

mallorquinas, recientemente publicado<sup>4</sup>. Algunos trabajos que han evaluado estudios microscópicos en portadores de mutaciones en troponina T, indican que estas causan menos hipertrofia y fibrosis que otras mutaciones sarcoméricas, pero más desorden. Este puede ser el sustrato que explique el elevado riesgo arrítmico<sup>5</sup>.

El estudio genético del resto de la familia mostró que la madre, una hermana (y sus 2 hijos) y el hermano (y una de sus hijas) eran portadores de la mutación identificada. Aunque las últimas guías no recomiendan inicialmente el implante de desfibrilador automático implantable únicamente por la presencia de una mutación determinada, por preferencia de los pacientes (que no tenían ningún factor de riesgo, salvo la MS familiar) (tabla), se implantó como prevención primaria desfibrilador a sus 2 hermanos de 33 y 35 años. A los demás portadores, todos menores de 16 años excepto la madre del caso índice (55 años), se les hace un seguimiento estrecho en consulta.

En conclusión, los antecedentes familiares, el estudio anatómopatológico y el estudio genético son clave en el estudio de la MS<sup>6</sup>. Los datos aportados por la familia presentada indican que la MCH debida a la mutación Arg94Leu en *TNNT2* puede presentarse sin hipertrofia macroscópica, con alteraciones en ECG y desorden en el estudio histológico. El riesgo de MS en portadores es alto, por lo que debe realizarse una estricta estratificación del riesgo.

Federico Segura-Villalobos<sup>a,\*</sup>, Ana Isabel Hernández-Guerra<sup>b</sup>, Fernando Wangüemert-Pérez<sup>c</sup>, Juan Carlos Rodríguez-Pérez<sup>a</sup>, Haridian Mendoza-Lemes<sup>d</sup> y Roberto Barriales-Villa<sup>e</sup>

<sup>a</sup>Servicio de Cardiología, Hospital Universitario Insular de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, España

<sup>b</sup>Sección de Histopatología, Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses Delegación en Canarias, La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, España

<sup>c</sup>Centro Cardiológico Cardiant, Las Palmas de Gran Canaria, España

<sup>d</sup>Servicio de Cardiología, Hospital Universitario de Gran Canaria

Dr. Negrín, Las Palmas de Gran Canaria, España

<sup>e</sup>Unidad de Cardiopatías Familiares, Servicio de Cardiología, Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña, Instituto de Investigación Biomédica de A Coruña (INIBIC), Servizo Galego de Saúde (SERGAS), Universidade da Coruña, A Coruña, España

\* Autor para correspondencia:

Correos electrónicos: fsegurav@hotmail.com, fsegurav@secardiologia.es (F. Segura-Villalobos).

On-line el 9 de noviembre de 2016

## BIBLIOGRAFÍA

- Elliott PM, Anastakis A, Borger MA, et al. 2014 ESC guidelines on diagnosis and management of hypertrophic cardiomyopathy: the Task Force for the Diagnosis and Management of Hypertrophic Cardiomyopathy of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2014;35:2733-2779.
- McKenna WJ, Stewart JT, Nihoyannopoulos P, McGinty F, Davies MJ. Hypertrophic cardiomyopathy without hypertrophy: two families with myocardial disarray in the absence of increased myocardial mass. *Br Heart J*. 1990;63:287-290.
- Varnava A, Baboonian C, Davison F, De Cruz L, Elliott PM, Davies MJ, et al. A new mutation of the cardiac troponin T gene causing familial hypertrophic cardiomyopathy without left ventricular hypertrophy. *Heart*. 1999;82:621-624.
- Ripoll-Vera T, Gámez JM, Govea N, et al. Perfil clínico y pronóstico de las miocardiopatías causadas por mutaciones en el gen de la troponina T. *Rev Esp Cardiol*. 2016;69:149-158.
- Keren A, Syrris P, McKenna WJ. Hypertrophic cardiomyopathy: the genetic determinants of clinical disease expression. *Nat Clin Pract Cardiovasc Med*. 2008;5:158-168.
- Barriales-Villa R, Gimeno-Blanes JR, Zorio-Grima E, Ripoll-Vera T, Evangelista-Masip A, Moya-Mitjans A, et al. Protocolo de actuación en las cardiopatías familiares: síntesis de recomendaciones y algoritmos de actuación. *Rev Esp Cardiol*. 2016;69:300-309.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2016.08.026>  
0300-8932/

