante la infancia, en poblaciones con un consumo variable de pescado. Sin embargo, los resultados obtenidos han sido motivo de controversia, ya que en algunos de estos estudios se encontró evidencia de asociación inversa entre la exposición prenatal a mercurio y las puntuaciones en los tests de neurodesarrollo<sup>8,9</sup>, pero en otros no<sup>10,11</sup>. Esta falta de consistencia podría deberse a nutrientes beneficiosos para el neurodesarrollo presentes en la dieta materna y no controlados en los estudios, así como al papel que otros factores (nivel socioeconómico, educación) podrían desempeñar en la relación entre el consumo de pescado y el desarrollo neuropsicológico de los niños. Es importante destacar que la ingestión de pescado durante el embarazo supone un aporte de ácidos grasos poliinsaturados y oligoelementos fundamentales para el neurodesarrollo<sup>10,12</sup>. Otra posible explicación es la edad de la evaluación neurológica de los niños; se ha observado que la evidencia científica es mayor cuando la evaluación neuropsicológica se ha realizado a partir de los 3 años de vida<sup>13</sup>.

## Resultados del proyecto INMA

El proyecto multicéntrico de investigación Infancia y Medio Ambiente (INMA) (<http://www.proyectoinma.org/>) se inició en el

año 2003 con el objetivo de estudiar los efectos del medio ambiente y de la dieta en el desarrollo fetal e infantil en diversas zonas geográficas de España. Este proyecto está formado por siete cohortes, tres de ellas constituidas con anterioridad (Menorca, Ribera d'Ebre y Granada) y cuatro creadas *de novo* (Valencia, Asturias, Sabadell y Guipúzcoa), partiendo de un protocolo común que fue adaptado también en las cohortes preexistentes. En total, se realiza un seguimiento prospectivo de unas 4000 embarazadas y sus recién nacidos<sup>14</sup>.

Entre las exposiciones evaluadas se encuentra la exposición tanto prenatal como posnatal a metales pesados, entre ellos el mercurio. La media geométrica de las concentraciones de mercurio total analizado en muestras de sangre de cordón umbilical en 1883 pares mujeres-niño de las cohortes *de novo* fue de  $8,2 \mu\text{g/l}$ . Un 24% de los niños superaban los niveles equivalentes a las dosis recomendadas por la Federación de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO-OMS; límite de ingesta semanal recomendada  $1,6 \mu\text{g/kg}$  por peso corporal y por semana) y un 64% los recomendados por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos (dosis de referencia para mercurio total  $6,4 \mu\text{g/l}$  en sangre de cordón). Cabe señalar que la muestra del estudio es representativa de la población general y se trata del mayor estudio realizado en España. Estos niveles se relacionaron principalmente con el consumo de grandes peces depredadores durante el embarazo, concretamente atún rojo, emperador y bonito<sup>15</sup>. Este hallazgo coincide con los resultados de las cohortes de Menorca, Ribera d'Ebre y Granada, donde las concentraciones de mercurio en pelo de los niños y niñas a los 4 años de edad se asoció con el consumo de peces depredadores (atún rojo, emperador, anchoa y salmón) durante la infancia<sup>16,17</sup>.

En la **tabla 1** se muestran los niveles de mercurio analizados en muestras de cordón umbilical en diferentes estudios españoles e internacionales. Los niveles de mercurio hallados en España (Proyecto INMA) son similares a los referidos por otros estudios llevados a cabo en poblaciones donde el consumo de pescado es alto, como Japón<sup>18</sup>, Polinesia<sup>19</sup>, Taiwán<sup>20</sup> o China<sup>21</sup>. En todos ellos, el porcentaje de muestras que superan la dosis de referencia de la EPA es apreciable (64% a 89%). En una muestra de 72 niños de la cohorte INMA de Granada se observó que la exposición infantil a niveles de mercurio  $>1 \mu\text{g/g}$  medido en pelo se asociaba con peores puntuaciones en las áreas general cognitiva, verbal y memoria a los 4 años de edad<sup>16</sup>. Sin embargo, en el estudio realizado con más de 1800 niños y niñas de las cohortes de Valencia, Asturias, Sabadell y Guipúzcoa la exposición prenatal al mercurio no se ha asociado con efectos adversos en el desarrollo mental y psicomotor al segundo año de vida<sup>11</sup>. La evidencia científica sobre los efectos adversos del mercurio en el neurodesarrollo es poco concluyente, sobre todo con exposiciones medias-bajas y a edades tempranas, lo que justifica la necesidad de realizar un seguimiento continuo a lo largo de la infancia y evaluar su asociación con las concentraciones de mercurio y el papel modificador de la dieta y otras variables.

