



## ¿Son adecuadas las dosis de radiación que utilizamos en los procedimientos intervencionistas?

### *Optimizing radiation exposure in interventional cardiology: are current doses appropriate?*

Eliseo Vañó Carruana<sup>a,b,\*</sup>, José Miguel Fernández Soto<sup>a,b</sup> y Roberto Mariano Sánchez Casanueva<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Servicio de Física Médica, Instituto de Investigación Sanitaria del Hospital Clínico San Carlos (IdISSC), Madrid, España

<sup>b</sup> Departamento de Radiología, Universidad Complutense, Madrid, España

#### VÉASE CONTENIDO RELACIONADO:

<https://doi.org/10.24875/RECIC.M23000372>

¿Son adecuadas las dosis de radiación que utilizamos en los procedimientos intervencionistas? Esta pregunta debería poder ser respondida por los cardiólogos y tiene especial relevancia cuando se trata de pacientes pediátricos. Además, la respuesta es relevante no solo para los pacientes, sino también para los profesionales implicados en los procedimientos. Las dosis de radiación ocupacionales que reciben esos profesionales están relacionadas con las dosis que reciben los pacientes, y la «optimización» (mantener las dosis de radiación tan bajas como sea posible, dando prioridad a los objetivos clínicos de los procedimientos) se debe gestionar de forma «integrada» para los pacientes y para los profesionales implicados<sup>1</sup>.

En las recomendaciones de la *International Commission on Radiological Protection* (ICRP) se propone la utilización de los «niveles de referencia para diagnóstico» (NRD) para ayudar en la optimización de los procedimientos de imagen con radiaciones ionizantes (incluyendo los procedimientos intervencionistas)<sup>2</sup>.

Los NRD se consideran indicativos de «buena práctica». Se recomienda que se establezcan para indicaciones clínicas concretas y se pueden calcular para el ámbito local, nacional o regional, con los terceros cuartiles de las medianas de los indicadores de dosis para los pacientes de varios centros representativos de esas prácticas clínicas<sup>2</sup>.

En los Estados Unidos se ha propuesto la denominación de *achievable dose values* para el percentil del 50% en vez del tercer cuartil. La ICRP consideró que esa aproximación (utilizando la mediana) se podía utilizar como una mejora adicional en la optimización, pero se ha mantenido la recomendación del tercer cuartil para el cálculo de los NRD<sup>2</sup>.

Para los procedimientos intervencionistas, la magnitud radiológica más utilizada es el *producto kerma área* (PKA) (que numéricamente coincide con el producto dosis área [PDA]) como uno de los principales indicadores de las dosis de radiación que se imparten a los pacientes. Como indicadores secundarios se pueden utilizar también el *kerma* en el punto de referencia a la entrada del paciente (15 cm por debajo del isocentro), el tiempo de fluoroscopia y el número de imágenes de cine. Estos 2 últimos indicadores son cada

vez menos relevantes por depender las dosis de los diferentes modos de adquisición de las imágenes.

La ICRP recomienda que se tenga en cuenta la complejidad de los procedimientos intervencionistas, ya que puede dar lugar a incrementos importantes en los NRD. La complejidad puede ser muy diferente para un mismo procedimiento con las mismas o similares indicaciones clínicas, y debería evaluarse su impacto en las dosis a los pacientes<sup>3,4</sup>.

Las recomendaciones de la ICRP se han incluido en la normativa europea (Directiva 59/2013 EURATOM)<sup>5</sup> y en las correspondientes guías de recomendaciones prácticas de la Unión Europea<sup>6,7</sup>. Para los procedimientos pediátricos, se sugiere que los NRD se calculen por tramos de edad y de peso de los pacientes<sup>2</sup>.

Las dosis de radiación a los pacientes pediátricos varían de forma muy importante con el tamaño y el peso, y estas variaciones son inevitables, pero se deben evitar aquellas debidas al uso inadecuado de las técnicas de imagen (diferentes modos de fluoroscopia o de cine) o a los protocolos utilizados. Los NRD ayudan a optimizar la protección radiológica.

Se pueden utilizar distintos modos de fluoroscopia y de cine con tasas de dosis (y calidad de imagen) muy diferentes, con un gran impacto en las dosis de radiación que reciben los pacientes. La colimación, las angulaciones del arco del equipo de rayos X, la grabación de las secuencias de fluoroscopia para ahorrar secuencias de cine y las adquisiciones rotacionales tienen un impacto relevante sobre las dosis de radiación.