© 2016 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## Exposición de las cardiólogas intervencionistas a radiaciones ionizantes durante el embarazo. ¿Realmente representa un riesgo para el feto?



### Radiation Exposure to the Pregnant Interventional Cardiologist. Does It Really Pose a Risk to the Fetus?

Sr. Editor:

La preocupación por los riesgos que la exposición a radiaciones ionizantes durante el embarazo conlleva para el feto es uno de los motivos de que algunas cardiólogas desestimen formarse como cardiólogas intervencionistas. Para aquellas que ya lo son, el embarazo supone una interrupción de 1 año (embarazo y baja maternal) en su trayectoria profesional en intervencionismo, lo cual hace que retrasen la decisión de quedarse embarazadas. En esta carta se describe el riesgo espontáneo de malformación/cáncer en la descendencia, su incremento por la exposición a radiación y los límites de dosis recomendados para las trabajadoras gestantes expuestas a radiaciones ionizantes. La información en la literatura sobre trabajadoras embarazadas expuestas a radiaciones ionizantes es escasa. Se presentan los datos de 5 cardiólogas intervencionistas de nuestro país que mantuvieron la actividad profesional en sala durante sus gestaciones.

La exposición del feto a la radiación puede conllevar 2 tipos de efectos adversos: determinísticos (no probabilísticos) y estocásticos (probabilísticos). Los primeros aparecen a partir de una dosis umbral y son: retraso del crecimiento intrauterino, aborto, retraso mental, cociente intelectual bajo y malformaciones congénitas.

Para los segundos no existe dosis umbral, aunque la probabilidad de aparición se incrementa con la dosis recibida. El más importante es cáncer en la infancia<sup>1</sup>. La probabilidad espontánea de que un recién nacido sufra una malformación congénita o cáncer en la infancia es del 4,07% (tabla 1)<sup>1</sup>. Se estima que la exposición a 1 mSv durante el embarazo incrementaría ese riesgo en un 0,008%, lo que supondría un riesgo del 4,078%, y que exposiciones > 10 mSv lo incrementarían en un 0,1%<sup>1</sup>. Tanto en la etapa preimplantacional como en la organogénesis o el periodo fetal, se sabe, por estudios en animales de experimentación, que dosis < 100 mSv no producirán efectos en el embrión/feto<sup>2</sup>. Pero ¿de qué niveles de dosis estamos hablando en cardiología intervencionista? ¿Cuál es la dosis que recibiría el feto de una gestante que trabaja en la sala de hemodinámica? Es difícil encontrar información en la literatura, aunque parecen ser dosis extremadamente bajas. En la Clínica Mayo (Rochester, Estados Unidos) se determinó la radiación recibida por 68 trabajadoras (de cualquier profesión) que llevaron un dosímetro de abdomen durante el embarazo. De ellas, 56 (82,4%), incluidas 2 cardiólogas intervencionistas, tuvieron niveles de radiación indetectables en el dosímetro de abdomen bajo el delantal de plomo<sup>1</sup>. Para poner en contexto estos niveles de radiación, conviene saber que la radiación de fondo o cósmica supone una dosis media de 0,75-1 mSv durante una gestación, y más importante, no hay diferencias en incidencia de malformaciones congénitas/abortos entre embarazadas expuestas a dosis ≤ 50 mSv y embarazadas expuestas a radiación de fondo (< 1 mSv). Las dosis fetales que se han relacionado con aparición de malformaciones/cáncer en infancia han sido > 100-150 mSv<sup>1,2</sup>.

