

# Exposición ocupacional de las profesionales embarazadas en las salas de cateterismo

Occupational radiation exposure of pregnant professionals in the cath lab

---

El Grupo de Mujeres para la Innovación (WIN) en Cardiología, ha elaborado un documento de consenso sobre la exposición ocupacional a la radiación de las cardiólogas y personal técnico, embarazadas, que ha sido asumido por la Sociedad de Angiografía e Intervencionismo Cardiovascular (SCAI) y que se publica en este número de la Revista Argentina de Cardioangiología Intervencionista. El documento ha sido preparado por un panel internacional de cardiólogas, con participación de Estados Unidos, Reino Unido, España, Canadá, Italia y Japón, y ha sido revisado en sus aspectos técnicos por varias especialistas de la Clínica Mayo (Elizabeth Schueler y Kenneth Fetterling) y del Imperial College de Londres (Rosemary Nicholson).

El documento plantea el problema de la posible discriminación laboral que pudiera surgir como consecuencia de los riesgos radiológicos durante el embarazo, de las cardiólogas y otras profesionales que trabajen en los laboratorios de cateterismo. Se citan los resultados de un estudio de Poppas y col.<sup>1</sup> publicados en 2008: “la exposición a radiaciones es considerada como una razón capaz de hacer cambiar la cardiología por una especialidad con menos probabilidad de exposición, por el 24% de un grupo de mujeres encuestadas”. La proporción de mujeres que elige la cardiología intervencionista como carrera, es menor que la mitad de las que se entrenan en cirugía general, y son titulares de sólo el 5.9% de los certificados en cardiología intervencionista.<sup>2</sup> En el documento se plantea la necesidad de que las mujeres que trabajen en los laboratorios de cateterismo cardíaco, entiendan los riesgos de la exposición a las radiaciones ionizantes para ellas y para el feto, que ese riesgo se cuantifique de forma adecuada (con el uso de los dosímetros personales) y que se conozcan adecuadamente los métodos para reducir las dosis ocupacionales durante el trabajo en esos laboratorios (tabla IV del documento de consenso). El documento de consenso tiene sin embargo algunos párrafos que pueden resultar imprecisos y que no deberían inducir a confusión a los lectores. Se cita la publicación de McCollough y col.<sup>3</sup> indicando que “la irradiación fetal por debajo de 50 mSv es considerada insignificante”, cuando esos autores hacen alusión a esa dosis en el contexto de una posible interrupción del embarazo después de un estudio radiológico, y no en el marco de una dosis que pudiera recibir el feto derivada del trabajo que pudiera estar haciendo la madre.

También se indica que la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) recomienda un límite de dosis de 1 mSv al feto desde que se conoce el embarazo, entendiéndose esa dosis como derivada de las actividades laborales de la madre.<sup>4</sup> Ese límite de dosis es el mismo que se aplica a los miembros del público. La ICRP indica expresamente que no es necesario que la mujer embarazada deje completamente el trabajo con radiaciones ionizantes o que no pueda acceder a las zonas identificadas como de exposición a las radiaciones, aunque los responsables de las instalaciones deben vigilar cuidadosamente las condiciones de trabajo.<sup>4</sup> La ICRP ha publicado un documento específico sobre embarazo e irradiación médica que describe con detalle los riesgos de irradiación al feto.<sup>5</sup>

No hay que olvidar que el sistema de protección radiológica se aplica en base a tres principios: justificación de la exposición (y es diferente que la madre precise un procedimiento médico con radiaciones ionizantes, a que “trabaje con radiaciones”), optimización (que las dosis que reciba el feto sea tan baja como razonablemente sea posible) y limitación (en el caso del feto, la recomendación de la ICRP y la normativa legal en la Unión Europea, es de 1 mSv desde que se conoce el embarazo).

La protección radiológica del feto durante el embarazo es uno de los aspectos que se plantea habitualmente en las guías de buena práctica para los procedimientos guiados por fluoroscopia. Recientemente, la Sociedad Europea de Radiología Cardiovascular e Intervencionista (CIRSE) junto con la Sociedad de Radiología Intervencionista de Estados Unidos (SIR) han adoptado una guía sobre protección radiológica ocupacional en la que se contemplan aspectos prácticos para la evaluación del riesgo durante el embarazo, recomendándose la evaluación mensual de los dosímetros personales y dándose como nivel

de cumplimiento con las recomendaciones internacionales que el dosímetro protegido por el delantal y situado en el abdomen, muestre un valor promedio inferior a 0,1 mSv/mes.

¿Cómo compatibilizar una buena protección radiológica para el feto con la actividad laboral de las madres, que evite la discriminación en el trabajo en los laboratorios de cateterismo?. Siguiendo lo indicado en el documento de consenso y en otras recomendaciones internacionales:

- a) Conociendo los riesgos de las radiaciones y teniendo la formación adecuada en protección radiológica.
- b) Utilizando correctamente los elementos de protección radiológica que deben estar disponibles en las salas de cateterismo.
- c) Siguiendo estrictamente las normas de buena práctica para minimizar las dosis ocupacionales.
- d) Utilizando los dosímetros personales de forma continuada y prestando atención a los valores de dosis que registren esos dosímetros.
- e) Solicitando el asesoramiento de un experto en física médica o en protección radiológica que aconsejará si es razonable disminuir la carga de trabajo en la sala de cateterismo durante el embarazo.

Si se puede asegurar razonablemente que la dosis al feto durante el embarazo no superará el valor de 1 mSv, no se debería excluir a la mujer de su actividad laboral por motivo de su embarazo, si la interesada deseara continuar realizándolo.

De cualquier forma, es posible que en los diferentes países existan distintas recomendaciones y normas de PR y de salud laboral, que deberán tenerse en cuenta.

**Eliseo Vañó<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Catedrático de Física Médica de la Universidad Complutense.  
Jefe del Servicio de Física Médica del Hospital Clínico San Carlos.  
Madrid. eliseov@med.ucm.es

## REFERENCIAS

1. Poppas A, Cummings J, Dorbala S, Douglas PS, Foster E, Limacher MC. Survey results: A decade of change in professional life in cardiology: A 2008 report of the ACC women in cardiology council. *J Am Coll Cardiol* 2008;52:2215-2226.
2. Association of American Medical Colleges. FACTS-residency applicants by specialty and sex, 2002-2008. AAMC available at: <http://www.aamc.org/data/facts/2007/eraspecialtybysex2007bb.htm>.
3. McCollough CH, Schueler BA, Atwell TD, Braun NN, Regner DM, Brown DL, LeRoy AJ. Radiation exposure and pregnancy: When should we be concerned? *Radiographics* 2007;27:909-917; discussion 917-018.
4. ICRP. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103. *Ann ICRP* 2007;37(2-4):1-332.
5. ICRP. Pregnancy and Medical Radiation. ICRP Publication 84, *Ann. ICRP* 2000;30 (1):1-43.
6. Miller DL, Vano E, Bartal G, Balter S, Dixon R, Padovani R, Schueler B, Cardella JF, de Baère T; Cardiovascular and Interventional Radiology Society of Europe; Society of Interventional Radiology. Occupational radiation protection in interventional radiology: a joint guideline of the Cardiovascular and Interventional Radiology Society of Europe and the Society of Interventional Radiology. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2010 Apr;33(2):230-9.

## Grupo WIN (Women in Innovations)

---

El Grupo WIN surge hace tres años a partir de una convocatoria de la Dra. Roxana Mehran a un grupo de mujeres ligadas a la práctica del intervencionismo endovascular.<sup>1</sup>

El objetivo fue y es trabajar en temas de género, tanto desde el punto de vista de los problemas que existen para las mujeres en su desarrollo como profesionales en cardiología intervencionista, así como también para el acceso del género femenino a terapéuticas complejas para el tratamiento de la patología cardiovascular.

En el ámbito de trabajo la propuesta es evaluar las trabas de género para el adecuado progreso profesional dadas las características especiales de la mujer relacionadas con la gestación, lactancia y maternidad. Precisamente este artículo enfoca los mitos y realidades del riesgo para el no nato cuando la madre está expuesta a radiaciones ionizantes durante los procedimientos endovasculares.

Respecto de la atención de pacientes, los datos obtenidos de los países que publican datos generales de morbi-mortalidad, muestran que la principal causa de muerte e invalidez en ambos géneros es de origen cardiovascular.

Una de las principales preocupaciones es que la mayoría de las mujeres no tienen conciencia de la prevalencia en ellas de esta patología.

Otra de las barreras para el adecuado diagnóstico y por ende tratamiento, es la subutilización de los recursos específicos, sobretodo los invasivos, como la coronariografía, por lo cual el subdiagnóstico es demasiado frecuente.

Existe en la comunidad médica el concepto erróneo que las mujeres tienen peor evolución con angioplastia y con cirugía coronaria que los hombres. Dicha morbi-mortalidad disminuye o desaparece cuando se hace un análisis multivariado. A pesar de esta evidencia, la indicación de estos procedimientos quirúrgicos o endovasculares, es muy inferior en mujeres que en hombres.

En el último año se han integrado al Grupo WIN varios profesionales del género masculino interesados y preocupados por los temas relacionados a la salud cardiovascular de la mujer.

WIN continuará realizando acciones para disminuir la selección negativa en el género femenino respecto de las terapéuticas de alta complejidad además de apoyar con propuestas concretas para que las profesionales dedicadas al intervencionismo vascular puedan ejercer sus capacidades sin que sus familias e hijos tengan que sufrir por ello.

**Liliana Grinfeld<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Cardióloga Intervencionista

## REFERENCIAS

1. Alaide Chieffo, MD; Angela Hoyer, MB, ChB, PhD; Fina Mauri, MD, PhD; Ghada Mikhail, MD, FRCP; Michelle Ammerer, MD; Cindy Grines, MD; Liliana Grinfeld, MD, PhD; Mica Madan, MD; Patricia Presbitero, MD; Kimberly Skelding, MD; Bonnie H. Weiner, MD and

Roxana Mehran, MD, on behalf of WIN Group. Gender-Based Issues in Interventional Cardiology: A Consensus Statement from the Women in Innovations Initiative. *Catheterization and Cardiovascular Interventions* 2009 Wiley-Liss, Inc.

# Consenso de la Society for Cardiac Angiography and Interventions sobre la Exposición Ocupacional a las Radiaciones de Cardiólogas y Técnicas durante la Gestación

SCAI Consensus Document on Occupational Radiation Exposure to the Pregnant Cardiologist and Technical Personnel

Best Patricia J. M.<sup>1, MD</sup>, Skelding Kimberly A.<sup>2, MD</sup>, Mehran Roxana<sup>3, MD</sup>, Chieffo Alaide<sup>4, MD</sup>, Kunadian Vijayalakshmi<sup>5, MD</sup>, Madan Mina<sup>6, MD</sup>, Mikhail Ghada W.<sup>7, MD, FRCP</sup>, Mauri Fina<sup>8, MD, PHD</sup>, Takahashi Saeko<sup>9, MD</sup>, Honye Junko<sup>9, MD</sup>, Hernández-Antolín Rosana<sup>10, MD</sup>, and Weiner Bonnie H.<sup>11, MD</sup>, for the Society for Cardiovascular Angiography & Interventions' Women in Innovations (WIN) group

## Resumen

Los cuestionamientos acerca de los efectos de la exposición a radiaciones ocupacionales en mujeres embarazadas son a menudo considerados como un impedimento para el desempeño de éstas en la Cardiología Intervencionista. Identificar el verdadero riesgo de la exposición a las radiaciones generadas dentro del laboratorio de cateterismo cardíaco puede ser difícil, y las recomendaciones para la exposición durante el embarazo han sido inadecuadas. Con el respaldo de la Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, el grupo "Women in Innovations" intenta en esta publicación proporcionar cierta orientación al describir el riesgo de la exposición a radiaciones en cardiólogas intervencionistas y personal técnico de los laboratorios de cateterismo durante el embarazo, educar en la forma correcta de monitorizar la dosis recibida, y recomendar mecanismos para reducir la exposición a las radiaciones que allí se generan.

Los datos actuales sugieren que, en mujeres expuestas a este tipo de radiación ocupacional, no existe un aumento de riesgo para el feto, y por lo tanto no está justificado impedir a médicas de la especialidad realizar procedimientos en el laboratorio de cateterismos durante el embarazo. Sin embargo, las mujeres embarazadas deben ser correctamente monitorizadas, y deberían estar garantizadas las medidas adecuadas de protección.

**Palabras clave:** radiación y embarazo, cateterismo cardíaco, angioplastia coronaria.

1. Department of Internal Medicine and Cardiovascular Diseases, Mayo Clinic, Rochester, Minnesota
2. Geisinger Medical Center, Interventional Cardiology and Henry Hood Center for Health Research, Danville, Pennsylvania
3. Columbia University Medical Center, Invasive Cardiology Unit, New York, New York
4. San Raffaele Scientific Institute, Invasive Cardiology Unit, Milan, Italy
5. Cardiothoracic Division, The James Cook University Hospital, Middlesbrough, United Kingdom
6. Schulich Heart Centre, Sunnybrook Health Sciences Centre, University of Toronto, Toronto, Canada
7. Department of Cardiovascular Medicine, Imperial College Healthcare NHS Trust, London, United Kingdom
8. Hospital Germans Trias I Pujol, Invasive Cardiology Unit, HCA, Badalona, Spain
9. Division of Cardiology and Catheterization Laboratories, Heart Center of Shonan Kamakura General Hospital, Kamakura, Japan
10. San Carlos University Hospital, Madrid, Spain
11. St. Vincent Hospital at Worcester Medical Center, Cardiovascular Medicine, Worcester, Massachusetts

Disclosures: Dr. Best has received speaker's fees from Medtronic. Dr. Maden is on the Astra Zeneca and Eli Lilly and Company advisory boards; she is a consultant for Astra Zeneca and Eli Lilly and Company; has received research support from Merck and Co. Inc., Pfizer Inc., and Portola Pharmaceuticals; and received speaker's fees from Eli Lilly and Company, Merck and Co. Inc., Pfizer Inc., and Servier. Dr. Mauri is on the Boston Scientific and Medtronic advisory boards, and received support from Abbott. Dr. Mehran is on the Regado advisory board; she has received research support from Accumetrics and Bracco; and received speaker's fees from Abiomed, Abbott, Accumetric, AlphaMedica, Astra Zeneca, Bristol-Myers Squibb, Bracco, Cariva, Daiichi Sankyo, Datascope, Gilead, Gerbet, Medtronic, Regado, St. Jude, and Therox. Dr. Mikhail has received support from Abbott Vascular. Dr. Skelding sits on the Medtronic advisory board and has received research support from Abbott and Medtronic. Dr. Weiner is a consultant for Aptus, Atheromed, Atricure, Boston Biomedical Associates, BSC, Capella, GI Dynamics, LabCoat, Therox, and Viacor; she is an employee of Accreditation for Cardiovascular Excellence and Imaging Core Lab Services. Drs. Chieffo, Kunadian, Hernandez-Antolin, Honye, and Takahashi have nothing to report.

✉ \*Correspondence to: Patricia J. M. Best, MD, Department of Internal Medicine and Cardiovascular Diseases, Mayo Clinic, 200 First Street SW, Rochester, MN 55905. E-mail: best.patricia@mayo.edu

Received 13 September 2010; Revision accepted 14 October 2010 DOI 10.1002/ccd.22877  
Published online 28 January 2011 in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com)

©Copyright 2011 Wiley-Liss, Inc. Catheterization and Cardiovascular Interventions DOI 10.1002/ccd.

Published on behalf of The Society for Cardiovascular Angiography and Interventions (SCAI). Reprinted with Permission of John Wiley & Sons, Inc.

## INTRODUCCIÓN

En la década pasada las intervenciones coronarias percutáneas (ICP) han aumentado un 58%, y se calcula que, en los Estados Unidos de América, se realizan anualmente 1.3 millones de procedimientos.<sup>1</sup> Las intervenciones están aumentando en complejidad anatómica y técnica requiriendo más tiempo de radioscopia y, por consiguiente, mayor exposición de los pacientes y el personal del laboratorio de cateterismos a las radiaciones que allí se generan<sup>2</sup>.

La exposición ocupacional a esta radiación es importante para todos los miembros del personal del laboratorio por la posibilidad de ocasionar enfermedades malignas y otros daños a la salud.<sup>3</sup>

En mujeres, este riesgo cobra mayor importancia durante la edad fértil; la exposición a radiaciones fue considerada como motivo para cambiar la cardiología intervencionista por una especialidad con menos probabilidad de exposición por el 24% de un grupo de mujeres encuestadas.<sup>4</sup> De acuerdo a la “American Association of Medical Colleges” el 49% de todos los estudiantes de medicina y el 44% que los residentes de medicina interna son mujeres.<sup>5</sup> Sin embargo, solo el 18% de los “fellows” en cardiología y el 8.7% de los que se entrenan en cardiología intervencionista pertenecen a este género.<sup>4</sup> La proporción de mujeres que elige la cardiología intervencionista como carrera es menor a la mitad de las que se entrenan en cirugía general, y son titulares de solo el 5.9% de los certificados en cardiología intervencionista.<sup>6</sup> Aún cuando las mujeres no siguen una carrera en cardiología intervencionista la exposición a radiaciones puede ser un tema a considerar durante el entrenamiento.

Además de esto, enfermeras y técnicas radiólogas pueden tener cuestionamientos relacionados con el riesgo durante el embarazo. Para poder tomar decisiones es esencial que la mujer comprenda cual es el riesgo de la exposición a radiaciones ocupacionales para ella y para el feto. Entender la magnitud de este riesgo y los mecanismos para limitar la exposición es de vital importancia.