## Recomendaciones sobre el consumo de pescado

Son varios los gobiernos y las agencias internacionales que han desarrollado recomendaciones que fundamentalmente se dirigen a la población diana más vulnerable: las mujeres embarazadas y la población infantil (**tabla 2**). Las recomendaciones se centran en el consumo de pescado e incluyen, además de las mujeres embarazadas, aquellas que tienen intención de estarlo o las que están amamantando. Asimismo, se incluyen los niños en las primeras etapas de la infancia, si bien el grupo de edad varía de unas a otras recomendaciones en un margen que va desde los 3 años hasta los 12 años de edad, lo cual indica cierta divergencia a la hora de definir el grupo susceptible a los efectos de los tóxicos presentes en el pescado a que se hace referencia. Por otro lado, todas las

**Tabla 1**  
Concentraciones de mercurio ( $\mu\text{g/l}$ ) en sangre de cordón en estudios españoles e internacionales

Estudio	N	Lugar del estudio	MG	Min-Max	Rango intercuartílico	Año de toma de la muestra	% > EPA RfD
Soria et al., 1992 <sup>29</sup>	24	Sevilla, España	6,4 <sup>a</sup>	2-15,1	ND	1986-1987	>50
Grandjean et al., 1997 <sup>4</sup>	894	Islas Faroe	ND	13,4-41,3	ND-22,9	1986-1987	>75
Daniels et al., 2004 <sup>10</sup>	1054	Bristol, Reino Unido	0,01	ND	ND	1991-1993	0
Rhainds et al., 1999 <sup>30</sup>	1108	Sur Canadá	1,0	0,9-1	ND	1993-1995	0
Vahter et al., 2000 <sup>31</sup>	98	Estocolmo, Suecia	1,4 <sup>b</sup>	0	ND	1994-1996	0
Bjerregaard y Hansen, 2000 <sup>32</sup>	178	Disko Bay, Goelandia	25,3	2,4-181	ND	1994-1996	>50
Muckle et al., 2001 <sup>33</sup>	130	Norte Canadá	18,5	ND	12-27,2	1995-2001	>75
Belles-Isles et al., 2002 <sup>34</sup>	48	Quebec, Canadá (pescadores)	1,8	0,2-11	ND	1995-1997	>25
Belles-Isles et al., 2002 <sup>34</sup>	60	Quebec, Canadá (no pescadores)	0,9	0,2-4	ND	1995-1997	0
Bjornberg et al., 2003 <sup>35</sup>	131	Suecia	1,3 <sup>b</sup>	0,1-5,7	ND	1996-1999	0
Sakamoto et al., 2007 <sup>18</sup>	116	Japón	9,8	ND	6,9-13,6	1996	>75
Butler et al., 2006 <sup>36</sup>	402	Canadá	2,7	<LD-75,8	ND	1994-1999	25
Gao et al., 2007 <sup>37</sup>	406	Provincia Zhejiang, China	5,58	ND	3,9-7,8	2004	>25
Fok et al., 2007 <sup>21</sup>	1057	Hong Kong, China	ND	6,3-12,3	ND-8,8	2000-2001	78,4
Jedrychowski et al., 2007 <sup>8</sup>	233	Polonia	0,8	ND	01-5,0	2001-2003	0
Sato et al., 2006 <sup>38</sup>	188	Hawái	4,8 <sup>a</sup>	0-20	ND	2004-2005	28,3
Hsu et al., 2007 <sup>20</sup>	65	Taiwan	9,2	3,8-28	ND	2004-2005	89
Unuvar et al., 2007 <sup>39</sup>	143	Turquía	0,5	0-2,3	ND	2004-2006	0
Dewailly et al., 2008 <sup>19</sup>	241	Polinesia	10,5	0,5-48,2	ND	2005-2006	82,5
Lederman et al., 2008 <sup>9</sup>	280	Nueva York, EE.UU.	4,44	0,1-63	ND	2001-2002	32,1
Lee et al., 2010 <sup>40</sup>	417	Corea	5,53	0,23-24,1	ND	2006-2008	>25
Lope et al., 2010 <sup>41</sup>	102	Madrid, España	10,7 <sup>b</sup>	ND	ND	2003-2004	>25
INMA <sup>11,15</sup>	1886	Valencia, Asturias, Sabadell y Guipúzcoa, España	8,2	1,4-69,0	5,0-14,0	2004-2008	64