Conocer los resultados de los controles de calidad de los equipos de rayos X (para saber cuánta dosis suponen las adquisiciones de cine frente a las de fluoroscopia) y la colaboración de los radiofísicos hospitalarios con los cardiólogos, junto con las sesiones de formación continuada en protección radiológica, permiten reducir de manera importante las dosis de radiación para los pacientes y para el personal implicado en los procedimientos.

Todas esas variables en los modos de operación pueden modificar sustancialmente las dosis impartidas a los pacientes y la calidad de

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [eliseov@med.ucm.es](mailto:eliseov@med.ucm.es) (E. Vañó Carruana).

Online el 9 de agosto de 2023.

Full English text available from: <https://www.recintervcardiol.org/en>.

2604-7306 / © 2023 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Permanyer Publications. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND 4.0.

la información diagnóstica, y por ello es importante el conocimiento y la experiencia de los cardiólogos con sus respectivos equipos de imagen. En general, los equipos más modernos permiten reducir las dosis de radiación con una información diagnóstica similar (o mejorada). La manera de cuantificar todos esos factores y decidir si son necesarias algunas acciones correctoras es comparar las dosis de radiación para procedimientos concretos con los NRD.

El Real Decreto que transpone parte de la Directiva Europea a la legislación española<sup>8</sup> indica que se apliquen los NRD y que se revisen regularmente. Si esos niveles se superaran de forma constante y significativa, o si se degradara la calidad de las imágenes de manera reiterada, se debería proceder a las correspondientes revisiones locales y adoptar sin dilación las medidas correctoras adecuadas.

Algunos sistemas de gestión automática de dosis permiten recibir y procesar en tiempo real las dosis de radiación que reciben los pacientes y los operadores, y generar alertas que ayudan a que la práctica intervencionista sea más segura<sup>9,10</sup>.

En España se han publicado varios trabajos sobre los NRD en cardiología intervencionista para pacientes adultos (programa DOCCACI)<sup>11,12</sup> con la implicación de la Sociedad Española de Cardiología.

Hasta ahora no se habían publicado resultados de ámbito nacional sobre las dosis recibidas por los pacientes en cardiología intervencionista pediátrica. El reciente trabajo de Rueda Núñez et al.<sup>13</sup> presenta los resultados del *Registro Radcong-21* del Grupo de Trabajo de Hemodinámica de la Sociedad Española de Cardiología Pediátrica y Cardiopatías Congénitas (GTH-SECPCC), con valores globales de una muestra de 1.090 procedimientos de 10 centros hospitalarios. Este registro representa un importante esfuerzo que podrá permitir a otros centros compararse con indicadores dosimétricos obtenidos de una muestra representativa de varios hospitales españoles en pacientes con cardiopatías congénitas, tratados con cateterismo cardíaco, agrupados por tipo de procedimiento y grupos RER (riesgo estimado de radiación).

Los valores que han utilizado los autores son las medianas, aunque los valores de los NRD se refieren a los terceros cuartiles de las medianas en los diferentes centros implicados. Para algunos procedimientos concretos de patologías prevalentes (coartación de aorta, oclusión de comunicación interauricular, oclusión de *ductus*, valvuloplastia aórtica, valvuloplastia pulmonar e implante de prótesis pulmonar) se indican los valores concretos del PDA/kg, siguiendo la metodología utilizada por Quinn et al.<sup>14</sup> en los Estados Unidos.

El PDA/kg/fluoroscopia es un parámetro confuso a efectos comparativos, ya que el PDA total incluye la contribución de las adquisiciones de imágenes con fluoroscopia (que pueden corresponder a modos de fluoroscopia distintos, con valores de dosis muy diferentes) y las adquisiciones de las imágenes de cine.

Con objeto de facilitar las comparaciones y las posibles acciones de optimización, los autores podrían ofrecer en próximas actualizaciones de resultados los valores de los indicadores dosimétricos (PDA/kg) particularizados para más tipos de procedimientos, y utilizando los terceros cuartiles de las medianas de cada centro, para los tramos de peso recomendados por la ICRP y las guías europeas<sup>2,6,7</sup>.

Se puede plantear si es mejor un análisis global por grupos de varios tipos de procedimientos o un análisis particularizado para procedimientos con indicaciones clínicas concretas. Quinn et al.<sup>14</sup> prefieren el análisis por grupos de tipos de procedimientos gestionando como parámetro dosimétrico principal los rangos de valores del PDA/kg. Sin embargo, el tratamiento global no permite analizar los procedimientos concretos que pueden precisar medidas

correctoras si las dosis que se imparten a algunos pacientes pudieran ser muy elevadas. Esas dosis más altas que las consideradas de «buena práctica» se pueden estar utilizando en ciertos procedimientos, pero no en otros, dentro de los 3 grupos REC (*Radiation Exposure Category*) propuestos por Quinn et al.<sup>14</sup> en su metodología. La ventaja de los NRD por grupos de peso es que los valores se calculan para indicaciones clínicas concretas y permiten una fácil comparación con los indicadores de dosis que se utilizan en los diferentes hospitales para esos procedimientos.