## RIESGOS Y CUESTIONAMIENTOS RELACIONADOS CON EL FETO

La exposición del embrión o el feto a radiaciones puede producir en éstos dos tipos de efectos adversos: determinísticos y estocásticos. Los efectos determinísticos resultan del daño a un número de células para las cuales hay un umbral antes de que suceda cualquier efecto clínico. Los principales efectos determinísticos sobre el embrión o el feto incluyen retardo en el crecimiento intra-uterino, pérdida del embarazo, retardo mental, microcefalia, bajo cociente intelectual y malformaciones congénitas. Los efectos estocásticos (“random”) resultan del daño celular para el cual no hay umbral aunque existe una probabilidad aumentada de daño a medida que aumenta la dosis de radiación. Los principales efectos estocásticos de la exposición del embrión a radiaciones son el riesgo de cáncer en la infancia y las enfermedades hereditarias en los descendientes.<sup>7,8</sup> El desarrollo de estos efectos depende de la edad a la cual el embrión o el feto son expuestos y la cantidad de radiación recibida.

Los efectos biológicos de la radiación se producen a nivel del ácido desoxirribonucleico (ADN) con tres evoluciones principales: (1) las células dañadas son reparadas sin daño residual; (2) las células mueren; o (3) las células se reparan incorrectamente resultando en cambios biológicos que podrían llevar al desarrollo de cáncer y defectos genéticos en los hijos de padres expuestos a estas radiaciones ionizantes (9.19). Biomarcadores como las pruebas de aberraciones cromosómicas en linfocitos de sangre periférica demuestran que la elevada frecuencia de ruptura cromosómica es un fuerte predictor de riesgo de contraer cáncer en individuos sanos.<sup>11, 12</sup>

### Probabilidad de Nacimiento de Niños Sanos

El riesgo principal para el hijo de una trabajadora embarazada es la inducción de cáncer. Wagner y Hayman estimaron que la probabilidad de que un niño sufra de una malformación o cáncer, asumiendo la incidencia habitual de éste último, es de aproximadamente el 0.07% (Tabla 1).<sup>14,15</sup> Siguiendo estimaciones conser-

**TABLA 1. Probabilidad de nacimiento con malformaciones congénitas o de desarrollar cáncer en la infancia.**

Dosis para el embrión por encima de la ambiental (mSv)	Probabilidad de nacimiento con malformaciones congénitas (%)	Probabilidad de padecer cáncer en la infancia (%)	Probabilidad de nacimiento con malformación congénita o de padecer cáncer en la infancia (%)
0	4	0.7	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

vadoras del NCRP (National Council on Radiation Protection & Measurements) tras la exposición a 0.5 mSv la probabilidad de nacimientos sin malformaciones o cáncer se reduce de 95.93% a 95.928%. Exposiciones por encima de 10 mSv podrían aumentar el riesgo en un 0.1%. Sin embargo, también es posible que no exista aumento del riesgo.

### Exposición Actual del Feto a las Radiaciones

No existen datos disponibles que demuestren adecuadamente el nivel de exposición del feto en las mujeres que trabajan actualmente en laboratorios de cateterismo cardíaco. Sin embargo, para analizar el riesgo nosotros evaluamos los datos de la Mayo Clinic, en Rochester, MN en todas las mujeres independientemente de su profesión y en cualquier área clínica, utilizando un dosímetro para el embarazo. De las 68 mujeres en las que se compararon los dosímetros del cuello y de la cintura, 56 (82.4%), incluyendo una cardióloga intervencionista y una "fellow" de la especialidad, tenían niveles no detectables en el dispositivo colocado en la cintura debajo del delantal protector; (datos no publicados obtenidos de una comunicación personal de Glenn M. Sturchio, Ph.D.). De las 12 mujeres restantes que tenían niveles detectables 9 eran técnicas o enfermeras en medicina nuclear, 2 eran técnicas de radiología y otra trabajaba en anestesiología. El nivel de exposición aumentado podría ser explicado por el hecho de que los técnicos y enfermeros de medicina nuclear no utilizan rutinariamente delantales de protección.

## MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA DOSIS DE RADIACIÓN

### Límites de Dosis

Para entender estos límites de dosis uno debe comprender lo que significa dosis tisular (dosis absorbida), la que es expresada en Gray (Gy) y dosis efectiva, expresada en Sievert (Sv). Los sistemas radiológicos modernos informan habitualmente del producto kerma área

(KAP, Gy/cm<sup>2</sup>) acumulado durante el procedimiento. KAP es el producto entre el kerma en el aire (energía cinética liberada en la materia que es la suma de las energías cinéticas iniciales de todas las partículas cargadas y liberadas en una materia dividida por la masa de la muestra) y el área del campo sobre el que incide la radiación total sobre el paciente. Con factores de conversión adecuados, los valores de KAP pueden ser utilizados para estimar el "producto dosis-área" (DAP, Gy.cm<sup>2</sup>) sobre la piel y la dosis efectiva que recibe el paciente. La dosis efectiva es un estimado de la dosis uniforme para todo el cuerpo que produciría el mismo nivel de riesgo de efectos adversos que resultaría de la irradiación parcial no uniforme del organismo, y es una dosis calculada.

En general, la dosis fetal de radiaciones es a menudo descrita como dosis tisular, aunque no es siempre uniforme. El National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP) recomienda limitar la exposición del feto a las radiaciones ocupacionales a un valor tan bajo como sea razonablemente posible (ALARA) pero no exceder los 5 mSv (500 mrem) durante toda la gestación y 0.5 mSv por mes de embarazo (16). El riesgo de inducir abortos espontáneos, enfermedades malignas o malformaciones congénitas mayores en embriones o fetos expuestos a dosis de <50 mGy es insignificante comparado con el riesgo natural de aquellos sin exposición a radiaciones.<sup>17</sup> Un comunicado del "American College of Obstetricians and Gynecologists" apoya la recomendación del NCRP y declara que la exposición de mujeres embarazadas a dosis de radiación <50 mGy (5 rad) no se ha asociado con un incremento en anomalías fetales o pérdidas del embarazo.<sup>18</sup> Generalmente la irradiación fetal por debajo de 50 mSv (5 rem) es considerada insignificante.<sup>7</sup> Esto está basado en estudios que demuestran que, en comparación con poblaciones expuestas durante el período gestacional a radiaciones ambientales (estimadas en menos de 1 mGy (0.1 rad), la exposición durante el embarazo a una dosis de radiación acumulada de

**TABLA 2. Límites de Dosis Ocupacional Recomendados por el "National Council on Radiation Protection and Measurements" (NCRP) y la Comisión Internacional para la Protección Radiológica (CIPR)<sup>12,18,20</sup>**

	Región del Cuerpo	Límite de dosis ocupacional/año
Límites de dosis efectiva para la exposición ocupacional (NCRP)	Cuerpo entero	50 mSv
	Lente del ojo	150 mSv
	Piel, manos, pies y otros órganos	500 mSv
	Feto	Dosis efectiva máx/mes <0.5 mSv
Límites de dosis ocupacional (CIPR)	Cuerpo entero	20 mSv*
	Lente del ojo	150 mSv
	Piel, manos, pies y otros	500 mSv
	Feto	< 1 mSv (durante la gestación)

\* promedio para cinco años, con máxima de 50 mSv por año.



menos de 50 mGy (5 rads) no afecta de evolución del mismo.<sup>18-20</sup> Sin embargo, la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) recomienda un límite de exposición fetal a radiaciones ocupacionales menor a 1 mSv (100 mrem) (Tabla 2).<sup>13,21,22</sup>

La dosis de exposición a radiaciones que ha sido asociada con riesgo para el niño es significativamente mayor que la de los límites recomendados. Una dosis “intra-uterina” mayor a 100 mSv conlleva un riesgo aumentado de malformaciones y de cáncer en la infancia.<sup>7</sup> Otros estudios también mencionan la asociación de baja dosis de exposición a radiaciones con el desarrollo de cáncer en la infancia.<sup>23-25</sup> El riesgo fetal de malformaciones aumenta por encima del promedio de la población expuesta a irradiación ambiental cuando se alcanzan dosis superiores a los 150 mGy.<sup>26</sup>

El primer trimestre es el período de mayor riesgo.<sup>15</sup> Poco se sabe acerca de la exposición durante los primeros 9 o 10 días, entre la concepción y la implantación del huevo. La exposición durante el día 18 al 20 luego de la concepción podría resultar en muerte y expulsión del huevo. El impacto de la exposición a la radiación se observa mejor entre los días 20 y 50, durante la fase de organogénesis. Dosis de alrededor de 1 a 2 Gy podrían resultar en serias alteraciones en el desarrollo del feto incluyendo anomalías del sistema nervioso, ojos y sistema óseo. La exposición luego del día 50 podría resultar en retardo en el crecimiento intrauterino, ya sea de todo el organismo o solo del cráneo y el cerebro.<sup>10</sup> Desde que la dosis umbral para estos efectos determinísticos es muy superior a la que un cardiólogo intervencionista debería recibir debajo de un delantal de protección, la utilización de técnicas de cuidado habitual tendrían como resultado un riesgo insignificante para el feto.

**Comparación de los niveles de exposición del feto a la radiación ocupacional con otras fuentes de radiación no ocupacional**

La exposición a radiaciones está presente en todas partes y la irradiación ambiental durante el embarazo es típicamente de 0.75 a 1 mSv (0.075 a 0.1 rem).<sup>27</sup> La irradiación ambiental cósmica varía geográficamente. En Denver, Colorado, el promedio de irradiación cósmica ambiental es de 0.9 mSv por año, y en la región de la costa atlántica es de 0.23 mSv por año.<sup>28,29</sup> El viaje por avión es otra fuente de irradiación, la que varía en relación al tiempo de vuelo, a la altitud y a la latitud. En diferentes estudios las dosis oscilan entre 0.003 y 0.0097 mSv/hora (0.3 a 0.97 mrem/hora).<sup>30</sup> El personal de aerolíneas con 600 a 800 horas de vuelo por año está expuesto a 2 a 5 mSv/año.<sup>31</sup>

Otra fuente potencial de exposición del feto a la radiación son las imágenes en medicina. La estimación de dosis fetal en estudios radiológicos comunes es de menos de 0.01 mGy para radiografías de las extremidades superiores e inferiores, pero aumenta a niveles tan elevados como 0.51 a 3.7 mGy para series radiológicas de cadera y fémur (Tabla 3).<sup>26</sup> La dosis fetal de un estudio de tomografía axial computada (TAC) de abdomen

**TABLA 3. Irradiación Fetal para procedimientos médicos habituales**<sup>6,24,31</sup>

Procedimiento radiológico	Exposición fetal estimada (mGy)
Rx de Miembro Inferior o Superior	<0.01
Rx de Pelvis	0.04-2.38
Rx seriada de Cadera y Fémur	0.51-3.7
Rx de Abdomen	1-3
TC de Tórax	0.2
TC de Abdomen	4
TC de Abdomen y Pelvis	25

Rx= Radiografía TC= Tomografía Computada

y pelvis ha sido estimado con estudios de simulación en 7.3 a 14.3 mGy/100 miliamperes/segundo.<sup>32</sup> La exposición radiológica para el feto en una TAC también varía en relación al campo radiológico y a la duración del estudio pero puede ser tan elevada como 1.52 a 1.68 mGy en el mes 0, y 2 a 4 mGy a los 3 meses para una TAC abdominal con protocolo para apéndice.<sup>33</sup>

**Monitoreo de la exposición a radiaciones durante el embarazo.** Para cumplir adecuadamente con el NCRP y asegurar que la exposición del feto a la radiación ocupacional se mantenga en un valor inferior a 5mSv (500 mrem) durante todo el embarazo se recomienda el monitoreo mensual con un dispositivo colocado debajo del delantal de protección a la altura de la cintura (Tabla 5); de esta forma pueden ser detectadas exposiciones por debajo de los 0.01 mSv (1 mrem). La utilización de un dosímetro en igual situación antes del embarazo puede servir para evaluar el riesgo individual de esa mujer y los riesgos durante un futuro embarazo. Esto último permitiría a la mujer determinar si es necesario realizar cambios en su actividad durante la gestación. Sin embargo, parecería poco probable que una cardióloga intervencionista embarazada pueda recibir más que el máximo permitido de 1 mSv debajo del delantal, especialmente si la mujer utiliza además una pantalla de protección.<sup>34,35</sup>

**Tipo de procedimiento y manejo de la dosis de irradiación**

**Acceso Radial.** La utilización rutinaria de la vía radial para angiografías y angioplastias coronarias ha ganado popularidad a causa de la posibilidad de reducir el sangrado y las complicaciones vasculares, y de mejorar la comodidad del paciente.<sup>36,37</sup> Sin embargo, los procedimientos realizados por esta vía han estado históricamente asociados con una mayor exposición del operador a la radiación<sup>38-43</sup> como ha sido sugerido por algunos estudios no aleatorizados.<sup>44,45</sup> Más recientemente, un estudio aleatorizado demostró que, utilizando esta vía, hay un aumento en la irradiación del operador.<sup>45</sup> En comparación con la vía femoral, el acceso radial ha sido asociado con un incremento en el kerma-aire, utilizado como indicador de la dosis de irradiación de la piel; y

en el análisis multivariado, la vía radial se define como un fuerte predictor independiente de irradiación.<sup>46</sup> En un estudio aleatorizado más reciente, la duración del procedimiento fue mayor para la vía radial y la exposición fue ligeramente mayor [DAP media: 38.2 Gy $\text{cm}^2$  vs 41.9 Gy $\text{cm}^2$ ].<sup>41</sup> El incremento en la exposición ocurre no solo por la mayor duración del procedimiento sino como consecuencia de que el operador está parado más cerca del intensificador de imágenes durante el mismo. Es también difícil utilizar adecuadamente algunos dispositivos de protección cuando se está trabajando por vía radial.<sup>39</sup> Además, la curva de aprendizaje para los procedimientos radiales es bastante empinada, lo que puede traducirse en mayor tiempo de procedimiento y exposición a la radiación.<sup>47-49</sup> Al utilizar la vía de acceso radial es de mayor importancia maximizar la distancia entre el operador y la fuente de radiación y utilizar adecuadamente los elementos de protección, para de esta forma disminuir la irradiación del operador.<sup>50</sup> Así, a causa de estos elementos durante la curva de aprendizaje, el embarazo no parece ser un momento apropiado para iniciar la utilización rutinaria de la vía radial.

**Intervenciones Vasculares Periféricas.** En comparación con las intervenciones coronarias realizadas por vía femoral, las intervenciones vasculares periféricas producen mayor exposición del operador a la radiación a causa de la mayor duración de los procedimientos, mayor dificultad en la utilización de pantallas de protección, y la ubicación del operador en una posición más cercana a la fuente de radiación. En la literatura médica se puede encontrar una considerable variabilidad en el grado de exposición durante cateterismos vasculares. En procedimientos periféricos el DAP varía de 6.7 a 163 Gy $\text{cm}^2$ , lo que puede ser comparado con 6.2 a 109 Gy $\text{cm}^2$  para las angiografías coronarias.<sup>51</sup> Aproximadamente el 90% del total de exposición para procedimientos periféricos viene de la inyección manual con angiografía de sustracción digital (ASD) y, por lo tanto, la utilización de una bomba de inyección que permita aumentar la distancia en la que se sitúa el operador podría ser útil para reducir esta exposición.<sup>52</sup>

**Otras fuentes potenciales de exposición en el laboratorio de cateterismos.** Algunos laboratorios de cateterismo han incorporado sistemas de navegación magnética estereotáxica para ayudar a posicionar la guía en vasos tortuosos.<sup>53,54</sup> La utilización de este sistema no elimina la necesidad de radiación y, adicionalmente, agrega exposición a un campo magnético. La exposición a campos magnéticos como los de la resonancia nuclear magnética (RNM) y los sistemas estereotáxicos es considerada más segura que la de la radiación. En la actualidad la FDA manifiesta que la seguridad de la RNM para el feto no ha sido establecida, sin embargo, los datos actualmente disponibles en humanos no han demostrado efectos adversos.<sup>55-57</sup> La exposición ocupacional dentro de un laboratorio de cateterismos es, en alguna forma, diferente. La estereotaxia tiene un campo magnético más pequeño que la RNM pero la exposición crónica como la que

tendría un operario del sistema de salud no ha sido adecuadamente estudiada.

**Medidas para reducir la exposición a radiaciones.** Las principales medidas para reducir la irradiación del personal de mujeres embarazadas dentro del laboratorio de cateterismos son similares a los objetivos de seguridad para minimizar la irradiación de los pacientes.<sup>58</sup> El NCRP requiere que la exposición a la radiación ocupacional se mantenga en el menor nivel posible.<sup>23</sup>

La educación formal y el entrenamiento en protección son esenciales para crear conciencia de los riesgos de la radiación entre cardiólogos intervencionistas.<sup>58-63</sup> En países como el Reino Unido es obligatorio que todos los cardiólogos intervencionistas que trabajan en un laboratorio de cateterismos reciban entrenamiento adecuado y obtengan un certificado del "Ionizing Radiation Medical Exposure Regulations" (IRMER) (Regulaciones para la Exposición Médica a las Radiaciones Ionizantes) antes de utilizar el equipo radiológico. Estas guías y regulaciones se desarrollaron para proteger a los empleados en forma adecuada de la exposición a la radiación utilizada en medicina. Una política similar está desarrollándose actualmente en la mayoría (no en todos) de los hospitales en los Estados Unidos. La mayoría de la exposición ocupacional es por radiación dispersa. La utilización óptima de técnicas de seguridad radiológica debería realizarse independientemente del estado gestacional de la operadora (Tabla 4).<sup>64,65</sup> Los principales factores de protección están bajo el control del operador del equipo de imágenes. El manejo

**TABLA 4. Estrategias para disminuir la exposición a la radiación.**

<b>Para todos los operadores</b>
Colimar con cuidado, especialmente con corazones grandes
Acortar lo más posible cada adquisición de cine.
Mantener el intensificador de imágenes lo más cerca posible al tórax del paciente
Minimizar el número de series con cine
Minimizar las proyecciones que posean mayor dispersión de radiación (Ej. OAI Craneal y OAD Craneal)
Hacer uso de la ley del cuadrado inverso: colocarse a la mayor distancia de el haz de rayos y del paciente
Uso óptimo de las barreras de protección, incluyendo un delantal de plomo y escudos de plomo
Una inspiración profunda permite una mejor calidad de imagen, reduciendo la dosis de radiación
<b>Para las operadoras embarazadas</b>
Utilizar delantales de protección plomado de doble grosor.
Delantales de plomo específicamente diseñados o un babero de maternidad (como capa de plomo adicional).