MG: media geométrica, si no se dispone de ella se indica la medida correspondiente; ND: dato no disponible; EPA: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos; RfD: dosis de referencia (6,4  $\mu\text{g/l}$  de mercurio total en sangre de cordón).

<sup>a</sup> Media aritmética.

<sup>b</sup> Mediana.

recomendaciones señalan el alto valor nutricional del pescado para el desarrollo infantil, y hacen hincapié en la conveniencia de realizar un consumo adecuado de pescado azul y blanco, señalando aquellas especies que según el país y las costumbres dietéticas pueden resultar perjudiciales para un desarrollo saludable en la infancia. En términos generales, se recomienda no consumir las especies que presentan contenidos altos de mercurio, como son el pez espada, el tiburón, la lamprea y el atún rojo, y en caso de hacerlo, restringir su consumo a una ración semanal/quincenal, evitando a su vez el consumo de otros tipos de pescado en ese periodo. El consumo de atún en lata no se desaconseja, pero se restringe en buena parte de las recomendaciones (tabla 2).

En España, algunas comunidades autónomas han incluido recomendaciones sobre el consumo de pescado durante el embarazo y en la primera infancia. Así, en la *Guía del Embarazo* de la Conselleria de Sanitat de la Generalitat Valenciana del año 2010 se recoge la recomendación de procurar alternar el tipo de pescado consumido durante el embarazo, así como «no abusar de los pescados grandes que se alimentan de otros peces (pez espada o emperador, atún fresco), ya que suelen acumular contaminantes como el mercurio»<sup>22</sup>. En el mismo sentido, pero con un mensaje más explícito, las *Guías de prácticas correctas de higiene del sector del pescado* del Plan de Seguridad Alimentaria de la Comunidad Valenciana incluyen la siguiente recomendación concreta: «Las mujeres embarazadas o que estén amamantando y los niños menores de 6 años, no deberán tomar más de una porción (100 g) de pescado de grandes predadores, como pez espada y tiburones, o dos porciones de atún a la semana (100 + 100 g). Si se consumen estas cantidades no se debe consumir otro pescado en ese periodo»<sup>23</sup>. También la Generalitat de Cataluña ha llevado a cabo acciones para la prevención de la exposición al mercurio, especialmente en población vulnerable, como niños y embarazadas, y recomienda evitar comer peces predadores de gran tamaño, como pez espada, emperador y atún<sup>24</sup>.

En abril de 2011, la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) hizo públicas sus recomendaciones de consumo de pescado para poblaciones sensibles, mujeres embarazadas y niños/as pequeños/as, debido a la presencia de mercurio<sup>25</sup>. En su

nota, además de recomendar consumir una amplia variedad de pescados por sus grandes beneficios nutritivos, se recomienda a diferentes grupos de población limitar o evitar las especies más contaminadas con mercurio. En concreto, se recomienda evitar el consumo de pez espada, tiburón, atún rojo (*Thunnus thynnus*: especie grande, normalmente consumida en fresco o congelada y fileteada) y lucio a las mujeres embarazadas o lactantes y a los menores de 3 años. Para los niños de 3 a 12 años de edad se recomienda limitar el consumo de dichos pescados a 50 g a la semana o 100 g en 2 semanas, y no consumir ningún otro pescado de esta categoría en el mismo periodo.