Los valores globales de PKA/kg para grupos de diferentes procedimientos se pueden compensar si hay procedimientos que utilicen dosis de radiación mayores que las necesarias (por utilizar demasiadas adquisiciones de cine o modos de fluoroscopia de mayor dosis, o por falta de colimación, etc.) con otros que se realicen con dosis de radiación aceptables. Se puede tener una información global de mejora (reducción de las dosis en grupos de procedimientos), pero eso no significa que exista una mejora en todos los tipos de procedimientos.

El esfuerzo realizado por el GTH-SECPCC de obtener y procesar los valores del PDA/kg es un avance importante que se podría completar en el futuro, estableciendo unos valores iniciales de los NRD (valores de PKA) en España, por grupos de peso y edad, recomendados en las guías europeas y por la ICRP.

## FINANCIACIÓN

Ninguna.

## CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ICRP. Occupational radiological protection in interventional procedures. ICRP Publication 139. Ann. ICRP 2018 47. Disponible en: <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20139>. Consultado 17 Jun 2023.
2. ICRP. Diagnostic reference levels in medical imaging. ICRP Publication 135. Ann. ICRP 2017. Disponible en: <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20135>. Consultado 17 Jun 2023.
3. Bernardi G, Padovani R, Morocutti G, et al. 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; discussion 10.
4. Balter S, Miller DL, Vano E, et al. A pilot study exploring the possibility of establishing guidance levels in x-ray directed interventional procedures. *Med Phys.* 2008;35:673-680.
5. EUR-LEX. Council directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation and repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom. Official Journal of the European Union. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2013/59/oj>. Consultado 3 Jul 2023.
6. Radiation Protection No 185 - European Guidelines on Diagnostic Reference Levels for Paediatric Imaging. Directorate-General for Energy Directorate D. Radiation Protection and Nuclear Safety. 2018. Disponible en: [https://energy.ec.europa.eu/system/files/2018-09/rp\\_185\\_0.pdf](https://energy.ec.europa.eu/system/files/2018-09/rp_185_0.pdf). Consultado 17 Jun 2023.
7. Radiation Protection 195. European study on clinical diagnostic reference levels for X-ray medical imaging EUCLID. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2021. Disponible en: [European study on clinical diagnostic reference levels for X-ray medical imaging - Publications Office of the EU \(europa.eu\)](https://energy.ec.europa.eu/system/files/2021-09/rp_195_0.pdf). Consultado 3 Jul 2023.
8. Real Decreto 601/2019, de 18 de octubre, sobre justificación y optimización del uso de las radiaciones ionizantes para la protección radiológica de las personas con ocasión de exposiciones médicas. Boletín Oficial del Estado

- núm. 262, de 31 de octubre de 2019. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2019/10/18/601>. Consultado 19 Jun 2023.
9. Vano E, Sanchez RM, Fernandez JM. Strategies to optimise occupational radiation protection in interventional cardiology using simultaneous registration of patient and staff doses. *J Radiol Prot.* 2018;38:1077-1088.
  10. Vano E, Fernandez-Soto JM, Ten JI, Sanchez Casanueva RM. Occupational and patient doses for interventional radiology integrated into a dose management system. *Br J Radiol.* 2023;96:20220607.
  11. Sánchez RM, Vano E, Fernández JM, Escaned J, Goicolea J, Pifarré X; DOCCACI Group. Initial results from a national follow-up program to monitor radiation doses for patients in interventional cardiology. *Rev Esp Cardiol.* 2014;67:63-65.
  12. Sánchez R, Vañó E, Fernández Soto JM, et al. Updating national diagnostic reference levels for interventional cardiology and methodological aspects. *Phys Med.* 2020;70:169-175.
  13. Rueda Núñez F, Abelleira Pardeiro C, Insa Albert B, et al. Dosimetric parameters in congenital cardiac catheterizations in Spain: the GTH-SECPCC Radcong-21 multicenter registry. *REC Interv Cardiol.* 2023. <https://doi.org/10.24875/RECICE.M23000372>.
  14. Quinn BP, Cevallos P, Armstrong A, et al. Longitudinal Improvements in Radiation Exposure in Cardiac Catheterization for Congenital Heart Disease: A Prospective Multicenter C3PO-QI Study. *Circ Cardiovasc Interv.* 2020;13:e008172.