**Tabla 1**

Probabilidad de que un niño sufra una malformación congénita o cáncer en infancia

Dosis fetal añadida a la radiación de fondo (mSv)	Probabilidad de que un niño presente una malformación congénita (%)	Probabilidad de que un niño contraiga cáncer en la infancia (%)	Probabilidad de que un niño sufra una malformación congénita o cáncer en la infancia (%)
0	4	0,07	4,07
0,5	4,001	0,074	4,072
1	4,002	0,079	4,078
2,5	4,005	0,092	4,09
5	4,01	0,11	4,12
10	4,02	0,16	4,17

Estas dosis son muy superiores a las que una cardióloga intervencionista recibiría debajo del delantal, por lo que, si se usan las medidas de protección habituales, el riesgo para el feto sería despreciable.

No obstante, para garantizar la protección del feto en grado comparable al del resto de la población, los organismos de protección radiológica nacionales e internacionales recomiendan niveles máximos de radiación durante el embarazo muy inferiores a los de demostrado riesgo para el feto. Así, la directiva del EURATOM (tratado constitutivo de la Comunidad Europea de la Energía Atómica) establece un límite máximo  $< 1$  mSv al feto desde que se comunica el embarazo hasta el final de la gestación (2 mSv en dosímetro por la atenuación de los órganos abdominales)<sup>3</sup>. En Estados Unidos se establece un límite  $\leq 0,5$  mSv/mes con una dosis total en el embarazo  $< 5$  mSv<sup>1</sup>.

¿Es posible trabajar en sala durante el embarazo? Lo es, monitorizando los niveles de radiación mediante dosímetro de abdomen debajo del delantal y utilizando las medidas de protección adecuadas. Actualmente existen dosímetros electrónicos instantáneos que ofrecen información inmediata y permiten adoptar medidas correctoras. El uso de delantal plomado tipo chaleco + falda de 0,25 mm durante la gestación parece suficiente. El solapamiento de las 2 capas de la falda en la pared anterior del abdomen confiere una protección equivalente a un delantal de 0,5 mm, y atenúa el 98% de la radiación dispersa

(principal fuente de radiación en cardiología intervencionista) (figura 1 del material suplementario). Según crece el abdomen, se debe cambiar el delantal por uno mayor, para asegurar la doble capa en la pared anterior del abdomen. Añadir faldas adicionales o delantales de 0,5 mm reduciría mínimamente la radiación y puede conllevar problemas osteomusculares. Existen delantales específicos para embarazadas que añaden a las 2 capas del delantal completo una falda delantera, con lo que aumentan la protección. El uso en el primer trimestre de protector gonadal de 0,5 mm adherido internamente a la falda plomada es otra alternativa de menor peso (figura 2 y figura 3 del material suplementario). Las pantallas protectoras, colgadas desde la mesa o desde el techo, son una herramienta de protección indispensable durante el embarazo, pues atenúan el 99% de la radiación dispersa y reducen la exposición total a la radiación en un 50-75% (figura 4 del material suplementario). Para finalizar, en la tabla 2 se presentan los datos de 4 cardiólogas intervencionistas y una electrofisióloga que mantuvieron la actividad en sala durante sus embarazos en los años 2008-2016. A la vista de esos datos, y tras la revisión realizada sobre los niveles de radiación que suponen un riesgo para el feto, consideramos que, con la protección adecuada, el riesgo añadido para el feto por la exposición a radiaciones ionizantes derivado de mantener la actividad en sala durante la gestación es un riesgo prácticamente despreciable y asumible,

**Tabla 2**

Cardiólogas intervencionistas y electrofisióloga con actividad en sala durante su gestación