**TABLA 5. Manejo de la seguridad radiológica en trabajadoras embarazadas**

La ley federal prohíbe la discriminación de las trabajadoras embarazadas
El embarazo debe ser declarado al empleador para ayudar a garantizar la protección del feto. Legalmente, la dosis fetal se acumula sólo después de la declaración.
Asegúrese de que las prendas de protección utilizadas durante todo el embarazo proporcionen por lo menos 0,5 mm de protección o equivalente.
Además del dosímetro utilizado habitualmente en el cuello, uno adicional debe ser provisto y utilizado a nivel de la cintura, por debajo del delantal de protección para monitoreo mensual de la dosis fetal.

de estos factores junto con elementos de protección adecuados puede reducir la exposición a niveles de un 0.8% de lo que se recibiría sin protección. Los protectores plomados pueden atenuar hasta el 99% de la radiación indirecta y en algunos estudios han reducido la exposición total en un 50 a 75%.<sup>35</sup> Trabajar en posición Pósterio-anterior (PA) y Oblicua Anterior Derecha (OAD) produce para el operador situado a la derecha del paciente una irradiación menor que la Oblicua Anterior Izquierda (OAI).<sup>67</sup> El aumento en la distancia entre el operador y la fuente de rayos X es importante debido a la relación inversa de la dosis con el cuadrado de la distancia. Ha sido demostrado que el incremento de la distancia de 40 cm a 80 cm disminuye la radiación secundaria a alrededor de un cuarto de la dosis de origen.<sup>68</sup> De igual modo, la reducción en la cantidad de cuadros por segundo de filmación puede impactar significativamente resultando en una disminución del 40 a 60% en la exposición ocupacional.<sup>69,70</sup> Sin embargo esto debe ser balanceado con la necesidad de obtener imágenes adecuadas de alta calidad. El tipo de equipamiento, como los sistemas con intensificador digital está también asociado con menor exposición radiológica de pacientes y operadores cuando se los compara con los sistemas convencionales.<sup>71, 72</sup> Innovaciones futuras como intervenciones asistidas por sistemas robóticos pueden conducir a grandes reducciones en la exposición de los operadores.<sup>73</sup>

Prendas plomadas o equivalentes son utilizadas por los operadores de rayos X y son de importancia vital para atenuar la irradiación en el laboratorio de cateterismos. En un estudio de 30 operadores el promedio de dosis anual proyectada bajo estas protecciones fue de 0.9 mSv, pero fue superior (1.3 mSv) para individuos con protecciones de 0.5 mm, e inferior (0.4 mSv) para quienes utilizaron protecciones de 1.0 mm. (p=0.002).<sup>74</sup> Un delantal de 0.25 mm de espesor de plomo atenúa el 66% de la radiación primaria a 75 kVp y el 55% a 100 kVp; un delantal de 0.50 mm atenúa el 88% de la radiación primaria a 75 kVp y el 75% a 100 kVp; finalmente un delantal de 1 mm atenúa el 99% de la

radiación primaria a 75 kVp y el 94% a 100 kVp.<sup>28</sup> Sin embargo, desde que la gran mayoría de la exposición a radiaciones del personal de la sala de cateterismos obedece a radiación secundaria la información más importante es que un delantal con espesor plomado de 0.25 mm absorbe aproximadamente el 96% de la misma y un delantal con 0.5 mm absorbe un 98%.<sup>75</sup> El NCRP estima que la conversión de la dosis efectiva recibida bajo el delantal puede ser calculada desde un dosímetro de cuello utilizando un factor de conversión de 1/5.6.<sup>76</sup> El paño frontal de las polleras plomadas ofrece 0.5 mm de protección en posición frontal y los lados son de 0.25 mm ofreciendo así una protección reducida para la exposición desde los ángulos. Es importante prestar especial atención al tipo de delantal y al espesor del material de protección. Además, se debe tener en cuenta que durante el embarazo una superposición inadecuada de los paños frontales del delantal puede resultar en protección menos efectiva. Las mujeres embarazadas pueden utilizar un delantal común y cambiar a uno de mayor tamaño a medida que sea necesario o utilizar delantales fabricados específicamente para esta situación que puedan acomodarse al aumento de tamaño abdominal. Otra técnica incluye utilizar un delantal adicional para tener doble cobertura sobre el abdomen. Esto es equivalente a tener un delantal más grueso. Sin embargo, el aumento de peso podría aumentar el riesgo de problemas músculo-esqueléticos dorsales que a veces se presentan durante el embarazo.

Es importante que, una vez que una cardióloga que trabaja en un laboratorio de cateterismos queda embarazada ella no solo debe cumplir con todas las medidas hasta aquí planteadas sino que debe informar al encargado institucional de seguridad radiológica para asegurarse de que ella está siendo adecuadamente monitorizada a través de todo su embarazo. Ella puede además desear utilizar un dosímetro de lectura directa con el objetivo de estar segura de que su exposición diaria es mínima.

### Prácticas Habituales de Seguridad y Certidumbres en los Cardiólogos Intervencionistas, una encuesta de la SCAI

Se envió una encuesta a 9.364 miembros de SCAI y respondieron 380 cardiólogos. De aquellos que respondieron el 7% tenían entre 25 a 34 años, el 27% entre 35 y 44, el 36% entre 45 y 54, el 24% entre 55 y 64 y el 7% más de 65 años. El 12% eran mujeres. La exposición a radiaciones influyó la elección de la sub-especialidad dentro de la cardiología en el 6%, lo que es probablemente una sub-estimación pues esta encuesta se realizó entre cardiólogas que practican la cardiología intervencionista. El 66% informó que usa un dosímetro de cuello siempre o la mayoría del tiempo, el 8% nunca y el 16% ocasionalmente. De estos especialistas en intervencionismo endovascular el 18% comunicó que no usa dosímetro preocupados porque excederían el límite de radiación permitido, y el 6% comunicó haber tenido que parar de trabajar en

algún momento a causa de haber excedido este límite de radiación. El 94% utilizó equipo de protección, incluyendo un cuello para tiroideos, el 46% lentes y el 20% protección en las piernas.

Esta encuesta demostró que el 65% de los que respondieron trabaja en lugares en los que el grupo médico o el hospital permitiría a la mujer embarazada continuar en el laboratorio de cateterismos durante el embarazo, mientras que el 35% lo hace en lugares en que no lo harían. De las mujeres que respondieron y tienen hijos solo el 35% permaneció en el laboratorio de cateterismos realizando procedimientos durante el embarazo. No está claro si esto fue elección personal o directiva de la institución. De las mujeres que realizaron procedimientos durante el embarazo el 19% usó doble delantal durante el mismo. El embarazo no fue declarado a la institución en el 8% de los casos.

### **Derechos Legales de la Embarazada que Trabaja en el Sistema de Salud**

En los Estados Unidos el Acta de Discriminación del Embarazo (Pregnancy Discrimination Act), un agregado a la sección de discriminación del Acta por los Derechos Civiles (Civil Rights Act) de 1964, fue aprobada en 1978 y fue la primera ley que protegió a la mujer de la discriminación laboral basada en su estado de gestación o fertilidad.<sup>77,78</sup> A causa del riesgo potencial de ciertas exposiciones ocupacionales, los empleadores continuaron con la práctica de excluir de estas actividades a las mujeres que podrían quedar embarazadas.<sup>79</sup> Un ejemplo es Johnson Controls, un fabricante de acumuladores eléctricos donde había exposición ocupacional al plomo. Como los procesos voluntarios no lograron evitar que las mujeres embarazadas trabajen en un área con riesgo potencial para el niño, el fabricante estableció una política de requerir confirmación médica de la ineptitud para concebir a cualquier mujer que trabaje en un puesto con exposición al plomo. En 1984 hubo una demanda de UAW vs. Johnson Controls por discriminación, la que llegaría a la Suprema Corte.<sup>77</sup> En 1991 la Corte dictaminó que todas las políticas de protección fetal violan el título VII y que todas las políticas de protección radiológica deben ser aplicadas a todos los empleados independientemente de los embarazos o de la posibilidad de tenerlos. A pesar de esto algunos hospitales han continuado con políticas que prohíben que las mujeres que declaran estar embarazadas trabajen en sitios con radiaciones. Esto desalienta a que las empleadas declaren el hecho de estar embarazadas lo que protege a la institución de cualquier responsabilidad relacionada a la exposición si el embarazo no es declarado.<sup>78</sup> Esto desalienta además el adecuado monitoreo de la exposición a radiaciones durante el embarazo. Actualmente las resoluciones de la corte prohíben este tipo de políticas.

En el año 2005 la Comisión para la Igualdad de Oportunidades (US Equal Opportunity Commission) demandó al sistema sanitario Catholic Healthcare West en California por evitar que una enfermera matriculada

y una técnica radióloga trabajaran cerca del equipo de fluoroscopia en la sala de cateterismos cuando estaban embarazadas. La Corte del Distrito Central de California dictaminó que esto era discriminatorio y el hospital mantiene ahora una política de tolerancia de acuerdo con las recomendaciones del NCRP, limitando la exposición del feto a la radiación ocupacional a menos de 5 mSv (500 mrem) para todo el embarazo.

En los diferentes países hay una gran disparidad en la actitud hacia la trabajadora de salud embarazada. Italia tiene una de las posiciones más estrictas; allí la ley nacional (DL 25/11/1996 número 645-DLgs 26/03/2001 número 151) requiere que la mujer que trabaja con radiaciones debe comunicar su embarazo al director del hospital o al jefe de su práctica y, a partir de allí, se le prohíbe absolutamente entrar a la zona expuesta durante todo el embarazo.

En España, en el año 2002, el Consejo de Seguridad Nuclear y la Sociedad Española de Física Médica crearon un documento de consenso sobre embarazo y práctica hospitalaria. Basados en la ley en la que el feto es considerado un miembro público, el medio que rodea a la mujer embarazada debe garantizar que el feto no recibirá más de 1 mSv a lo largo de todo el embarazo. Actualmente la ley establece que la dosis total de radiación abdominal debería estar por debajo de los 2 mSv y, si esto no se cumple, ninguna mujer embarazada debería trabajar más en ese lugar. A causa de la posibilidad de que esto ocurra en el laboratorio de cateterismos, algunas instituciones restringen el trabajo de las embarazadas. Sin embargo, es muy probable que la dosis total de radiación recibida sea menor a 2 mSv lo cual deja la facultad de autorizar o no el trabajo en el laboratorio de cateterismos a discreción de la Oficina de Protección Radiológica de cada institución. En Japón, basados en el Acta de Cuidados Médicos (Artículo 30-27), la dosis de radiación para la región abdominal de trabajadoras sanitarias embarazadas debe ser menor a los 2 mSv para todo el embarazo. Una compañía de monitoreo de exposición a radiaciones comunicó que la dosis promedio para médicas japonesas era 0.2 mSv por año, por lo que se supone que la ley da un marco de seguridad para las trabajadoras sanitarias embarazadas sin limitar su práctica médica. Sin embargo, desde que los cardiólogos intervencionistas tienen mayor exposición a radiaciones que otros médicos, es necesario realizar un estudio focalizado en mujeres que practican esta especialidad en Japón.

En el Reino Unido la legislación actual para las personas expuestas a la radiación ocupacional y miembros del público está contenida en el IRR99 (Ionizing Radiation Regulations 1999) y está basada en el ICRP 60 (International Commission on Radiological Protection). Las recomendaciones más recientes de la ICRP (ICRP 103) fueron aprobadas en marzo del año 2007. Una directiva de la Unión Europea está en proceso de elaboración y se espera una nueva legislación para el año 2015. En IRR99 el límite de dosis para el abdomen de una mujer con capacidad reproductiva es de

13 mSv en cualquier trimestre. Esto podría resultar en una dosis fetal muy elevada y, en la práctica, los trabajadores hospitalarios en relación con radiaciones no están diferenciados y no deben recibir más de tres décimos de cualquiera de los límites de dosis. Esto significa que la dosis de todo el cuerpo no debe exceder los 6 mSv en cualquier año calendario. Una vez que la mujer declara el embarazo el feto pasa a ser tratado como miembro de la población general y la dosis debe estar limitada a 1 mSv.

En Canadá se espera que la mayoría del personal de laboratorios de cateterismos continúe durante el embarazo trabajando en su área habitual, participando en tareas de guardia y asistiendo en emergencias. Si la trabajadora así lo desea se le facilitan controles de dosimetría con mayor frecuencia. A medida que el embarazo progresa puede hacerse el esfuerzo de asignar la trabajadora a tareas en la sala de controles. Para médicas embarazadas esta es una elección personal bastante variable, generalmente gobernada por necesidades salariales y cuestiones mecánicas o problemas de salud a medida que avanza el embarazo.

A través del mundo hay gran variabilidad en cuanto a las expectativas y derechos de las mujeres que trabajan en el laboratorio de cateterismos. El análisis de los riesgos para niños en gestación sugiere que, en la mayoría de las circunstancias, el riesgo para el feto debería ser excepcionalmente pequeño. Un cuidadoso monitoreo del riesgo individual y la adherencia a los protocolos de seguridad radiológica deberían estar siempre garantizados y formar parte de todas las recomendaciones nacionales e internacionales.

## CONCLUSIÓN

Para poder tomar una decisión informada en relación a cual será su nivel de exposición a radiaciones ocupacionales durante el embarazo la mujer debe tener un claro conocimiento del riesgo que corre el feto. La exposición fetal a radiaciones para la mayoría de las mujeres que trabajan en el laboratorio de cateterismos es extremadamente baja y bastante menor que los límites recomendados por el Consejo Nacional para la Protección Radiológica (NCRP). Si desea embarazarse y tiene dudas acerca de su propia exposición puede utilizar un dosímetro debajo del delantal plomado para determinar su nivel de exposición habitual antes de quedar embarazada. La exposición a radiaciones ocupacionales durante el embarazo puede ser significativamente reducida mediante la correcta forma y espesor de los delantales plomados, la utilización de pantallas de protección y aumentando al máximo la

distancia entre el operador y la fuente de radiación. Así, basados en la evidencia disponible, los riesgos hereditarios o adquiridos para el feto de la médicas y demás mujeres embarazadas dentro del laboratorio de cateterismos son extremadamente bajos siempre que se utilicen correctamente todas las medidas de seguridad y se respeten los límites de dosis estipulados. Por lo tanto, la preocupación acerca de la exposición a radiaciones no debería ser obstáculo para la elección de una carrera en cardiología intervencionista y tampoco se debería limitar arbitrariamente la elección de las trabajadoras por razones basadas en el ambiente de trabajo.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Elizabeth Schueler y Kenneth Fetterling, Mayo Clinic, Rochester, MN y a Rosemary Nicholson, Imperial College Healthcare NHS Trust, Londres, Reino Unido, por la revisión y el análisis técnico de este manuscrito.

## SUMMARY

Concerns regarding radiation exposure and its effects during pregnancy are often quoted as an important barrier preventing many women from pursuing a career in Interventional Cardiology

Finding the true risk of radiation exposure from performing cardiac catheterization procedures can be challenging and guidelines for pregnancy exposure have been inadequate. The Women in Innovations group of Cardiologists with endorsement of the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions aim to provide guidance in this publication by describing the risk of radiation exposure to pregnant physicians and cardiac catheterization personnel, to educate on appropriate radiation monitoring and to encourage mechanisms to reduce radiation exposure. Current data do not suggest a significant increased risk to the fetus of pregnant women in the cardiac catheterization laboratory and thus do not justify precluding pregnant physicians from performing procedures in the cardiac catheterization laboratory. However, radiation exposure among pregnant physicians should be properly monitored and adequate radiation safety measures are still warranted.