Considerando las recomendaciones de la AESAN y la respuesta mediática que siguió a su publicación, el proyecto INMA elaboró e hizo público su posicionamiento sobre el tema<sup>26</sup>. En este documento, los investigadores del Proyecto INMA apoyan las recomendaciones sobre consumo de pescado realizadas por la AESAN, y además promueven el consumo de pescado variado durante el embarazo y la infancia, debido a sus nutrientes beneficiosos para el desarrollo y la salud de los niños.

El Departamento de Sanidad del Gobierno Vasco celebró, en junio de 2011, una reunión sobre el mercurio y sus implicaciones en la salud pública, a la que fueron invitados representantes de las distintas comunidades autónomas, del Ministerio de Sanidad y de sociedades científicas y profesionales, así como de agencias o instituciones nacionales e internacionales directamente implicadas en el tema<sup>27</sup>. Las conclusiones a que se llegó en la reunión fueron:

1. A la luz de los estudios realizados en España, puede afirmarse que las concentraciones de mercurio, tanto en neonatos como en población adulta, son moderadamente altas.
2. Sería conveniente desarrollar recomendaciones sobre lo que constituye una dieta saludable, que incluyan pautas de consumo de pescado adecuadas para esta fase del desarrollo prenatal y posnatal. Las recomendaciones deberían realizarse:
  - Intentando integrar en la misma estrategia los aspectos positivos de una dieta equilibrada en el embarazo y la primera

**Tabla 2**  
Recomendaciones sobre el consumo de pescado para mujeres embarazadas y en la infancia

Agencia u organismo	Recomendación de consumo de pescado en relación al mercurio
<i>Agencia Francesa de Seguridad Sanitaria de los Alimentos (AFSSA)</i> <sup>42</sup>	
Mujeres embarazadas, lactantes o en edad de procrear	Recomendación: consumo de pescado dos porciones por semana Evitar el consumo de pescado contaminado (pez espada, tiburón y aguja, lamprea) Limitar el consumo de pescado salvaje depredador a 150 g por semana (rape, atún, bonito, emperador, fletán, aguja-marlín, anguila, pez espada, capellán, gallo, lucio y palometa, entre otros)
Niños/as <30 meses	Evitar el consumo de pescado contaminado (pez espada, tiburón y aguja, lamprea) Limitar el consumo a 60 g por semana de rape, atún, bonito, emperador, fletán, marlín, anguila, pez espada, capellán, gallo, lucio y palometa, entre otros)
<i>National Institute for Health of United Kingdom</i> <sup>43</sup>	
Mujeres embarazadas, lactantes o en edad de procrear.	No consumir pez espada, tiburón ni marlín. No consumir más de cuatro latas de atún por semana
Niños/as	No consumir pez espada, tiburón ni marlín. Los niños pueden consumir hasta cuatro raciones de pescado graso por semana y las niñas dos. Se entiende por pescado graso: anchoas, carpa, arenque, caballa, jurel, sardinas, salmón, trucha, atún fresco y boquerones
<i>Environmental Protection Agency &amp; Food and Drug Administration</i> <sup>44</sup>	
Recomendación general	No consumir tiburón, pez espada ni caballa porque contienen elevados niveles de mercurio
Mujeres embarazadas, lactantes o en edad de procrear	Consumir dos porciones por semana de una variedad de pescados con niveles bajos de mercurio: gambas, atún claro en lata, salmón, pez gato y abadejo Si se consume atún blanco (albacora), limitar el consumo a una ración semanal, de las dos señaladas Tener cuidado con el consumo de pescado capturado en lagos o ríos del entorno.
Niños/as	Reducir su consumo a una ración semanal Las mismas recomendaciones, pero con raciones acordes a la edad
<i>Dirección General de Salud y Consumo. Comisión Europea</i> <sup>45</sup>	
Mujeres embarazadas, lactantes o en edad de procrear, niños/as	Una porción (<100 g) por semana de pescado grande depredador: pez espada, tiburón, marlín y lucio. Si se consume dicha ración no deberá consumirse más pescado durante ese periodo. Posibles especificidades locales Tampoco deberá consumirse atún más de dos veces por semana
<i>Food Standard Australia New Zealand (FSANZ)</i> <sup>46</sup>	
Mujeres embarazadas, lactantes o en edad de procrear	Una porción (150 g) por semana de pez emperador o pez gato y ningún otro pescado Una porción por quincena de tiburón, aguja, pez espada y marlín
Niños/as ≤ 6 años	Una porción (75 g) por semana de pez espada, marlín o atún blanco, y ningún otro pescado
<i>Agencia Alimentaria Española</i> <sup>25</sup>	
Mujeres embarazadas y niños/as < 30 meses	Evitar el consumo de pez espada, tiburón, atún rojo y lucio 50 g por semana o 100 g a la quincena, y no consumir ningún otro pescado
Niños/as de 3-12 años	50 g por semana o 100 g a la quincena, y no consumir ningún otro pescado