Actividad en sala	Protección utilizada	Dosis fetal añadida (dosis acumulada en dosímetro de abdomen al final de la gestación)	Desenlace embarazo
Operador 1 Cardióloga intervencionista	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 219 diagnósticos</li> <li>• 94 intervencionismos</li> <li>• 5 estructural</li> </ul>	Chaleco + falda 0,25 mm	Radiación de fondo Normal
Operador 2 Cardióloga intervencionista	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 73 diagnósticos</li> <li>• 67 intervencionismos</li> <li>• 71 implantes de marcapasos</li> </ul>	Chaleco + falda 0,25 mm	Radiación de fondo Normal
Operador 3 Cardióloga intervencionista	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 215 diagnósticos</li> <li>• 260 intervencionismos</li> <li>• 25 estructural</li> </ul>	Protector gonadal 0,5 mm toda la gestación + chaleco + falda 0,25 mm *3 faldas el primer trimestre, 2 el segundo y una el tercero *La sala no disponía de pantalla protectora inferior	0,2 mSv Normal
Operador 4 Cardióloga intervencionista	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 114 diagnósticos</li> <li>• 107 intervencionismos</li> </ul>	Traje plomado específico para embarazada de 0,25 mm: falda solo delantera + delantal completo largo con doble capa en pared anterior de abdomen (triple capa plomada en cara anterior de abdomen)	Radiación de fondo Normal
Operador 5 Electrofisióloga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 52 implantes de marcapasos/desfibrilador</li> <li>• 26 estudios electrofisiológicos</li> </ul>	Chaleco + falda 0,25 mm	Radiación de fondo Insuficiencia placentaria por aumento de resistencia de arterias uterinas. Baja médica tercer trimestre

máxime si la dosis equivalente recibida es  $\leq 1$  mSv. Por lo tanto, es posible no interrumpir la actividad en sala durante el embarazo si la gestante así lo desea.

#### Agradecimientos

A Marta, Leire, Teresa y Elena, por permitirme usar sus datos personales, y a Fina Mauri, que me propuso contar mi propia experiencia en el *EuroPCR course 2016*.

#### MATERIAL SUPLEMENTARIO



Se puede consultar material suplementario a este artículo en su versión electrónica disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2016.11.007>.

Maite Velázquez<sup>a,\*</sup>, Marta Pombo<sup>b</sup>, Leire Unzué<sup>c</sup>, Teresa Bastante<sup>d</sup>, Elena Mejía<sup>e</sup> y Agustín Albarrán<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Unidad de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista, Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid, España

<sup>b</sup>Unidad de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista, Hospital Costa del Sol, Marbella, Málaga, España

<sup>c</sup>Unidad de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista, Hospital HM Montepríncipe, Boadilla del Monte, Madrid, España

<sup>d</sup>Unidad de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista, Hospital Universitario de La Princesa, Madrid, España

<sup>e</sup>Unidad de Arritmias, Hospital Universitario Rey Juan Carlos, Móstoles, Madrid, España

\* Autor para correspondencia:

Correo electrónico: [maitevel05@gmail.com](mailto:maitevel05@gmail.com) (M. Velázquez).

On-line el 7 de diciembre de 2016

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Best PJ, Skelding KA, Mehran R, et al. SCAI consensus document on occupational radiation exposure to the pregnant cardiologist and technical personnel. *Catheter Cardiovasc Intervent*. 2011;77:232-241.
2. ICRP, International Commission on Radiological Protection 2000. Pregnancy and Medical Radiation. ICRP Publication 84. Ann. ICRP 30 (1) [citado 3 Nov 2016]. <http://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%2084>.
3. Directiva 2013/59 del Tratado constitutivo de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (Euratom). L 13/1-L 13/73 [citado 3 Nov 2016]. <https://www.boe.es/doue/2014/013/L00001-00073.pdf>.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2016.11.007>  
0300-8932/

© 2016 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.