**Key words:** radiation physics; diagnostic cardiac catheterization percutaneous coronary intervention

## REFERENCIAS

- Lloyd-Jones D, Adams RJ, Brown TM, Carnethon M, Dai S, De Simone G, Ferguson TB, Ford E, Furie K, Gillespie G, et al.; On behalf of the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart disease and stroke statistics-2010 update. *Report From the American Heart Association. Circulation* 2010;121:e1-e170.
- Bernardi G, Padovani R, Morocutti G, Vano E, Malisan MR, Rinuncini M, Spedicato L, Fioretti PM. Clinical and technical determinants of the complexity of percutaneous



- transluminal coronary angioplasty procedures: Analysis in relation to radiation exposure parameters. *Catheter Cardiovasc Interv* 2000;51:1-9.
3. Klein LW, Miller DL, Balter S, Laskey W, Haines D, Norbasha A, Mauro MA, Goldstein JA. Joint inter-society task force on occupational hazards in the interventional laboratory. Occupational health hazards in the interventional laboratory: Time for a safer environment. *Catheter Cardiovasc Int* 2009;73:432-438.
  4. Poppas A, Cummings J, Dorbala S, Douglas PS, Foster E, Limacher MC. Survey results: A decade of change in professional life in cardiology: A 2008 report of the ACC women in cardiology council. *J Am Coll Cardiol* 2008;52:2215-2226.
  5. Association of American Medical Colleges. FACTS-total graduates by U.S. medical school and sex, 2002-2008. AAMC available at <http://www.aamc.org/data/facts/2008/schoolgrads0208.htm>.
  6. Association of American Medical Colleges. FACTS-residency applicants by specialty and sex, 2002-2008. AAMC available at <http://www.aamc.org/data/facts/2007/eras-specialtybysex2007bb.htm>.
  7. McCollough CH, Schueler BA, Atwell TD, Braun NN, Regner DM, Brown DL, LeRoy AJ. Radiation exposure and pregnancy: When should we be concerned? *Radiographics* 2007;27:909-917; discussion 917-018.
  8. Brent RL. Saving lives and changing family histories: Appropriate counseling of pregnant women and men and women of reproductive age, concerning the risk of diagnostic radiation exposures during and before pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 2009;200:4-24.
  9. Andreassi MG. The biological effects of diagnostic cardiac imaging on chronically exposed physicians: The importance of being non-ionizing. *Cardiovasc Ultrasound* 2004;2:25.
  10. Sternberg J. Radiation and pregnancy. *Can Med Assoc J* 1973; 109:51-57.
  11. Hagmar L, Bonassi S, Stromberg U, Brogger A, Knudsen LE, Norppa H, Reuterwall C. Chromosomal aberrations in lymphocytes predict human cancer: A report from the European Study Group on Cytogenetic Biomarkers and Health (ESCH). *Cancer Res* 1998;58:4117-4121.
  12. Hagmar L, Stromberg U, Bonassi S, Hansteen IL, Knudsen LE, Lindholm C, Norppa H. Impact of types of lymphocyte chromosomal aberrations on human cancer risk: Results from Nordic and Italian cohorts. *Cancer Res* 2004;64:2258-2263.
  13. Kneale GW, Stewart AM. Mantel-Haenszel analysis of Oxford data. II. Independent effects of fetal irradiation subfactors. *J Natl Cancer Inst* 1976;57:1009-14.
  14. Valentin J. 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103. *Ann ICRP* 2007;37(2-4):1-332.
  15. Wagner LK, Hayman LA. Pregnancy and women radiologists. *Radiology* 1982;145:559-562.
  16. National Council on Radiation Protection and Measurements. Limitation of exposure to ionizing radiation. NCRP report no 116, MD, 1993.
  17. ACOG Committee on Obstetric Practice. Guidelines for diagnostic imaging during pregnancy. ACOG Committee opinion no 299. *Obstet Gynecol* 2004;104:647-651.
  18. Practice ACoO. ACOG Committee Opinion. Guidelines for diagnostic imaging during pregnancy. *Obstet Gynecol* 2004;104:647-651.
  19. Fink D, Glick S. Misinformation among physicians about dangers of fetal x-ray exposure. *Harefuah* 1993;124:717-719.
  20. Bentur Y. 2007. Ionizing and nonionizing radiation in pregnancy. Medication safety in pregnancy and breastfeeding. Philadelphia: MacGraw Hill. pp 221-248.
  21. Brent RL. The effects of embryonic and fetal exposure to x-ray, microwaves, and ultrasound. *Clin Perinatol* 1986;13:615-648.
  22. National Council on Radiation Protection and Measurements. Radiation protection for medical and allied health personnel. NCRP report no 105, MD, 1989.
  23. National Council on Radiation Protection and Measurements. Implementation of the principle of as low as reasonably achievable (ALARA) for medical and dental personnel. NCRP report no 107, MD, 1990.
  24. Stewart A, Kneale GW. Radiation dose effects in relation to obstetric x-rays and childhood cancers. *Lancet* 1970;1:1185-1188.
  25. Kneale GW, Stewart AM. Mantel-Haenszel analysis of Oxford data. I. Independent effects of several birth factors including fetal irradiation. *J Natl Cancer Inst* 1976;56:879-883.
  26. Ratnapalan S, Bentur Y, Koren G. Doctor, will that x-ray harm my unborn child? *CMAJ Can Med Assoc J* 2008;179:1293-1296.
  27. Jankowski CB. Radiation and pregnancy. Putting the risks in proportion. *Am J Nurs* 1986;86:260-265.
  28. Bushong SC. 2004. Radiologic science for technologists: Physics/biology and protection. St. Louis: Mosby Publishing
  29. Barish RJ. In Reply: In flight radiation exposure during pregnancy. *Obstet Gynecol* 2004;104:630.
  30. Bottlier-Depois JF, Chau Q, Bouisset P, Kerlau G, Plawinski L, Laberon-Jacobs L. Assessing exposure to cosmic radiation during long-haul flights. *Radiat Res* 2000;153(5 Part1):526-532.
  31. World Health Organization. Cosmic radiation and air travel. Information sheet. November 2005.
  32. Angel E, Wellnitz CV, Goodsitt MM, Yaghmai N, DeMarco JJ, Cagnon CH, Sayre JW, Cody DD, Stevens DM, Primak AN, et al. Radiation dose to the fetus for pregnant patients undergoing multidetector CT imaging: Monte Carlo simulations estimating fetal dose for a range of gestational age and patient size. *Radiology* 2008;249:220-227.
  33. Hurwitz LM, Yoshizumi T, Reiman RE, Goodman PC, Paulson EK, Frush DP, Toncheva G, Nguyen GLB. Radiation dose to the fetus from body MDCT during early gestation. *AJR Am J Roentgenol* 2006;186:871-876.
  34. Manchikanti L, Cash KA, Moss TL, Rivera J, Pampati V. Risk of whole body radiation exposure and protective measures in fluoroscopically guided interventional techniques: A prospective evaluation. *BMC Anesthesiol* 2003;3:1-7.
  35. Vano E, Gonzalez L, Fernandez JM, Alfonso F, Macaya C. Occupational radiation doses in interventional cardiology: A 15-year follow-up. *Brit J Radiol* 2006;79:383-388.
  36. Amoroso G, Laarman GJ, Kiemeneij F. Overview of the transradial approach in percutaneous coronary intervention. *J Cardiovasc Med* 2007;8:230-237.
  37. Rao SV, Cohen MG, Kandzari DE, Bertrand OF, Gilchrist IC. The transradial approach to percutaneous coronary intervention. *J Am Coll Cardiol* 2010;55:2187-2195.
  38. Brasselet C, Blanpain T, Tassan-Mangina S, Deschilde A, Duval S, Vitry F, Gallot-Petit N, Clement JP, Metz D. Comparison of operator radiation exposure with optimized radiation protection devices during coronary angiograms and ad hoc percutaneous coronary interventions by radial and femoral routes. *Eur Heart J* 2008;29:63-70.
  39. Lange HW, von Boetticher H. Randomized comparison of operator radiation exposure during coronary angiography and intervention by radial or femoral approach. *Catheter Cardiovasc Interv* 2006;67:12-16.
  40. Larrazet F, Dibie A, Philippe F, Palau R, Klaus R, Laborde F. Factors influencing fluoroscopy time and dose-area product values during ad hoc one-vessel percutaneous coronary angioplasty. *Br J Radiol* 2003;76:473-477.
  41. Brueck M, Bandorski D, Kramer W, Wiecek M, Holtgen R, Tillmanns H. A randomized comparison of transradial versus transfemoral approach for coronary angiography and angioplasty. *JACC Cardiovasc Interv* 2009;2:1047-1054.
  42. Yigit F, Sezgin AT, Erol T, Demircan S, Tekin G, Katircibasi T, Tekin A, Muderrisoglu H. An experience on radial versus femoral approach for diagnostic coronary angiography in Turkey. *Anadolu Kardiyol Derg* 2006;6:229-234.
  43. Agostoni P, Biondi-Zoccai GG, de Benedictis ML, Rigattieri S, Turri M, Anselmi M, Vassanelli C, Zardini P, Louvard Y, Hamon M. Radial versus femoral approach for percutaneous coronary diagnostic and interventional procedures; Systematic overview and meta-analysis of randomized trials. *J Am Coll Cardiol* 2004;44:349-356.
  44. Gejzer H, Persliden J. Radiation exposure and patient experience during percutaneous coronary intervention using radial and femoral artery access. *Eur Radiol* 2004;14:1674-1680.
  45. Lo TS, Buch AN, Hall IR, Hildick-Smith DJ, Nolan J. Percutaneous left and right heart catheterization in fully anticoagulated patients utilizing the radial artery and forearm vein: A twocenter experience. *J Intervent Cardiol* 2006;19:258-263.
  46. Mercuri M, Xie C, Levy M, Valettas N, Natarajan MK. Predictors of increased radiation dose during percutaneous coronary intervention. *Am J Cardiol* 2009;104:1241-1244.
  47. Sanmartin M. The learning curve for transradial procedures. *Indian Heart J* 2008;60:A14-A17.
  48. Louvard Y, Lefeuvre T, Morice MC. Radial approach: What about the learning curve? *Cathet Cardiovasc Diagn* 1997;42:467-469.
  49. Pristipino C, Pelliccia F, Granatelli A, Pasceri V, Roncella A, Speciale G, Hassan T, Richichi G. Comparison of access-related bleeding complications in women versus men undergoing percutaneous coronary catheterization using the radial versus femoral artery. *Am J Cardiol* 2007;99:1216-1221.
  50. Saito S. An alarm for radialists from its evangelist. *Catheter Cardiovasc Interv* 2006;67:17.
  51. Maedera M, Verdunb FR, Stauffer JC, Ammann P, Rickli H. Radiation exposure and radiation protection in interventional cardiology. *Kardiovaskula're Medizin* 2005;8:124-132.
  52. Hayashi N, Sakai T, Kitagawa M, Inagaki R, Yamamoto T, Fukushima T, Ishii Y. Radiation exposure to interventional radiologists during manual-injection digital subtraction angiography. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1998;21:240-243.
  53. Kiemeneij F, Patterson MS, Amoroso G, Laarman G, Slagboom T. Use of the Stereotaxis Niobe magnetic navigation system for percutaneous coronary intervention: Results from 350 consecutive patients. *Catheter Cardiovasc Interv* 2008;71:510-516.
  54. Atmakuri SR, Lev El, Alviar C, Ibarra E, Raizner AE, Solomon SL, Kleiman NS. Initial experience with a magnetic navigation system for percutaneous coronary intervention in complex coronary artery lesions. *J Am Coll Cardiol* 2006;47:515-521.
  55. Chen MM, Coakley FV, Kaimal A, Laros RK Jr. Guidelines for computed tomography and magnetic resonance imaging use during pregnancy and lactation. *Obstet Gynecol* 2008;112(2 Part 1):333-340.

56. Clements H, Duncan KR, Fielding K, Gowland PA, Johnson IR, Baker PN. Infants exposed to MRI in utero have a normal paediatric assessment at 9 months of age. *Br J Radiol* 2000;73:190-194.
57. Kok RD, de Vries MM, Heerschap A, van den Berg PP. Absence of harmful effects of magnetic resonance exposure at 1.5 T in utero during the third trimester of pregnancy: A follow-up study. *Magn Reson Imaging* 2004;22:851-854.
58. Balter S, Moses J. Managing patient dose in interventional cardiology. *Catheter Cardiovasc Interv* 2007;70:244-249.
59. Vano E, Gonzalez L, Canis M, Hernandez-Lezana A. Training in radiological protection for interventionalists. Initial Spanish experience. *Br J Radiol* 2003;76:217-219.
60. Kuon E, Glaser C, Dahm JB. Effective techniques for reduction of radiation dosage to patients undergoing invasive cardiac procedures. *Br J Radiol* 2003;76:406-413.
61. Chambers CE. Dosing radiation: Limiting the invisible toxicity. *Catheter Cardiovasc Interv* 2008;71:799.
62. Valentin J. Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures. *Ann ICRP* 2000;30:7-67.
63. Vano E, Gonzalez L, Faulkner K, Padovani R, Malone JF. Training and accreditation in radiation protection for interventional radiology. *Radiat Prot Dosimetry* 2001;94:137-142.
64. Albridge HE, Christholm RJ, Dragatakis L, Roy L. Radiation safety in the cardiac catheterization laboratory. *Can J Cardiol* 1997;13:459-467.
65. Miller SW, Castronovo FP Jr. Radiation exposure and protection in cardiac catheterization laboratories. *Am J Cardiol* 1985; 55:171-176.
66. Kuon E, Schmitt M, Dahm JB. Significant reduction of radiation exposure to operator and staff during cardiac interventions by analysis of radiation leakage and improved lead shielding. *Am J Cardiol* 2002;89:44-49.
67. Kuon E, Dahm JB, Empen K, Robinson DM, Reuter G, Wucherer M. Identification of less-irradiating tube angulations in invasive cardiology. *J Am Coll Cardiol* 2004;44:1420-1428.
68. Vano E. Radiation exposure to cardiologists: How it could be reduced. *Heart* 2003;89:1123-1124.
69. Steffenino G, Rossetti V, Ribichini F, Dellavalle A, Garbarino M, Cerati R, Norbiato A, Uslenghi E. Short communication: Staff dose reduction during coronary angiography using low framing speed. *Br J Radiol* 1996;69:860-864.
70. Nickoloff EL, Lu ZF, Dutta A, So J, Balter S, Moses J. Influence of flat-panel fluoroscopic equipment variables on cardiac radiation doses. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2007;30:169-176.
71. Suzuki S, Furui S, Kobayashi I, Yamauchi T, Kohtake H, Takeshita K, Takada K, Yamagishi M. Radiation dose to patients and radiologists during transcatheter arterial embolization: Comparison of a digital flat-panel system and conventional unit. *AJR Am J Roentgenol* 2005;185:855-859.
72. Suzuki S, Furui S, Yamaguchi I, Yamagishi M, Abe T, Kobayashi I, Haruyama T. Entrance surface dose during three-dimensional imaging with a flat-panel detector angiography system. *J Vasc Interv Radiol* 2008;19:1361-1365.
73. Chen SJ, Hansgen AR, Carroll JD. The future cardiac catheterization laboratory. *Cardiol Clin* 2009;27:541-548.
74. Marx MV, Niklason L, Mauger EA. Occupational radiation exposure to interventional radiologists: A prospective study. *J Vasc Interv Radiol* 1992;3:597-606.
75. Johnson LW, Moore RJ, Balter S. Review of radiation safety in the cardiac catheterization laboratory. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1992;25:186-194.
76. National Council on Radiation Protection and Measurements. Use of personal monitors to estimate effective dose equivalent and effective dose to workers for external exposure low-let radiation. NCRP report no 122, MD, 1995.
77. Feinberg JS, Kelley CR. Pregnant workers. A physician's guide to assessing safe employment. *West J Med* 1998;168:86-92.
78. Hood J. The pregnant health care worker-An evidence-based approach to job assignment and reassignment. *AAOHN J* 2008; 56:329-333.
79. Morello-Frosch RA. The politics of reproductive hazards in the workplace: Class, gender, and the history of occupational lead exposure. *Int J Health Serv* 1997;27:501-521.



# Resultados clínicos en el implante telescopado de stents convencionales y farmacoactivos: impacto del uso mixto Vs. exclusivo de stents farmacoactivos

Clinical Outcome after Coronary Stent Overlap: Impact of mixed Vs. exclusive use of bare and drug eluting stent.

Nau Gerardo<sup>1</sup>, Albertal Mariano<sup>2</sup>, Cura Fernando<sup>1</sup>, Padilla Lucio<sup>1</sup>, Candiello Alfonsina<sup>1</sup>, Belardi Jorge<sup>1</sup>

## Resumen

**Introducción:** El implante telescopado (IT) de stent farmacoactivos (SFA) en lesiones largas ha demostrado ser eficaz; sin embargo se desconoce el impacto clínico del IT de tipo mixto [combinación de SFA y stent convencional (SC)]. **Objetivo:** evaluar los resultados clínicos en pacientes sometidos a IT acorde al tipo de stent utilizado. **Métodos:** incluimos de forma consecutiva pacientes sometidos a IT durante los años 2004-2008. Se dividió a la población según el tipo de stent utilizado (Grupo "E": exclusivamente SFA, Grupo "M": SFA + SC y Grupo "SC": solo SC) evaluándose los resultados clínicos de cada uno de los grupos. El seguimiento clínico fue de 572 días (intercuartiles 25-75: 259-1012 días). **Resultados:** 463 pacientes fueron sometidos a IT (Grupo E 26.6%, grupo M 16.6% y Grupo SC 56.8%). Los pacientes incluidos en el grupo M fueron más jóvenes (Grupo E 67,3±10.7; Grupo M 62.9±10.1; Grupo SC 66.5±11.9; p<0.05) y los pertenecientes al grupo SC fueron intervenidos en forma más frecuente por síndromes coronarios agudos (Grupo E 17,1%; Grupo M 16,9%; Grupo SC 29,7% ; p<0.05). Es importante destacar la mayor utilización de una estrategia mixta en pacientes sometidos a angioplastia de múltiples vasos (Grupo E 22,8%; Grupo M 37,7%; Grupo SC 22,1%; p<0.05). No se evidenciaron diferencias en cuanto a la mortalidad y la trombosis a 30 días. El grupo E se asoció a una menor tasa de eventos cardíacos mayores (ECM) (Grupo E 4,1%; Grupo M 11,7%; Grupo SC 11%, p<0.05). El análisis logístico multivariado identificó al grupo E (OR 0,27; IC 95% 0,10-0,70; p=0,008) y a la longitud del segmento que recibió el IT de stents (OR 1,03; IC 95%1,01-1,05; p=0,01) como predictores independientes de ECM. **Conclusiones:** a) el IT con SFA exclusivo resultó seguro y eficaz b) la longitud del segmento que recibió IT de stents continúa siendo una variable independiente de eventos cardíacos, independientemente de la estrategia utilizada.