infancia, y señalando aquellos alimentos que deberían estar restringidos.

- Basando los aspectos restrictivos en la reducción del consumo (raciones) de determinados tipos de pescado azul grande durante el embarazo y la infancia.
  - Adecuando las recomendaciones a las características de cada comunidad autónoma, entendiendo que el mensaje central y la población diana han de ser compartidos.
  - Contando con una buena estrategia de comunicación que permita que los mensajes no generen confusión ni alarma, y lleguen de forma clara y comprensible a la población diana.
3. La importancia de disponer de información sobre los niveles de exposición a mercurio en población altamente vulnerable. Cuestión extensible a otros contaminantes y a otros grupos de población.
  4. El interés y la oportunidad de mejorar o complementar los estudios de dieta, incorporando alimentos que pueden ser altamente contribuidores de mercurio.

A modo de síntesis, destacaremos algunos aspectos que ya han sido previamente mencionados. Por un lado, la conveniencia de reforzar la recomendación del consumo de pescado como fuente de nutrientes esenciales para el desarrollo en las fases tempranas de la infancia. En segundo lugar, la necesidad de establecer un plan de acción para poner en marcha unas recomendaciones que protejan el desarrollo infantil de los efectos perjudiciales que pudieran derivarse de la presencia de sustancias tóxicas, como el mercurio, en determinados tipos de pescado, y por último la necesidad de incluir como grupos diana de las recomendaciones a las mujeres embarazadas, a las que tienen intención de estarlo y a las que están amamantando, además de a los niños, al menos en sus primeras etapas de desarrollo. Como conclusión, consideramos altamente conveniente el desarrollo de una serie de recomendaciones consensuadas para todas las Comunidades Autónomas, en colaboración con el Ministerio de Sanidad, las cuales pueden tener en cuenta particularidades relacionadas con la ingestión de pescado y los tipos de pescado consumidos. Esta actuación política del conjunto de órganos del estado (centrales y autonómicos) para favorecer la salud, el bienestar y el desarrollo humano es promovida por la actual Ley General de Salud Pública, como ha sido destacado recientemente por profesionales de la salud pública que participaron en su elaboración<sup>28</sup>.

### ¿Qué se sabe sobre el tema?

El mercurio puede ser tóxico para el desarrollo del sistema cognitivo. El posible efecto neuronal en poblaciones con un alto consumo de pescado es motivo de preocupación. Diversas agencias han desarrollado recomendaciones de consumo de pescado dirigidas a mujeres embarazadas y población infantil, debido a la presencia de mercurio. Este artículo pretende resumir la situación actual en España con el fin de reforzar estas recomendaciones.

### ¿Qué añade el estudio realizado a la literatura?

La exposición a mercurio en las primeras etapas de la vida en España es alta, y por tanto se considera conveniente realizar unas recomendaciones de consumo de pescado en poblaciones vulnerables consensuadas para todas las comunidades autónomas, en colaboración con el Ministerio de Sanidad.