**Palabras claves:** enfermedad coronaria, lesiones largas, stent, implante telescopado

## INTRODUCCIÓN

El advenimiento de stent farmacoactivos (SFA) ha permitido actualmente tratar de lesiones complejas que hubieran resultado en una inaceptable tasa de restenosis con el uso de stent convencionales (SC).<sup>1-3</sup> Puntualmente, para el tratamiento de lesiones muy largas, el implante telescopado (IT) con dos o más de SFA ha demostrado ser seguro y superior al IT con SC.<sup>4-6</sup> Sin embargo dichas estrategias conllevan un riesgo aumentado de trombosis. Asimismo, en nuestro medio, limitaciones socioeconómicas invalidan con frecuencia el uso de más de un SFA, utilizándose en ocasiones el IT mixto, es decir, una combinación de SFA y SC. Hasta el momento, existe muy poca información respecto de la seguridad y eficacia del IT mixto. Nuestro objetivo es comparar los resultados clínicos a corto y largo plazo obtenidos en pacientes sometidos a diversas estrategias de IT.

## MÉTODOS

Se incluyeron en forma consecutiva, todos los pacientes a quienes se les realizó angioplastia coronaria con IT desde Enero 2004 hasta Diciembre 2008. Se dividió a la población según el tipo de estrategia: a) uso exclusivo de SFA o grupo E, b) uso mixto o grupo Mixto (M) y c) uso exclusivo de SC o grupo SC.

La utilización de inhibidores de la glicoproteína IIb/IIIa se dejó a criterio del operador. El éxito angiográfico se definió como la obtención de una estenosis residual < 25% con un flujo TIMI III. La determinación seriada de enzimas no se realizó de manera sistemática, sino sólo en los casos con sospecha clínica o electrocardiográfica de isquemia miocárdica luego de la angioplastia coronaria transluminal percutánea (complicación en el procedimiento, isquemia y/o síntomas). Todos los pacientes recibieron una carga oral de clopidogrel de 300 a 600 mg antes del procedimiento, y con posterioridad se les indicó una combinación de 100 mg de ácido acetil-salicílico y 75 mg de clopidogrel durante 3 a 12 meses según clínica del paciente, tipo de stent implantado y/o criterio de médico de cabecera.

1. Servicio de Cardiología Intervencionista y Terapéuticas Endovasculares. Instituto Cardiovascular Bs. As.
2. Departamento de investigación ICBA

✉ Correspondencia: Gerardo Nau, Blanco Encalada 1543 Capital Federal  
Tel. y Fax: 00 11 47877500, e-mail: g\_nau@yahoo.com

## SEGUIMIENTO CLÍNICO

El seguimiento clínico se ha efectuado mediante una consulta clínica o telefónica a los 6 y 12 meses del procedimiento, continuando luego en forma anual. Los eventos se clasificaron en: 1. Muerte. 2. Infarto de miocardio con onda Q definido por la aparición de nuevas ondas Q en el electrocardiograma (ECG), precedidas o no de cuadro clínico sintomático, o infarto sin onda Q definido como síndrome coronario agudo asociado con elevación enzimática (más del doble del límite superior de la normalidad para la isoenzima MB de la creatinincinasa [CK-MB]) sin la aparición ulterior de ondas Q en el ECG. 3. Trombosis de stent dentro de los 30 días, definida como la observación angiográfica de una oclusión-suboclusión del stent por material de aspecto trombótico precedida de un cuadro clínico agudo que puede cursar con elevación del segmento ST. 4. Nueva revascularización de la lesión tratada (RLT), ya sea percutánea o quirúrgica. 5. Eventos cardiacos mayores (ECM): combinación de muerte, RLT y trombosis intrastent.

## ESTADÍSTICA

Las variables categóricas se expresaron como porcentaje y las variables continuas como media y desviación estándar. La asociación de variables con eventos se expresó a través de odds ratio (OR) y de su intervalo de confianza del 95% (IC 95%). Las comparaciones entre los dos grupos se realizaron mediante las pruebas de la t de Student o de Wilcoxon en el caso de variables continuas y con la prueba de chi cuadrado en el caso de las categóricas. Realizamos un análisis de regresión logística multivariado ingresando las variables que obtuvieron  $p < 0,20$  en la regresión logística simple para identificar predictores de ECM. Se consideró estadísticamente significativo un valor de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

De 3300 angioplastias realizadas, 463 (14%) fueron con IT. De estos 463 casos, en 123 (26,6%) se utilizó una estrategia exclusiva de SFA (grupo E), en 77 (16,6%) una estrategia mixta (grupo M), mientras que en 263 (56,8%) solo se utilizó SC (grupo SC).

Las características basales clínicas de los tres grupos se encuentran listadas en **Tabla 1**. Es de destacar, que los pacientes incluidos en el grupo M, fueron más jóvenes que en los otros dos grupos, no se observándose diferencias significativas en cuanto al sexo o presencia de diabetes mellitus. Por otro lado, fue más frecuente la presentación con síndrome coronario agudo en el grupo SC ( $p < 0,05$ , **Tabla 1**).

Los diámetros de los stents utilizados fueron similares, independiente de la estrategia utilizada. Si bien la longitud total empleada fue similar entre los grupos E y M, resultó significativamente menor en el grupo SC (**Tabla 2**).

En los grupos E y M, se realizó IT en la arteria descendente anterior en aproximadamente dos tercios de los

**TABLA 1. Características basales**

Variables	Grupo E (n=123)	Grupo M (n=77)	Grupo SC (n=263)
Edad, años $\pm$ SD	67.3 $\pm$ 10.7	62.9 $\pm$ 10.1*	66.5 $\pm$ 11.9
Sexo masculino (%)	87	86.3	82.7
Diabetes mellitus (%)	7.8	11	10.2
Tabaquismo (%)	51.3	37	49
IAM previo (%)	11.3	21.9	19.2
CRM previa (%)	11.3	13.7	16.5
Síndromes coronarios agudos	17.1	16.9	29.7*

\* $P < 0,05$  comparación entre grupos (ANOVA). IAM: infarto agudo de miocardio. CRM: cirugía de revascularización miocárdica

pacientes comparado con solo un 36,4% en el grupo SC ( $p < 0,05$ , **tabla 2**). Asimismo, es importante destacar la mayor utilización de una estrategia mixta en pacientes sometidos a angioplastia a múltiples vasos ( $p < 0,05$ ). La necesidad del implante de un segundo stent para el tratamiento de lesión larga fue del 77% para el grupo E y solo del 31,8% para el grupo M. En un 68,2% de los casos del grupo M, se requirió un segundo stent (SC) debido al desarrollo de disección o remodelamiento o *shift* de placa a nivel distal.

El seguimiento clínico fue del 92%, con una mediana de 572 días (intercuartiles 25-75: 259-1012 días). No se evidenciaron diferencias en cuanto a la mortalidad y la trombosis a 30 días, en las diferentes estrategias utilizadas. Sin embargo, el grupo E se asoció a una menor tasa de RLT y ECM (**Tabla 3; Figura 1**).

Se dividió a toda la población en tercios según la longitud total de stent telescopado ( $>36$  mm, 36-56 mm y  $>56$  mm), observándose una relación directa entre las tasas de trombosis y de ECM y la longitud total de stent implantado (**Tabla 4; Figura 2**).

El análisis logístico multivariado identificó al grupo E (OR 0,27; IC 95% 0,10-0,70;  $p=0,008$ ) y a la longitud de stent solapado implantada (OR 1,03; IC 95% 1,01-1,05;  $p=0,01$ ) como predictores independiente de ECM. Un segundo análisis logístico incluyó únicamente pacientes portadores de SFA (grupo E, M), identificando el uso exclusivo de SFA (OR 0,18; IC 95% 0,046-0,68;  $p=0,01$ ) y la longitud total (OR 1,05; IC 95% 1,02-1,08;  $p < 0,01$ ) como únicos predictores de ECM.

## DISCUSIÓN

La gran expansión de los SFA ha generado nuevas indicaciones para su uso denominadas como *off-label*<sup>7-8</sup>. El tratamiento de lesiones largas es una de ellas y normalmente requiere el implante de SFA largos o de IT. En el presente estudio, una considerable proporción de pacientes (14%) requirió IT. La estrategia exclusiva

TABLA 2. Características del procedimiento

Variables continuas	Grupo E (n =123 )	Grupo M (n=77)	Grupo SC (n=263)
Longitud maxima de stent implantado (mm)	50.4±11.8	54.9±26.5	42.1±14.5*
Número de stent solapados	2.05±0.2	2.17±0.45	2.33±0.54
Diámetro SC (mm)		3.03±0.43	3.08±0.38
Diámetro SFA (mm)	2.96±0.37	3.02±0.34	
Longitud SFA (mm)	50.4±11.8	34.2±16.5*	
Variables categóricas (%)			
Vaso tratado			
Descendente anterior	60.3	50.6	36.4**
Circunfleja	24	13	25.9
C. derecha	15.7	33.8	36.4
Otras	0	2.6	1.4
Angioplastia a múltiples vasos	22.8	37.7**	22.1
Oclusión total crónica	8.6	8.8	10.6

Valores en media y desvío standard. \*P<0.05 comparación entre grupos (ANOVA).

\*\* p<0.05 comparación entre grupos (Chi Square). SC=Stent Convencional SFA= Stent Farmacoactivo

TABLA 3. Seguimiento a largo plazo

	Grupo E (n =123 )	Grupo M (n=77)	Grupo SC (n=263)
Mortalidad cardiovascular (%)	1.6	2.6	3
Nueva Revascularización de la lesión tratada (%)	2.4*¶	9.1	7.2
Eventos cardiacos mayores (%)	4.1*¶	11.7	11.0

\* p<0.05 versus SFA selectivos, ¶ p<0.05 versus SC

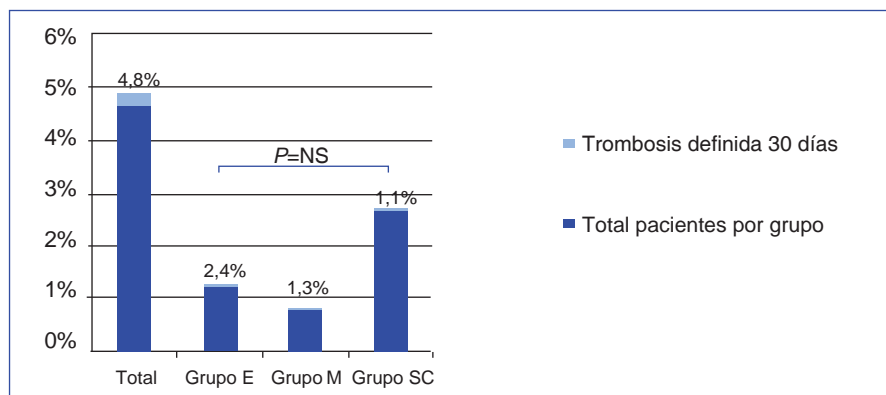


Figura 1. Trombosis definida a 30 días.

de SFA demostró ser segura y se asoció a menores tasas de reintervención y ECM que la estrategia mixta. De nuestro conocimiento, esta serie representa la mayor comparación hasta el momento publicada entre ambas estrategias en el contexto de IT. En nuestro centro, la decisión por una estrategia mixta surgió en aproximadamente dos tercios de los casos luego del im-

plante de un SFA asociado a disección coronaria distal o remodelamiento de placa a nivel distal que motivó el implante de un stent adicional. Intuitivamente, es razonable teorizar que estas situaciones (disección o remodelamiento de placa) no se encuentran asociadas a una elevada tasa de restenosis ya que es de esperar que la carga ateroesclerótica en ese segmento sea menor

TABLA 4. Evolución clínica en relación a la longitud de stent

	Longitud continua máxima del stent		
	>36 mm (n =147 )	36-56 mm (n=225)	>56 mm (n=91)
Trombosis a 30 días confirmada (%)	0.7	0.9	4.4
Nueva Revascularización del vaso culpable (%)	3.4	5.8	12.1
Eventos cardíacos adversos mayores (%)	4.1	9.3	17.6

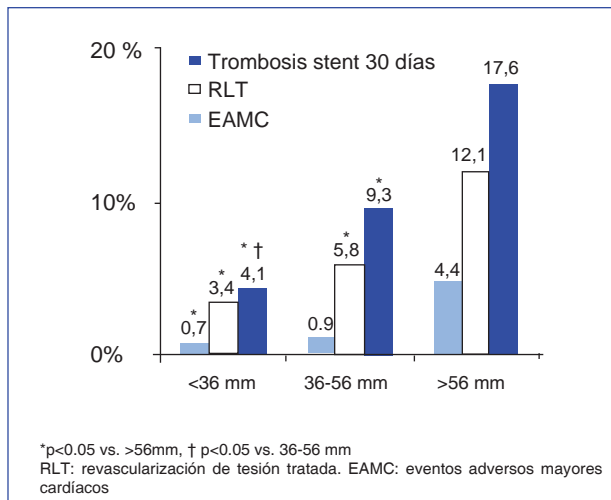


Figura 2. Resultados Clínicos según longitud del stent.

a la carga de una lesión coronaria larga<sup>9</sup>. Además, la liberación de la droga por parte del SFA a nivel proximal podría inhibir el crecimiento miointimal a nivel distal donde el SC sería implantado<sup>10</sup>. Es posible que estos tipos de razonamientos junto con las innegables limitaciones económicas que los operadores se enfrentan con frecuencia hayan derivado en la decisión de una estrategia mixta. Sin embargo, nuestros resultados sugieren que el implante mixto podría menoscabar la efectividad del SFA.

En nuestro estudio, una mayor longitud de IT resultó en una mayor tasa de eventos trombóticos y de reintervenciones. Nuestros hallazgos se encuentran en concordancia con estudios clínicos publicados tanto luego del implante de SC como de SFA<sup>11-13</sup>. En el estudio ARTS II (Arterial Revascularization Therapies Study Part II), la longitud total de stent implantada resultó predictor independiente de trombosis intrastent (OR: 1.14, IC 95%: 1,04-1,25, p<0,01),<sup>14</sup> mientras que Suh y cols. (n=3145) identificaron un valor de corte de longitud total de SFA implantada de 31,5 mm como predictor de trombosis intrastent en un intervalo de seguimiento de 3 años.<sup>15</sup> Nuevas generaciones de SFA (ej. Xience V y Resolute Endeavor) poseen tasas muy bajas de trombosis tempranas y tardías.<sup>16-19</sup> Es posible que su implante en el contexto de IT resulte más seguro que los SFA de primera generación.

## LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Es necesario señalar que nuestro estudio no fue aleatorizado y podrían existir diferencias no observadas en favor de la estrategia exclusiva de SFA. No obstante, el análisis multivariado confirmó su efectividad sobre las otras dos estrategias, demostrando ser predictor independiente de ECM. Esto último se confirmó al analizar sólo los pacientes que recibieron al menos un SFA, donde el uso de una estrategia exclusiva de SFA resultó predictor independiente de ECM. En el presente trabajo, la asociación entre los diferentes tipos de SFA y la ocurrencia de eventos no fue evaluada. Además, la ausencia de evaluación de tipo angiográfico en el seguimiento alejado probablemente redujo el poder del estudio. Sin embargo, un estricto seguimiento angiográfico eleva la tasa de revascularización sin una clara ventaja clínica y su implementación es desaconsejada<sup>20</sup>. Si bien limitaciones de tipo económicas parecerían primar en la opción por una estrategia mixta, no realizamos un análisis de costo-efectividad. Indudablemente, ese tipo de análisis constituiría un importante complemento a nuestro estudio.

## CONCLUSIÓN

El implante de stent telescopados constituye una práctica frecuente. El uso exclusivo de SFA es seguro, eficaz y superior a una estrategia mixta. Sin embargo, la longitud del stent implantado continúa siendo una variable independiente de eventos cardíacos, independientemente de la estrategia utilizada. Futuros estudios randomizados deberán evaluar nuevas técnicas para el tratamiento de estas lesiones desafiantes.

## SUMMARY

**Clinical Outcome after Coronary Stent Overlap: Impact of mixed Vs exclusive use of bare and drug eluting stent.**

**Background:** Effective coverage of long coronary lesions usually requires stent overlap (SO). The clinical impact of hybrid stents (drug-eluting stent + bare metal stent) during SO is currently unknown. **Objective:** Evaluate the clinical outcome of SO according to stent use. **Methods:** We included all patients treated with SO during 2004-2008 and classified them accord-

ing to the SO strategy: Group E exclusive DES, Group H, DES plus bare-metal stent (BMS)] or Group BMS. Follow-up data was available in 92% (median 572 days, interquartiles 25-75%: 259-1012 days). **Results:** From 463 patients, 26.6% received only DES, 16.6% were H and 56.8% BMS. Patients included in M group were younger (Group E  $67,3 \pm 10.7$ ; Group H  $62.9 \pm 10.1$ ; Group BMS  $66.5 \pm 11.9$ ;  $p < 0.05$ ), and patients included in BMS group had significantly more acute coronary syndromes (Group E 17,1; Group H 16,9; Group BMS 29,7 ;  $p < 0.05$ ). Also, a hybrid strategy was used more frequently in the treatment of patients undergoing multiple vessel angioplasty. (Group E 22,8; Group H 37,7; Group BMS 22,1;  $p < 0.05$ ). There were no differences in mortality and stent thrombosis, related to the strategy used. Even though, mayor cardiac events were significantly lower when an ex-

clusive DES strategy was used (Group E 4,1; Group H 11,7; Group BMS 11 ;  $p < 0.05$ ). Multivariate analysis identified DES exclusive strategy (OR 0,27; IC 95% 0,10-0,70;  $p = 0,008$ ) and stent length (OR 1,03; IC 95% 1,01-1,05;  $p = 0,01$ ) as independent predictors of mayor cardiac events. **Conclusion:** a) an exclusive DES strategy was clinically superior to both H and BMS; b) overall, in the whole population, a longer SO was linked with a greater rate of thrombosis and/or target lesion revascularization.

**Key words:** long lesion; stents; coronary artery stenosis; coronary disease

---

**Conflicto de intereses:** No existen.

---

## BIBLIOGRAFÍA

- Sousa JE, Costa MA, Abizaid A, et al. Lack of neointimal proliferation after implantation of sirolimus-coated stents in human coronary arteries: a quantitative coronary angiography and three-dimensional intravascular ultrasound study. *Circulation* 2001;103:192-5.
- Sousa JE, Serruys PW, Costa MA. New frontiers in cardiology: drug-eluting stents: Part II. *Circulation* 2003;107:2383-9.
- Sousa JE, Serruys PW, Costa MA. New frontiers in cardiology: drug-eluting stents: Part I. *Circulation* 2003;107:2274-9.
- Stone GW, Ellis SG, Cannon L, et al. Comparison of a polymer-based paclitaxel-eluting stent with a bare metal stent in patients with complex coronary artery disease: a randomized controlled trial. *JAMA* 2005;294:1215-23.
- Sharp AS, Latib A, Ielasi A, et al. Long-term follow-up on a large cohort of "full-metal jacket" percutaneous coronary intervention procedures. *Circ Cardiovasc Interv* 2009;2:416-22.
- Grube E, Dawkins K, Guagliumi G, et al. TAXUS VI final 5-year results: a multicentre, randomised trial comparing polymer-based moderate-release paclitaxel-eluting stent with a bare metal stent for treatment of long, complex coronary artery lesions. *Euro-Intervention* 2009;4:572-7.
- Weisz G, Stone GW. Safety and efficacy of drug-eluting stents: on-label and off-label perspectives. *Rev Cardiovasc Med* 2008;9:46-61.
- Kirtane AJ, Gupta A, Iyengar S, et al. Safety and efficacy of drug-eluting and bare metal stents: comprehensive meta-analysis of randomized trials and observational studies. *Circulation* 2009;119:3198-206.
- Tahara S, Bezerra HG, Sirbu V, et al. Angiographic, IVUS and OCT evaluation of the long-term impact of coronary disease severity at the site of overlapping drug-eluting and bare metal stents: a substudy of the ODESSA trial. *Heart* 2010.
- Kronsteiner E, Lee RW, Sweeney JP, Metallo JR, Stoehr JD, Fortuin FD. Outcomes of overlapping bare-metal stents with sirolimus-eluting stents for long lesions in small coronary vessels. *J Invasive Cardiol* 2010;22:76-9.
- Foley DP, Pieper M, Wijns W, et al. The influence of stent length on clinical and angiographic outcome in patients undergoing elective stenting for native coronary artery lesions; final results of the Magic 5L Study. *Eur Heart J* 2001;22:1585-93.
- Mauri L, O'Malley AJ, Cutlip DE, et al. Effects of stent length and lesion length on coronary restenosis. *Am J Cardiol* 2004;93:1340-6, A5.
- Wong SC, Hong MK, Ellis SG, et al. Influence of stent length to lesion length ratio on angiographic and clinical outcomes after implantation of bare metal and drug-eluting stents (the TAXUS-IV Study). *Am J Cardiol* 2005;95:1043-8.
- Serruys PW, Daemen J, Morice MC, et al. Three-year follow-up of the ARTS-III - sirolimus-eluting stents for the treatment of patients with multivessel coronary artery disease. *EuroIntervention* 2008;3:450-9.
- Suh J, Park DW, Lee JY, et al. The relationship and threshold of stent length with regard to risk of stent thrombosis after drug-eluting stent implantation. *JACC Cardiovasc Interv* 2010;3:383-9.
- Wiemer M, Serruys PW, Miquel-Hebert K, et al. Five-year long-term clinical follow-up of the XIENCE V everolimus eluting coronary stent system in the treatment of patients with de novo coronary artery lesions: the SPIRIT FIRST trial. *Catheter Cardiovasc Interv* 2010;75:997-1003.
- Stone GW, Rizvi A, Newman W, et al. Everolimus-eluting versus paclitaxel-eluting stents in coronary artery disease. *N Engl J Med* 2010;362:1663-74.
- Serruys PW, Silber S, Garg S, et al. Comparison of zotarolimus-eluting and everolimus-eluting coronary stents. *N Engl J Med* 2010;363:136-46.
- Gershlick A, Kandzari DE, Leon MB, et al. Zotarolimus-eluting stents in patients with native coronary artery disease: clinical and angiographic outcomes in 1,317 patients. *Am J Cardiol* 2007;100:45M-55M.
- Uchida T, Popma J, Stone GW, et al. The clinical impact of routine angiographic follow-up in randomized trials of drug-eluting stents: a critical assessment of "oculostenotic" reintervention in patients with intermediate lesions. *JACC Cardiovasc Interv* 2010;3:403-11.



# Protección Radiológica en Cardiología Intervencionista

## Radiation protection in interventional cardiology

Durán Ariel<sup>1</sup>

**Palabras claves:** Radio protección, radiación, efectos nocivos, cáncer

### INTRODUCCIÓN

Desde que fueron descubiertos los Rayos X hace pocos más de 100 años, su uso en Medicina es cada vez más amplio. En el mundo se llevan a cabo, aproximadamente, 2.000 millones de exámenes diagnósticos y/o terapéuticos con rayos X al año y 32 millones de procedimientos de medicina nuclear.<sup>1</sup>

En el informe del año 2000 del Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR), se indicó que las aplicaciones médicas de la radiación ionizante representan con mucho la mayor fuente artificial causante de radioexposición. Con todo, según la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR), hay muchas posibilidades de reducir las dosis en la radiología de diagnóstico y se dispone de medidas sencillas y económicas para poder hacerlo sin correr el riesgo de perder información de diagnóstico. Al mismo tiempo, si bien los nuevos equipos y técnicas de diagnóstico están produciendo nuevos beneficios, algunos de los procedimientos entrañan la administración de dosis de radiación relativamente altas a los pacientes. Asimismo, se han notificado varias radiolesiones en cardiología intervencionista que si bien son poco frecuentes han centrado la atención en la necesidad de mejorar la protección radiológica de los pacientes sometidos a procedimientos de cardiología intervencionista.

Según datos del Registro SOLACI, entre 1998 y 2005 se reportaron en Latinoamérica 1.770.977 procedimientos de los cuales 446.999 (25,2%) fueron terapéuticos. Esto arroja un promedio anual de más de 221.372 procedimientos por año en 19 países de Latinoamérica lo que significa una media de 341 cateterismos diagnósticos por millón de habitantes y por año.<sup>2</sup>

Según la misma fuente, el promedio del año 2006 de intervención percutánea en Latinoamérica fue de 183 pacientes por millón de habitantes y se implantaron 85060 *stents* coronarios.<sup>2</sup>

Estas cifras hablan por sí solas de la importancia que tienen la utilización de los rayos X como herramienta diagnóstica y terapéutica y del potencial de producir efectos secundarios tanto en los pacientes como en el

personal ocupacionalmente expuesto, por lo que es nuestra obligación tomar conocimiento de ciertas medidas de protección que nos puedan ayudar a reducir los riesgos. Este enunciado cobra más importancia aún si tenemos en cuenta que las dosis de radiación que recibimos los Cardiólogos Intervencionistas son mayores que las que habitualmente reciben los Radiólogos Intervencionistas o los médicos que trabajan en Tomografía Computarizada entre otros.<sup>1</sup>

Además, el desarrollo progresivo de nuestra especialidad ha hecho que el riesgo se incremente ya que existen procedimientos cada vez más complejos que antes no se realizaban y que conllevan mayor tiempo de radioscopia: casos multiarteriales, braquiterapia, implante percutáneo de válvula aórtica, dispositivos sobre la válvula mitral, implante de prótesis en aorta torácica o abdominal etc.

### RADIOLESIONES E INDUCCIÓN DE CÁNCER

Los Rayos X pueden impactar directamente sobre el núcleo celular induciendo mutaciones sobre el ADN a través de un mecanismo de ionización y excitación del mismo por efecto directo e indirecto sobre el núcleo a través de la liberación de radicales libres. A partir de aquí existen tres posibilidades:

- que esa mutación se repare sin secuelas
- que la célula se muera (efecto determinista que puede dar lugar a radiolesión)
- o que la célula sobreviva mutada por una reparación defectuosa (efecto estocástico, potencialmente cancerígeno).

Por lo tanto, los Rayos X producen dos tipos de efectos deletéreos:

- **deterministas o radiolesiones** (tales como eritema, depilación, úlcera de piel, cataratas o esterilidad)
- **estocásticos o probabilistas** (principalmente cancerígenos).

Los **efectos deterministas** tienen un umbral de dosis de radiación, por debajo del cual no tienen lugar, por encima del cual su severidad aumenta con la dosis de radiación, por ejemplo las radiolesiones de piel o del cristalino. Para cada tipo de radiolesión existe un umbral de dosis diferente como se ve en la lista de efectos incluida más abajo (Tabla 1). Las células más radiosensibles son aquellas que se encuentran en el sustrato basal de la epidermis. Trabajos de campo realizados en Congresos y Jornadas Latinoamericanas han

<sup>1</sup> Sector de Hemodinamia. Hospital de Clínicas de la Facultad de Medicina de Montevideo- UDELAR. Miembro FACC.

**TABLA 1. Efectos deterministas. Dosis umbrales según órgano y/o tejido afectado**

Radiolesiones	Dosis Acumuladas (Gy)	
	Hombres	Mujeres
Eritema 1 a 24h luego de una irradiación	3-5	
Alopecia Reversible	5	
Irreversible	20	
Piel	Pigmentación (reversible) Aparece 8 días post-irradiación	
	Descamación seca o húmeda =20	
	Efectos tardíos Telangectasia, fibrosis dérmica	
Cristalino	Coagulación de las proteínas >2	
	Efectos: 2-10	
	Opacidades detectables	exposiciones anuales > 0.10 Sv/año
Cataratas	exposiciones anuales > 0.15 Sv/año	
Gónadas	Esterilidad Permanente	3.50-6.00 2.50-6.00
	Esterilidad Temporal	0.15 0.60

evidenciado que tanto los cardiólogos intervencionistas como el personal de sala ocupacionalmente expuesto poseen opacidades subcapsulares posteriores (lesiones radioinducidas características del cristalino).<sup>3</sup>

Los **efectos estocásticos o probabilistas** son aquellos cuya probabilidad aumenta con la dosis pero no su severidad, por ejemplo la inducción de cáncer, efectos genéticos o algunos de los efectos sobre el embrión/feto descendientes de padre o madre que han trabajado o recibido Rayos X. A efectos prácticos de protección radiológica, se asume que no existe un umbral para los efectos estocásticos. Las células son más radiosensibles cuanto mayor es la tasa mitótica o cuánto más indiferenciadas son.

## OBJETIVOS Y PRINCIPIOS DE LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

La estrategia para la protección radiológica viene determinada por el hecho de que las radiolesiones directas tienen umbral y los efectos cancerígenos no lo tienen. Es decir, las radiolesiones se pueden evitar sin más que controlar la dosis de radiación que se recibe de manera que no sobrepase ninguno de los umbrales. En cambio los efectos cancerígenos, al no tener umbral, no se pueden eliminar completamente, pero la probabilidad se puede reducir tanto, que el riesgo sea pequeño y en cualquier caso aceptable en comparación con los riesgos de cualquier otra actividad.

En resumen, el objetivo de la protección es evitar los efectos deterministas (radiolesiones, cataratas, etc.) y reducir en lo posible la probabilidad de efectos estocásticos (cancerígenos). Este objetivo se concreta en tres principios:

1. **Justificación** de que las exposiciones producen un beneficio neto frente a los riesgos que conllevan

2. **Limitación de dosis**, de manera que las exposiciones a los profesionales y al público no sobrepasan valores establecidos, por encima de los cuales se encuentran los umbrales de dosis para radiolesiones locales o el riesgo de inducción de cáncer llegaría a ser inaceptable.

3. **Optimización de la protección** de manera que las dosis se mantengan tan bajas como sea razonablemente posible haciendo que el beneficio neto sea el mayor posible. Optimizar en cardiología no es otra cosa que dar la dosis que se necesita para la intervención, pero no más.

Estos tres principios se aplican tanto a los trabajadores y al público. A los pacientes se les aplican también los principios de justificación y optimización, pero no se les aplican límites de dosis, ya que una vez justificada la exposición y optimizada la protección, el riesgo derivado de las dosis de radiación que pueda recibir el paciente, siempre se verá compensado con creces por el beneficio médico. En otras palabras que la imposición de límites de dosis a los pacientes iría en detrimento de los mismos.

## CUANTIFICACIÓN Y CONTROL DE LAS EXPOSICIONES

### Importancia de controlar las exposiciones

La formación básica en protección radiológica de cualquier especialista en cardiología intervencionista debería incluir el conocimiento de los factores que influyen en las dosis a los pacientes y a los profesionales que realizan los procedimientos. Los profesionales deben ser capaces de reconocer si los valores de dosis son elevados o “normales”. Si disponen de estos conocimientos tendrán la posibilidad de reducir las dosis de radiación cuando sean elevadas.

Durante la intervención se debe dar prioridad al objetivo clínico del procedimiento pero en la planificación previa de los procedimientos, y en el análisis de resultados deben tenerse en cuenta las dosis de radiación que reciben los pacientes y los profesionales. Para los profesionales, existen límites anuales de dosis recomendados internacionalmente y adaptados a las normas nacionales en todos los países. La única forma de constatar que se cumplen estos principios de protección radiológica es midiendo, documentando y evaluando las dosis de radiación que se están recibiendo. Sólo así se puede estar seguro de que no se sobrepasan los límites de dosis y de que la protección está bien optimizada. La cuantificación de las dosis es, por lo tanto, un instrumento esencial de la protección radiológica.

## PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DE LOS PACIENTES

### Control de las exposiciones

Para los pacientes no se aplican los límites de dosis. De los tres principios básicos de la protección radiológica (justificación, optimización y limitación), el tercero

no es aplicable a los pacientes ya que se supone que el beneficio derivado de las dosis de radiación que puedan recibir, siempre se verá compensado por el beneficio médico de la irradiación.

Los médicos adquieren una gran responsabilidad dado que tienen que decidir si el beneficio para el paciente compensa el riesgo radiológico y para ello deben conocer las dosis de radiación que imparten a los pacientes.

Aunque, como ya se ha indicado anteriormente, no existan límites de dosis para los pacientes, la ICRP recomienda que se apliquen “niveles de referencia” (NDR) que son valores indicativos de lo que se logra con buena práctica. Los valores medios a un grupo de pacientes no debería superar los NDR en condiciones normales de trabajo. Es muy importante recordar que los NDR no se aplican a pacientes individuales ya que las características de cada paciente y del tratamiento o diagnóstico concretos pueden significar variaciones individuales importantes, y puede ser necesario superar los NDR en un paciente particular.<sup>3</sup>

En los procedimientos guiados por fluoroscopia se ha cuestionado durante algunos años la procedencia de aplicar los NDR por los diferentes grados de complejidad que pueden tener los procedimientos. Sin embargo, en cardiología, se ha demostrado su viabilidad, y diferentes estudios realizados en la Unión Europea por Neofotistou en 2003 y por Balter en 2008 han concluido la conveniencia de recomendar los siguientes niveles de referencia aproximados.<sup>4,5</sup> (Tabla 2)

Es de destacar que los equipos modernos indican niveles de dosis recibidas por el paciente durante el procedimiento que deberían ser volcados en el informe del mismo. Aunque hay muchos factores que influyen en la relación entre las dosis a los pacientes y las dosis a los profesionales, en muchos de éstos, si se reducen las dosis a los pacientes, se reducirán proporcionalmente las dosis a los profesionales (si se mantienen el resto de factores constantes. En la tabla 3 adaptada de Vañó y col. (2006) ofrece un ejemplo de factores típicos de aumento de las dosis a los pacientes y a los profesionales al modificar el modo de operación o al realizar los procedimientos a pacientes de mayor espesor.<sup>6</sup>

### Optimización de la protección de los pacientes

Para obtener la imagen radiológica, algunos fotones de rayos X interactúan con los tejidos y son absorbidos

o dispersados mientras que otros atraviesan completamente al paciente. La imagen se produce gracias a que el haz de rayos X interactúa de manera diferente según cada tipo de tejido. El haz entrante al paciente es de una intensidad del orden de 100 veces mayor que el haz saliente por lo que la imagen se crea con el 1% remanente del haz de Rayos X. Por lo tanto, los tejidos a la entrada del haz (generalmente el dorso del paciente) reciben una dosis más alta, con un mayor riesgo de daño.

Las proyecciones con ángulos muy oblicuos hacen aumentar la dosis a la piel, elevando el riesgo para la misma (el haz de rayos X debe atravesar mayor espesor de tejido). La fluoroscopia pulsada irradia menos que la continua y la filmación irradia del orden de 10 veces más, en promedio, que la radioscopia.