## Contribuciones de autoría

Los cuatro autores han contribuido de manera equivalente en todas las etapas de la concepción, la redacción y la revisión de este artículo.

## Financiación

El estudio INMA ha sido financiado por el Instituto Carlos III (Red INMA G03/176 y CB06/02/0031), el Ministerio de Sanidad (FIS-FEDER 03/1615, 04/1509, 04/1112, 04/2018, 04/1436, 04/1931, 05/1079, 05/1052, 06/1213, 07/0314, 07/0252, 08/1151, 09/02647, 09/02311), la Conselleria de Sanitat de la Generalitat Valenciana, la Consejería de Salud de la Junta de Andalucía (PI-0183/2007 y PI-0675/2010), la Generalitat de Catalunya-CIRIT (1999SGR 00241), la Diputación Foral de Guipúzcoa (DFG08/001), el Departamento de Sanidad y Consumo del Gobierno Vasco (2005111093), la EU Commission (QLK4-1999-01422, QLK4-2002-00603, NEWGENERIS FP6-2003-Food-3-A-016320 y CONTAMED FP7-ENV-212502) y la Fundación Roger Torné. También ha sido financiado por la encomienda de gestión entre el Ministerio de Medio Ambiente y el Instituto de Salud Carlos III para la investigación sobre la presencia y la vigilancia de contaminantes orgánicos persistentes y otras sustancias en humanos (BOE 34495 y DOCV 6198).

## Conflicto de intereses

Ninguno.

## Agradecimientos

Los autores quieren agradecer su colaboración a todos/as los/las participantes en el Proyecto INMA. Puede encontrarse la lista completa de los investigadores del Proyecto INMA en: <http://www.proyectoinma.org/presentacion-inma/listado-investigadores/en-listado-investigadores.html>.