La utilización de rejillas antidifusoras en los equipos mejora el contraste y por tanto la calidad de las imágenes aunque aumentan la dosis de radiación a los pacientes. Además, debemos recordar que los equipos modernos tipo “panel digital plano” tienen la capacidad de irradiar menos a los pacientes que los equipos con “intensificador de imagen” pero sólo si se usan en forma adecuada, es decir cumpliendo con el resto de las recomendaciones.

De estos enunciados podemos sacar las siguientes recomendaciones para **proteger al paciente**:

1. Trabajar con la mesa en la posición lo más alta posible para aumentar la distancia entre el paciente y la fuente de Rayos X (en los casos en los que no sea imprescindible situar el corazón en el isocentro) como se observa en la Tabla 1. Se define como isocentro al punto sobre el que giran los arcos en C. En cualquier angulación del arco, el haz de rayos X “pasa por el isocentro”.

**TABLA 2. Niveles de referencia. Recomendaciones según la práctica utilizada.**

Fuente	Procedimiento	NDR (Gy.cm <sup>2</sup> )
Europa (2003)	Angiografía coronaria	57
Europa (2003)	ACTP	94
Estudio OIEA (2008)	Angiografía coronaria	50
Estudio OIEA (2008)	Terapéutico	125

**TABLA 3. Factores modificables que influyen en la exposición a la radiación ionizante en pacientes y profesionales.**

Causas	Aumento en la dosis a la entrada del paciente	Aumento en la dosis a los profesionales
Cambio del modo de baja tasa de dosis en fluoroscopia a modo de alta tasa (para un paciente de 20 cm de espesor)	× 3.0	× 2.6
Cambio del campo de visión del intensificador de imagen de 23 al de 17 cm (para un paciente de 20 cm de espesor)	× 1.4	× 1.0
Cambio de espesor atravesado por la radiación (de un paciente de 16 cm a otro de 28 cm de espesor)	× 6.0	× 4.2
Cambio del régimen de fluoroscopia de baja tasa de dosis a cine (para un paciente de 20 cm de espesor)	× 10.0	× 8.3

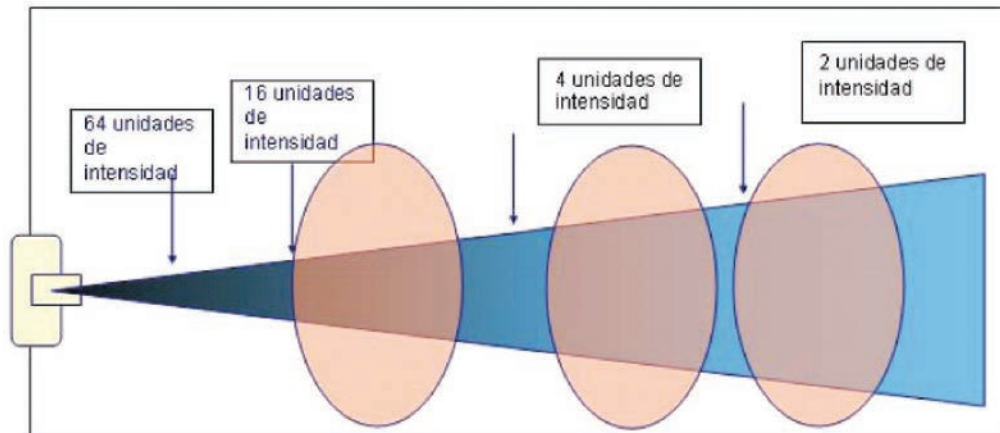


Figura 4. Distancia paciente - generador de rayos x y su relación con la intensidad de la radiación.

Si se modifica la altura de la mesa y el corazón no se sitúa en el isocentro, al cambiar la angulación del haz de rayos X, se debe mover la mesa (“panning”) para seguir viendo las arterias que se estaban visualizando con la angulación previa. Se estará entonces obligado en ese caso a hacer un poco de “panning” con lo que se pierde tiempo y se debe usar más fluoroscopia.

2. Evitar al máximo las proyecciones oblicuas o axiales extremas porque aumentan considerablemente la dosis en piel.

No trabajar en una sola proyección. Cuanto más roteemos el arco, la zona de piel sobre la que incide el haz de Rayos X es más amplia y se acumula menos la radiación en una zona de la piel. Esta consideración es tanto más importante cuanto más se prolongue la intervención y más radiación haya que utilizar. Esta medida es más efectiva si al mismo tiempo se colima el haz tanto como lo permita la zona a visualizar, como se explica en el punto siguiente.

3. Usar siempre la colimación ya que cuanto menor es la zona de incidencia menor es el volumen de tejido irradiado y la probabilidad de efecto estocástico es menor. La colimación evitará además el solape de irradiaciones en la piel en proyecciones con angulaciones próximas. Se recomiendan los equipos con “colimación virtual” que son los que permiten su aplicación así como la de los filtros, sin necesidad de activar la fluoroscopia.
4. El mismo concepto es válido para los filtros en cuña, generalmente hechos en cobre o tantalio, que pueden disminuir la dosis en la piel hasta 70% y mejorar sustancialmente la calidad de las imágenes.
5. En niños y en mujeres embarazadas que son sometidos a procedimientos invasivos, se deben extremar los criterios de protección.

## PROTECCIÓN OCUPACIONAL

### Control de las exposiciones y límites de dosis

Es preciso cuantificar las dosis con el fin de cerciorarse de que la protección está bien optimizada y que en

cualquier caso no se sobrepasan los límites, los que para exposición ocupacional, establecidos por la ICRP (ICRP, 2007) y las **Normas Básicas Internacionales de Seguridad son los siguientes:**<sup>7</sup>

- Dosis efectiva de 100 mSv en cinco años, lo que implica una dosis efectiva de 20 mSv por año, y se especifica que no se deben exceder los 50 mSv en cualquier año.

- Dosis equivalente de 150 mSv por año en cristalino (actualmente se recomienda hasta 20 mSv/año).

- Dosis equivalente de 500 mSv por año en la piel. Adicionalmente se establecen límites para las mujeres embarazadas y para los trabajadores entre 16 y 18 años. La Organización Mundial de la Salud, en una de sus publicaciones (específica para radiología intervencionista) (OMS, 2000) ha propuesto los siguientes “niveles de acción” que supondrían iniciar una investigación para averiguar las causas de los valores anómalos de dosis ocupacionales:<sup>8</sup>

Cuerpo entero (dosis efectiva)	0.5 mSv/mes
Cristalino	5 mSv/mes
Manos y extremidades	15 mSv/mes

Las dosis ocupacionales se miden habitualmente con dosímetros ocupacionales (de termoluminiscencia, de película fotográfica, de estimulación óptica, etc), aunque en algunas ocasiones pueden ser de gran utilidad los dosímetros electrónicos de lectura directa, que pueden informar en “tiempo real” sobre la dosis de radiación (dosis acumulada o tasa de dosis) que reciben los profesionales durante los procedimientos.

La ICRP (ICRP, 2000) recomienda el uso de dos dosímetros personales, uno sobre el delantal plomado y el segundo debajo del delantal plomado. De esta forma se puede estimar mejor la dosis efectiva que recibe el profesional y la dosis que pudieran recibir en el cristalino (con el dosímetro externo).<sup>7</sup>

### Optimización de la protección ocupacional

Las tres reglas de oro de la protección de los profesionales y del público son válidas en la cardiología intervencionista. Estas son: reducir el tiempo o la “cantidad de radiación”, aumentar la distancia y poner blindaje.



1. Reducir el tiempo y/o la cantidad de radiación se logra utilizando moderadamente la fluoroscopia, las tasas de dosis altas, utilizando fluoroscopia pulsada, moderando el número de filmaciones y el número de imágenes por toma, los filtros, la colimación, etc
2. Aumentar la distancia y “dar un paso atrás” cuando la intervención no requiera mantenerse totalmente arrimados al paciente, por ejemplo durante la filmación.
3. En cuanto al blindaje, está suficientemente comprobada la utilidad de la protección no sólo de los delantales plomados (la dosis es sólo del 5% de la que recibiríamos si no los usáramos) sino también de los lentes y otros aditamentos como los protectores de tiroides, las “hombreras” o las “pantorrilleras”, pero además las mamparas o vidrios plomados que deben colocarse entre el paciente y el operador así como las barreras o “polleras plomadas” entre la fuente y el operador deben considerarse como elementos imprescindibles para la práctica diaria. Los guantes plomados (que permitan mantener el tacto suficiente) sólo consiguen atenuar la radiación entre un 40-50%, siendo además de elevado costo y suponen la disminución de la habilidad y sensibilidad de las manos. Su desecho debe ser controlado para evitar la contaminación del medio ambiente.

Es preciso tener siempre en cuenta que la fuente de mayor radiación dispersa es el propio paciente y no el haz directo de rayos X. A mayor espesor de paciente y tamaño del haz la radiación dispersada o “reflejada” por el mismo se incrementa, y ésta es la que afecta a los profesionales expuestos (cuando se duplica el espesor del tórax del paciente se puede multiplicar la radiación dispersa por 5).

La intensidad de la radiación procedente de una fuente puntual decrece con el inverso del cuadrado de la distancia a medida de la fuente (ley del inverso del cuadrado de la distancia o también llamada de “un paso atrás”). Aunque la zona irradiada del paciente no es un “punto” sino un volumen relativamente grande, si el operador se aparta un poco del paciente se produce una reducción drástica de dosis, tal como se ejemplifica en el siguiente mapa de isodosis dentro de una sala de cateterismos: Véase que en la Fig. 5 que en un alejamiento de la primera a la segunda isodosis, o a la tercera, la dosis se reduce drásticamente (de 8 a 4 o a 2 unidades relativas).

Hay que tener en cuenta además el acceso vascular que se realiza al paciente ya que hay evidencia que con el acceso radial el primer operador puede recibir hasta el doble de dosis al cristalino cuando se compara con el acceso femoral.<sup>9</sup>

Por lo expuesto, existen 10 recomendaciones principales para proteger a los cardiólogos y demás profesionales ocupacionalmente expuestos:

1. Trabajar en colaboración con otros profesionales, tales como el Físico Médico, expertos en protección radiológica en aplicaciones médicas en medicina y cumpliendo las condiciones establecidas por la

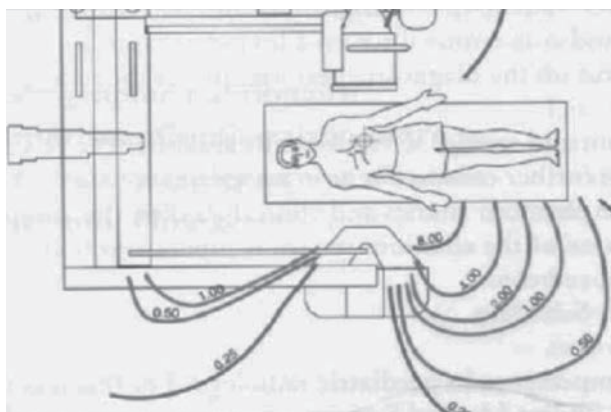


Figura 5. Ley del inverso del cuadrado de la distancia (“un paso atrás”)

- autoridad reguladora de radiaciones ionizantes de su país.
2. Usar dosímetros personales, preferentemente en número de dos: uno sobre el delantal plomado y otro por debajo. Observar sus dosis mensuales y en caso de duda consultar con el responsable de la protección en su hospital. La dosimetría electrónica adicional puede ayudar a optimizar los procedimientos.
3. Usar siempre delantales plomados, de preferencia de 2 piezas y cruzados al frente (para que en la parte frontal la protección sea equivalente a 0,5 mm de Pb), lo que permite que el peso del mismo se distribuya 70% en la cadera y sólo el 30% en los hombros. Si su personal usa delantal frontal de una sola pieza cerciórese de que nunca le den la espalda al tubo (práctica muy frecuente). No olvidar usar lentes plomados (equivalentes a 0,5 mm de Pb), protector de tiroides y, de ser posible, “hombreira” izquierda y “pantorrilleras”.
4. Fomentar el uso de equipos que incorporen elementos de disminución de dosis a los pacientes (fluoroscopia pulsada, filtros de cobre o similar en el haz, colimación virtual, etc). La tecnología digital de panel plano posee importantes beneficios sobre disminución de dosis si se siguen correctamente las indicaciones.
5. Trabajar con la mesa lo más alta posible (si no resulta imprescindible trabajar con el corazón en el isocentro) y usar el intensificador de imágenes o panel digital plano lo más cercano posible al tórax del paciente.
6. Nunca colocar sus manos en el campo de irradiación.
7. Siempre colimar y colocar los filtros en cuña, trabajar con fluoroscopia pulsada y filmar el mínimo posible. Use imágenes congeladas como referencia.
8. No olvide trabajar con vidrio protector entre usted y el paciente y colocar la pollera plomada entre usted y el tubo.
9. Evitar las proyecciones oblicuas o axiales extremas lo más posible.
10. Dar “un paso atrás” en el momento de la “filmación”.



## CONCLUSIONES

Los beneficios de la cardiología intervencionista son muy grandes y van en aumento, tanto en número de pacientes como en tipo y complejidad de las intervenciones que, a su vez, abren nuevos horizontes y traen nuevos beneficios. Esto hace que la práctica haya llegado a situarse entre las que más exposición a la radiación ionizante produce, tanto a los pacientes como a los profesionales.

A nivel individual, estas exposiciones en circunstancias desfavorables y en ausencia de protección han alcanzado los umbrales de las radiolesiones tanto en el caso de los pacientes (principalmente en piel) como de los cardiólogos (en cristalino y en zonas no protegidas, tales como depilación de las manos o piernas).

Los objetivos de la protección radiológica son el evitar las radiolesiones y reducir los riesgos de inducción de cáncer a niveles aceptablemente bajos. Para alcanzar estos objetivos, se cuenta con tres principios: justificación, optimización, y límites de dosis. Estos tres principios se aplican a los profesionales y al público, pero los límites de dosis no son aplicables a los pacientes, para quienes basta con que la intervención esté justificada y la protección se haya optimizado.

Estos principios aplicados a la cardiología intervencionista, conducen a unas cuantas recomendaciones que si se aplican cuidadosamente evitan las radiolesiones severas en el caso de los pacientes, y todas las radiolesiones en el caso de los profesionales. Así mismo redu-

cen la probabilidad de efectos cancerígenos a niveles muy bajos. Esto último es especialmente importante en el caso de niños y jóvenes y en el caso de profesionales. Hay una serie de medidas de protección que reducen las dosis de pacientes y de profesionales, tales son el uso prudente de las tasas de dosis altas y de las proyecciones muy oblicuas, y el uso de fluoroscopia pulsada, de la colimación y de los filtros en cuña. Hay otras medidas tales como el uso de mamparas blindadas o el "dar un paso atrás" durante la "filmación" que reducen las exposiciones a los profesionales pero no la de los pacientes. Otras medidas son las de cambiar la proyección del haz, que protegen la piel del paciente frente a las radiolesiones pero protegen al profesional. Pero a grandes rasgos, gran parte de las medidas para proteger a los pacientes redundan en protección a los profesionales.

El conocimiento de cómo protegerse y proteger a los pacientes es crucial. Por ello, la formación continuada y el intercambio de información son la herramienta fundamental para los cardiólogos. Existe un Plan de Acción Internacional y una página Web que facilita material didáctico e intercambio de información.

La colaboración de SOLACI y su interacción con los programas del OIEA puede ser muy beneficiosos para profesionales y pacientes.

---

**Conflictos de intereses:** No existen.

---

## BIBLIOGRAFÍA

1. Página web del OIEA <http://pop.iaea.org>
2. Página web de SOLACI 2008 ([www.solaci.org](http://www.solaci.org))
3. Eliseo Vaño, Norman J Kleiman, Ariel Durán, Madan M Rehani, Darío Echeverri, Mariana Cabrera. Radiation Cataract Risk in Interventional Cardiology Personnel. *Radiation Research* 2010;174, 490-495.
4. Neofotistou V, Vano E, Padovani R, Kotre J, Dowling A, Toivonen M, Kottou S, Tsapaki V, Willis S, Bernardi G, Faulkner K. Preliminary reference levels in interventional cardiology. *Eur Radiol* 2003;13(10):2259-63.
5. Balter S, Miller DL, Vano E, Ortiz Lopez P, Bernardi G, Coteló E, Faulkner K, Nowotny R, Padovani R, Ramirez A. A pilot study exploring the possibility of establishing guidance levels in x-ray directed interventional procedures. *Med Phys*. 2008 Feb;35(2):673-80.
6. Vaño E, González L, Fernández JM, Prieto C, Guibelalde E. Influence of patient thickness and operation modes on occupational and patient radiation doses in interventional cardiology. *Radiat Prot Dosimetry*. 2006;118(3):325-30.
7. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103. *Ann ICRP*. 2007;37(2-4):1-332.
8. Efficacy and Radiation Safety in Interventional Radiology. WHO 2000, Geneva.
9. Larrazet F, Dibie A, Philippe F, et al. Factors influencing fluoroscopy time and dose-area product values during ad hoc one vessel percutaneous coronary angioplasty. *The British Journal of Radiology* 2003;76:473-77.

# Adaptación de la técnica “Mother and Child” para Oclusión Total Crónica con Catéter Guía Chaperon

Technical adaptation of the "Mother and Child" for Chronic Total Occlusion Guide Catheter chaperon

Goldsmid Alejandro<sup>1</sup>, Szejfman Carlos, Chiminela Fernando, Szejfman Matías, Baucero Guillermo, Bettionti Marcelo

**Palabras clave:** CTO, Mother and Child, Chaperon, Recanalización

## INTRODUCCIÓN

Los distintos tipos de lesiones oclusivas totales coronarias se diferencian tanto en su fisiopatología, como también en su forma de presentación clínica y en el abordaje terapéutico de la misma. Esto permite dividirlos en tres grandes grupos; la oclusión aguda (ej. infarto agudo de miocardio), oclusión aguda *crónica* (ej. infarto no reperfundido mayor a 24 hs pero menor a 3 meses) y la oclusión total crónica (CTO), esta última por definición (según el Euro CTO Club) es cuando la arteria se encuentra totalmente ocluida sin flujo anterogrado y dicha enfermedad es **mayor a 3 meses** calculada ya sea por la sintomatología o por el análisis angiográfico.

A simple vista, los dos últimos grupos desde el análisis angiográfico, carecen de diferenciación alguna. Analizando el estudio OAT, la mera reapertura de la arteria, no evidenció un beneficio clínico, a diferencia de aquellos pacientes que a pesar de tener una arteria coronaria totalmente ocluida con un estudio positivo para isquemia o ser sintomáticos, luego de su revascularización se observó una mejoría en su sintomatología, esto define a las “CTO reales”,<sup>1</sup> es decir, además que mejoran el estatus funcional, la función ventricular, la normalización de estudios funcionales, y en algunos casos evitan la cirugía de *by pass*.<sup>2,3</sup>

En contraposición en aquellos que no han sido revascularizados no han podido ser revascularizados, estos, han aumentado su mortalidad y tasa de complicaciones.<sup>4</sup>

El tratamiento de la CTO no es una técnica sencilla ni carente de complicaciones, entre las principales complicaciones se enumeran, la muerte cardiaca en el 0,2%, el Infarto tipo Q en el 0,2%, la insuficiencia renal aguda inducida por contraste en el 1,2%, la perforación anterograda y retrograda en el 7,2% y 13,6%, respectivamente, con una tasa de éxito angiográfico que oscila entre el 86 - 91% de los casos.

El mayor desafío del tratamiento endovascular de una CTO se basa en poder establecer correctamente cual es la mejor estrategia y la técnicas más adecuada a utilizar para tener así un alto éxito angiográfico con una mínima tasa de complicaciones.

## HISTORIA CLÍNICA

Paciente de 68 años, hipertenso con antecedentes de infarto de miocardio de cara inferior hace 6 meses sin terapéutica de reperfusión, que consulta por angina progresiva, actualmente en clase funcional IV, por lo que se le realiza un ecocardiograma que evidencia un deterioro moderado de la función ventricular. Se decide optimizar tratamiento médico (AAS 10 mg/día, Atenolol 75 mg/día, Enalapril, 5 mg/día, Atorvastatina 20 mg/día, nitratos 80 mg /día) y realizar un cámara gama reposo/esfuerzo, la cual es detenida por caída de la presión arterial a baja carga.

En vista del cuadro clínico se realizó una coronariografía diagnóstica que evidencio una arteria Coronaria Derecha (CD) 100% ocluida proximal (Figura 1), el Tronco de la coronaria izquierda (TCI), la arteria Descendente Anterior y la arteria Circunfleja no evidenciaban lesiones significativas si visualización de circulación colateral. Se interpretó el cuadro angiográfico por las características de la misma y por los tiempos de la sintomatología como una lesión oclusiva crónica. La decisión terapéutica del cuadro clínico fue la de realizar una revascularización endovascular de la CTO con el objetivo de disminuir los síntomas, reducir la isquemia miocárdica y mejorar la función ventricular.

## CONSIDERACIONES TÉCNICAS

El Dr. Saito S. (presentación oral realizada en el Asian Live Demonstration, Seul Korea 2003) refiere que las indicaciones de angioplastia coronaria para CTO deberían ser en A- Pacientes con angina sintomática, B- Estudio de esfuerzo con ejercicio/farmacológico positivo, C-Pacientes jóvenes, D- Ausencia de enfermedad significativa en otras arterias coronarias, E- En aquellos pacientes con deterioro de la función ventricular, en quienes si se les practicara una recanalización exitosa es esperable que mejoren su función ventricular. Ya que

nuestro paciente cumple con dichos criterios y según bibliografía descrita entre otras, se decidió realizar una Angioplastia Transluminal Coronaria (ATC) a la lesión oclusiva de la CD.

Previa anticoagulación endovenosa (10.000 UI Heparina Sódica) y utilizando un catéter guía AL 2, para obtener un adecuado soporte y coaxialidad con la arteria, se intentó inicialmente la recanalización con una cuerda .014" tipo floppy, luego con una guía intermedia y por ultimo e intercambio la cuerda

guía por una ASAHI Miracle Bros 4.5 de 300 cm sin éxito, ante lo cual se re evaluó la estrategia a seguir (Figura 2).

La planificación de inyección contralateral como así también las técnicas de *side branch technique*, *anchoring ballon technique*, *CART* y acceso retrogrado no eran viables debido a la ausencia de circulación colateral. El acceso anterogrado es el ideal pero a pesar del adecuado apoyo del catéter guía, la cuerda específica para CTO y soporte por medio de balón, no

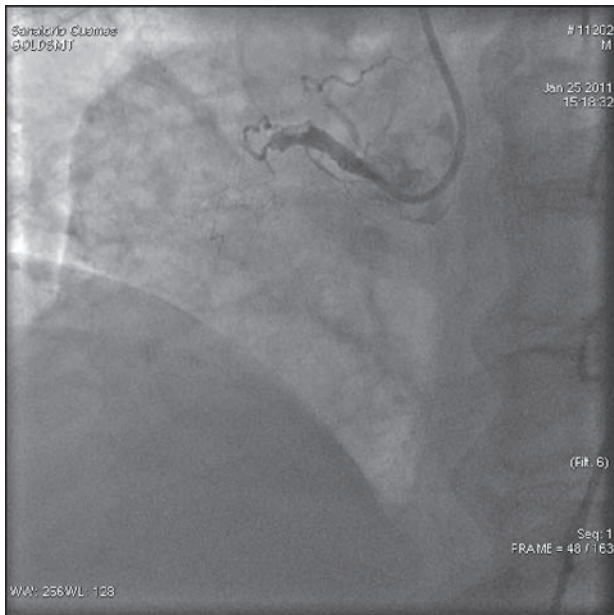


Figura 1. Coronariografía. Oclusión proximal de arteria coronaria derecha



Figura 2. Recanalización coronaria. Intento frustrado utilizando cuerda guía 0.014" Miracle 4.5

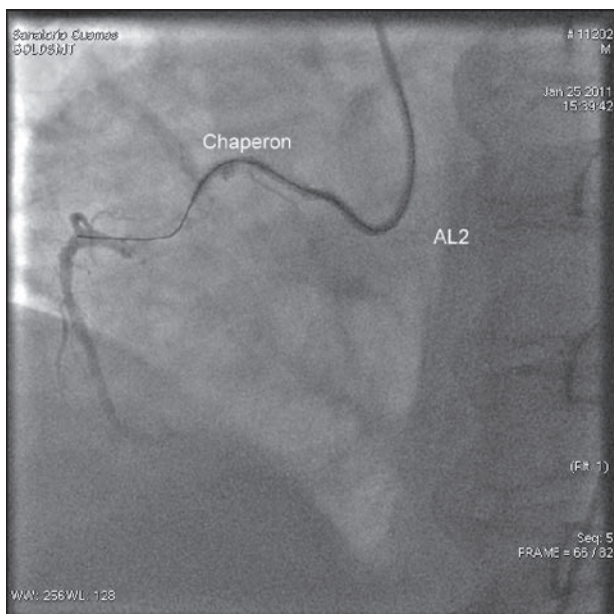


Figura 3. Recanalización coronaria. Técnica "Mother and Child" con catéter Chaperon

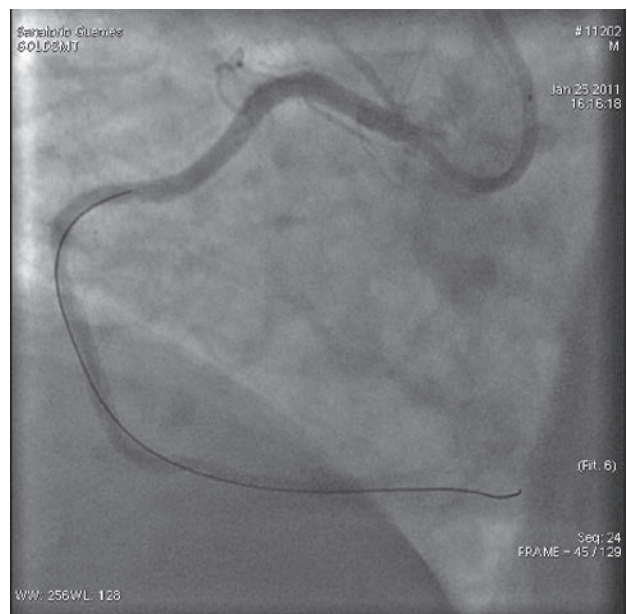


Figura 4. Recanalización coronaria exitosa.

resultó eficaz en lograr la recanalización. En estos casos la utilización del la “*técnica del Mother and Child*” o “5 en 6” con el uso del catéter Heartrail II Terumo, sería una de las indicaciones. Dicha tecnología no se encontraba disponible en el país al momento del procedimiento. Pero sabiendo los beneficios del la recanalización ya manifestados, se decidió *in situ* realizar una modificación de la técnica.

Se utilizó un catéter guía *Chaperon Terumo 5 Fr*, dicho catéter ha sido específicamente diseñado para tratamiento de embolizaciones de aneurismas cerebrales, con la característica que es un guía 5 Fr de 117 cm que da casi 20 cm extra de catéter guía cuando es introducido (“Child”) dentro de un catéter guía convencional (“Mother”) (Figura 3). Esta adaptación nos ha permitido no solamente poder navegar dentro de la coronaria derecha, sino además poder inyectar selectivamente con poca sustancia de contraste disminuyendo el riesgo de nefropatía y un adecuado soporte para realizar una recanalización óptima.

La misma se pudo realizar exitosamente, permitiéndonos obtener flujo TIMI III (Figura 4). El paciente fue dado de alta a las 48 Hs posteriores sin complicaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Gerald Werner et al. *Chronic Total Occlusion and the occlusion artery trial*. *Eurointerv* 2008;4:23-27
2. Silber S, Alertsson P, Aviles FF, Camici PG, Colombo A, Hamm C, Jorgensen E, Marco J, Nordrehaug JE, Ruzyllo W, Urban P, Stone GW, Wijns. *Guidelines for percutaneous coronary interventions. The Task Force for percutaneous coronary interventions of the European Society of Cardiology*. *Eur Heart J*. 2005;26: 804-47.
3. Melchior JP, Doriot PA, Chatelain P, Meier B, Urban P, Finci L, Rutishuser W. *Improvement of left ventricular contraction and relaxation synchronism after recanalization of chronic total coronary occlusion by angioplasty*. *J Am Coll Cardiol*. 1987;9:763-8.
4. Van Der Schaaf RJ, Vis MM, Sjauw KD, Koch KT, Baan J Jr, Tijssen JG, de Winter RJ, Piek JJ. *Impact of Multivessel Coronary Disease on Long Term Mortality in Patients with ST-Elevation Myocardial Infarction is Due to presence of a Coronary Total Occlusion*. *Am J Cardiol* 2006;98:1165-9.

## DISCUSIÓN

Consideramos que la utilización de una técnica diferente en las CTO, en este caso en forma exitosa, es alentadora. Sin embargo, es primordial la elección del caso clínico y posteriormente la factibilidad angiográfica de la anatomía coronaria para poder realizarla.

En este caso la elección de la “*técnica mother and child modificada*” con la utilización del catéter guía *chaperon*, dio un excelente soporte, de manera sencilla y rápida; y permitió lograr en forma segura y fácil la intervención percutánea aportó.

## CONCLUSIÓN

La modificación de la técnica de *Mother and Child* con catéter guía *Chaperon Terumo 5 Fr* y *AL2 7 Fr* convencional permitió realizar una recanalización exitosa, con una baja dosis de contraste y adecuado soporte.

**Key words:** *CTO, Mother and Child, Chaperon, Recanalization*

---

**Conflicto de intereses:** No existen.

---

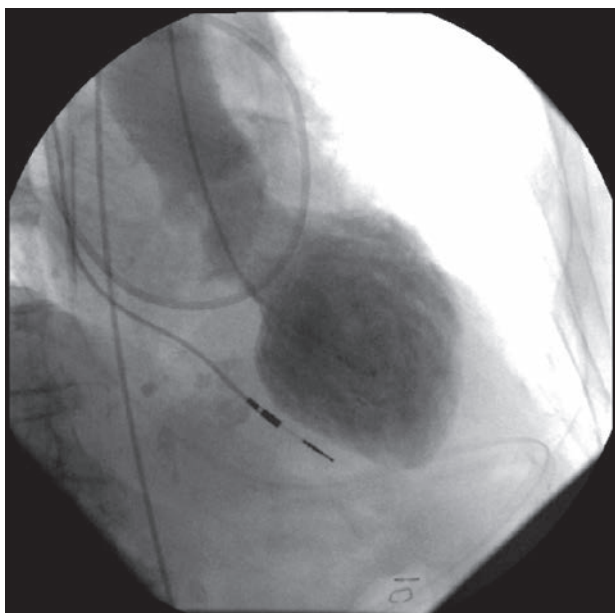


# Discinesia Apical Transitoria

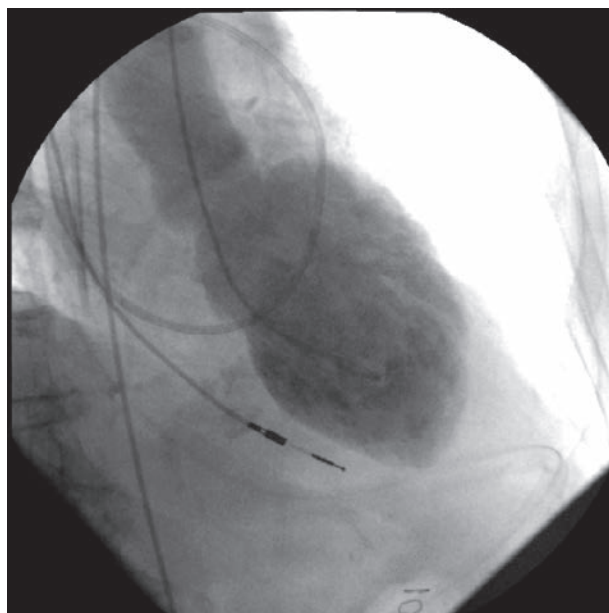
## Transient Apical Balloning

Gustavo Leiva<sup>1</sup>

**Palabras clave:** Tako tsubo, Miocardiopatía por stress, Discinesia apical transitoria, Infarto con coronarias normales



V. Izq. en Sístole



V Izq. en Diástole

El síndrome de discinesia apical transitoria (“apical ballooning”) se caracteriza por una alteración funcional del ventrículo izquierdo con hipocinesia, acinesia o discinesia de los segmentos apicales e hipercontractilidad de los segmentos basales.

Su presentación clínica es la de un síndrome coronario agudo, con supradesnivel ST y posterior negativización de onda T, ocasional aparición transitoria de ondas Q, intervalo QT prolongado y, en la mitad de los casos, elevación enzimática. Se considera que el 1 a 2% de los pacientes que se presentan con un infarto agudo de miocardio lo padecen.

La etiopatogenia es desconocida, habiéndose involucrado hasta la actualidad mecanismos como el vasoespasmo coronario difuso, trastornos de microcirculación con afectación de la reserva de flujo coronario, descarga masiva de catecolaminas y alteraciones estructurales del ventrículo izquierdo, entre otras.

Se han sugerido diversos criterios diagnósticos que se resumen en:

- Discinesia o acinesia transitoria de los segmentos apicales y medios del ventrículo izquierdo de distribución vascular correspondiente a más de una arteria epicárdica.

- Ausencia de enfermedad coronaria obstructiva o evidencia de rotura aguda de placa en la angiografía.
- Nueva aparición de anomalías en el trazado ECG, como elevación del segmento ST o inversión de la onda T.
- Ausencia de traumatismo craneoencefálico reciente o hemorragia subaracnoidea, feocromocitoma, miocarditis, miocardiopatía hipertrófica o aturdimiento miocárdico de origen isquémico.

El pronóstico es generalmente bueno, recuperándose la función ventricular entre las dos semanas y los dos meses del episodio agudo, aunque el cuadro puede complicarse con insuficiencia cardíaca, arritmias, embolias, shock cardiogénico y ruptura cardíaca.

En el caso que se presenta existe una clara acinesia de todos los segmentos apicales del ventrículo izquierdo en una magnitud que excede el territorio de distribución de cualquier vaso coronario; la coronariografía no muestra lesiones de significación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Prasad A, Lerman A, Rihal CS. Apical ballooning syndrome (Tako-Tsubo or stress cardiomyopathy): a mimic of acute myocardial infarction. *Am Heart J* 2008 Mar;155(3):408-17
2. Hurst RT, Prasad A, Askew JW<sup>3rd</sup>, Sengupta PP, Tajik AJ. Takotsubo cardiomyopathy: a unique cardiomyopathy with variable ventricular morphology. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2010 Jun;3(6):641-9.
3. Margev R, Diamond P, McCann H, Sugrue D. Dobutamine stress echo-induced apical ballooning (Takotsubo) syndrome. *Eur J Echocardiogr*. 2009 May;10(3):395-9.

<sup>1</sup> Servicio de Hemodinamia y Cardioangiología Intervencionista. Hospital Británico de Buenos Aires. Argentina