## Bibliografía

- World Health Organization (WHO). Exposure to mercury: a major public health concern. 2007. (Actualizado el 21/5/2012; consultado el 21/5/2012.) Disponible en: <http://www.who.int/phe/news/mercury-flyer.pdf>
- Harada M, Akagi H, Tsuda T, et al. Methylmercury level in umbilical cords from patients with congenital Minamata disease. *Sci Total Environ*. 1999;234:59-62.
- Crump KS, Kjellstrom T, Shipp AM, et al. Influence of prenatal mercury exposure upon scholastic and psychological test performance: benchmark analysis of a New Zealand cohort. *Risk Analysis*. 1998;18:701-13.
- Grandjean P, Weihe P, White RF, et al. Cognitive deficit in 7-year-old children with prenatal exposure to methylmercury. *Neurotoxicol Teratol*. 1997;19:417-28.
- Debes F, Budtz-Jorgensen E, Weihe P, et al. Impact of prenatal methylmercury exposure on neurobehavioral function at age 14 years. *Neurotoxicol Teratol*. 2006;28:363-75.
- Davidson PW, Leste A, Benstrong E, et al. Fish consumption, mercury exposure, and their associations with scholastic achievement in the Seychelles Child Development Study. *Neurotoxicology*. 2010;31:439-47.
- Myers GJ, Davidson PW, Strain JJ. Nutrient and methyl mercury exposure from consuming fish. *J Nutr*. 2007;137:2805-8.
- Jedrychowski W, Perera F, Jankowski J, et al. Fish consumption in pregnancy, cord blood mercury level and cognitive and psychomotor development of infants followed over the first three years of life: Krakow epidemiologic study. *Environ Int*. 2007;33:1057-62.
- Lederman SA, Jones RL, Caldwell KL, et al. Relation between cord blood mercury levels and early child development in a World Trade Center cohort. *Environ Health Perspect*. 2008;116:1085-91.
- Daniels JL, Longnecker MP, Rowland AS, et al. Fish intake during pregnancy and early cognitive development of offspring. *Epidemiology*. 2004;15:394-402.
- Llop S, Guxens M, Murcia M, et al. Prenatal exposure to mercury and infant neurodevelopment in a multicenter cohort in Spain: study of potential modifiers. *Am J Epidemiol*. 2012;175:451-65.
- Mendez MA, Torrent M, Julvez J, et al. Maternal fish and other seafood intakes during pregnancy and child neurodevelopment at age 4 years. *Public Health Nutr*. 2009;12:1702-10.
- Wigle DT, Arbuckle TE, Turner MC, et al. Epidemiologic evidence of relationships between reproductive and child health outcomes and environmental chemical contaminants. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev*. 2008;11:373-517.
- Guxens M, Ballester F, Espada M, et al. Cohort profile: the INMA -Infancia y Medio Ambiente- (Environment and Childhood) Project. *Int J Epidemiol*. 2011;1-11.
- Ramon R, Murcia M, Aguinalde X, et al. Prenatal mercury exposure in a multicenter cohort study in Spain. *Environ Int*. 2011;37:597-604.
- Freire C, Ramos R, López-Espinosa MJ, et al. Hair mercury levels, fish consumption, and cognitive development in preschool children from Granada, Spain. *Environ Res*. 2010;110:96-104.
- Díez S, Delgado S, Aguilera I, et al. Prenatal and early childhood exposure to mercury and methylmercury in Spain, a high-fish-consumer country. *Arch Environ Contam Toxicol*. 2009;56:615-22.
- Sakamoto M, Kaneoka T, Murata K, et al. Correlations between mercury concentrations in umbilical cord tissue and other biomarkers of fetal exposure to methylmercury in the Japanese population. *Environ Res*. 2007;103:106-11.
- Dewailly E, Suhas E, Mou Y, et al. High fish consumption in French Polynesia and prenatal exposure to metals and nutrients. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2008;17:461-70.
- Hsu CS, Liu PL, Chien LC, et al. Mercury concentration and fish consumption in Taiwanese pregnant women. *BJOG*. 2007;114:81-5.
- Fok TF, Lam HS, Ng PC, et al. Fetal methylmercury exposure as measured by cord blood mercury concentrations in a mother-infant cohort in Hong Kong. *Environ Int*. 2007;33:84-92.
- El embarazo: una nueva etapa de la vida. Generalitat Valenciana. (Actualizado el 25/7/2012; consultado el 25/7/2012.) Disponible en: <http://www.sp.san.gva.es/DgspPortal/docs/embarazoNuevaEtapaVida.cas.pdf>
- Guías de prácticas correctas de higiene del sector del pescado. Plan de Seguridad Alimentaria en la Comunidad Valenciana. (Consultado el 25/7/2012.) Disponible en: [http://www.sp.san.gva.es/biblioteca/publicacion.dgsp.jsp?cod\\_pub\\_ran=88565](http://www.sp.san.gva.es/biblioteca/publicacion.dgsp.jsp?cod_pub_ran=88565)
- Guia per a embarassades. Generalitat de Catalunya. (Consultado el 25/7/2012.) Disponible en: <http://www20.gencat.cat/docs/canalsalut/Home%20Canal%20Salut/Ciudadania/La%20salut%20de%20la%20A%20a%20la%20Z/S/Salut.de.la.mare.i.de.linfant/documents/Guia%20per%20a%20embarassades.pdf>
- Recomendaciones de consumo de pescado (pez espada, tiburón, atún rojo y lucio) debido a la presencia de mercurio. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN). (Consultado el 25/7/2012.) Disponible en: [http://www.aesan.msc.es/AESAN/web/rincon\\_consumidor/subseccion/mercurio\\_pescado.shtml](http://www.aesan.msc.es/AESAN/web/rincon_consumidor/subseccion/mercurio_pescado.shtml)
- INMA. Posicionamiento INMA ante el consumo de pescado para mujeres embarazadas y niños. (Consultado el 25/7/2012.) Disponible en: <http://www.proyectoinma.org/presentacion-inma/noticias/es/86/posicionamiento-inma-ante-el-consumo-de-pescado-para-mujeres-embarazadas-y-ninos>
- Jornadas sobre mercurio, sus efectos en la población vulnerable y medidas en salud pública. SEE-Nota 2011 (Volumen 2); número 7-8. (Consultado el 25/7/2012.) Disponible en: <http://www.seepidemiologia.es/documents/dummy/Julio-Agosto.pdf>
- Hernández-Aguado I, Benavides FG, Porta M. Los profesionales españoles de la salud pública ante la Ley General de Salud Pública. *Gac Sanit*. 2012;26:295-7.
- Soria ML, Sanz P, Martínez D, et al. Total mercury and methylmercury in hair, maternal and umbilical blood, and placenta from women in the Seville area. *Bull Environ Contam Toxicol*. 1992;48:494-501.
- Rhainds M, Levallois P, Dewailly E, et al. Lead, mercury, and organochlorine compound levels in cord blood in Quebec, Canada. *Arch Environ Health*. 1999;54:40-7.
- Vahter M, Akesson A, Lind B, et al. Longitudinal study of methylmercury and inorganic mercury in blood and urine of pregnant and lactating women, as well as in umbilical cord blood. *Environ Res*. 2000;84:186-94.
- Bjerregaard P, Hansen JC. Organochlorines and heavy metals in pregnant women from the Disko Bay area in Greenland. *Sci Total Environ*. 2000;245:195-202.
- Muckle G, Ayotte P, Dewailly EE, et al. Prenatal exposure of the northern Quebec Inuit infants to environmental contaminants. *Environ Health Perspect*. 2001;109:1291-9.
- Belles-Isles M, Ayotte P, Dewailly E, et al. Cord blood lymphocyte functions in newborns from a remote maritime population exposed to organochlorines and methylmercury. *Journal of Toxicology and Environmental Health-Part A-Current Issues*. 2002;65:165-82.
- Bjornberg KA, Vahter M, Petersson-Grawe K, et al. Methyl mercury and inorganic mercury in Swedish pregnant women and in cord blood: influence of fish consumption. *Environ Health Perspect*. 2003;111:637-41.
- Butler WJ, Houseman J, Seddon L, et al. Maternal and umbilical cord blood levels of mercury, lead, cadmium, and essential trace elements in Arctic Canada. *Environ Res*. 2006;100:295-318.
- Gao Y, Yan CH, Tian Y, et al. Prenatal exposure to mercury and neurobehavioral development of neonates in Zhoushan City. *China Environ Res*. 2007;105:390-9.
- Sato RL, Li GG, Shaha S. Antepartum seafood consumption and mercury levels in newborn cord blood. *Am J Obstet Gynecol*. 2006;194:1683-8.
- Unuvar E, Ahmadov H, Kiziler AR, et al. Mercury levels in cord blood and meconium of healthy newborns and venous blood of their mothers: clinical, prospective cohort study. *Sci Total Environ*. 2007;374:60-70.

40. Lee BE, Hong YC, Park H, et al. Interaction between GSTM1/GSTT1 polymorphism and blood mercury on birth weight. *Environmental Health Perspectives*. 2010;118:437–42.
41. Lope V, Pollán M, Fernández M, et al. Cytogenetic status in newborns and their parents in Madrid: the BioMadrid Study. *Environmental and Molecular Mutagenesis*. 2010;51:267–77.
42. Agencia Francesa de Seguridad Sanitaria de los Alimentos (AFSSA). (Consultado el 25/7/2012.) Disponible en: <http://www.anses.fr/index.htm>
43. National Institute for Health of United Kingdom. (Consultado el 25/7/2012.) Disponible en: <http://www.nhs.uk/Livewell/Goodfood/Pages/fish-shellfish.aspx>
44. Environmental Protection Agency & Food and Drug Administration. (Consultado el 25/7/2012.) Disponible en: <http://www.fda.gov/food/foodsafety/product-specificinformation/seafood/foodbornepathogenscontaminants/methylmercury/ucm115662.htm>
45. Dirección General de Salud y Consumo. Comisión Europea. (Consultado el 25/7/2012.) Disponible en: [http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/information\\_note\\_mercury-fish.12-05-04.pdf](http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/information_note_mercury-fish.12-05-04.pdf)
46. Food Standard Australia New Zealand (FSANZ). (Consultado el 25/7/2012.) Disponible en: <http://www.foodstandards.gov.au>