

## REVISIONES

# PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DEL PACIENTE: UN TEMA RELACIONADO CON LA SALUD PÚBLICA

## *Radiation Protection of Patients: An Issue Concerning Public Health*

La protección radiológica del paciente busca evitar dosis innecesarias, que aumentan el riesgo de cáncer en la población. Se apunta a justificar y optimizar las prácticas, proteger a los individuos más sensibles, prevenir accidentes, realizar los estudios con radiación sólo cuando son imprescindibles y obtener las mejores imágenes con la menor dosis posible.

**PALABRAS CLAVE:** Protección radiológica - Paciente - Radiodiagnóstico

**KEY WORDS:** Radiation Protection - Patient - Radiodiagnosis

Pablo Andres,<sup>1</sup> Mariela Bellotti<sup>2</sup>

<sup>1</sup> División Protección Radiológica, Centro Atómico Bariloche, Comisión Nacional de Energía Atómica.

<sup>2</sup> Laboratorio de Cavitación y Biotecnología, Centro Atómico Bariloche, Comisión Nacional de Energía Atómica.

## INTRODUCCIÓN

Desde el descubrimiento de los rayos X hasta el presente, la exposición a radiaciones ionizantes resultante de la práctica médica se ha convertido en un componente significativo de la exposición total de las poblaciones: las aplicaciones de radiodiagnóstico y medicina nuclear son las fuentes artificiales de radiación más importantes, ya que aportan una dosis efectiva promedio de 3 mSv (milisievert) por persona por año, equivalente a la dosis de radiación recibida por 150 radiografías de tórax. La dosis efectiva promedio mundial por radiación natural se estima en 2,4 mSv por año.<sup>1</sup> Se entiende por dosis efectiva a la suma ponderada por tejido de las dosis equivalentes en todos los tejidos y órganos especificados del cuerpo, dada por la expresión:  $E = \sum w_T \sum w_R \cdot D_{TR}$  o  $E = \sum w_T \cdot H_T$ , donde  $H_T$  o  $w_R \cdot D_{TR}$  es la dosis equivalente en el órgano o tejido  $_T$  y  $w_T$  es el factor de ponderación de tejido. La unidad para la dosis efectiva es la misma que para la dosis absorbida,  $J \cdot kg^{-1}$  (joule  $\cdot kg^{-1}$ ), y su nombre especial es sievert (Sv), usualmente expresado en alguno de sus submúltiplos (milisievert, mSv, o microsievert,  $\mu$ Sv).

Se calcula que cada año hay en el mundo 2 500 millones de exposiciones con fines diagnósticos y 5,5 millones con fines terapéuticos. Alrededor del 78% de las exposiciones para diagnóstico se deben al uso de rayos X en medicina, con un 21% generadas por el uso de rayos X en odontología y el 1% restante por técnicas de medicina nuclear.<sup>2</sup>

Debido al avance tecnológico y al uso indiscriminado de las

aplicaciones médicas con radiaciones ionizantes, los riesgos radiológicos en el ámbito hospitalario son más importantes que los de la industria nuclear. Se estima que la probabilidad que tiene un individuo de desarrollar un cáncer fatal a lo largo de su vida por noxas (tabaco, genética, químicos, hábitos, etc.) que no involucran radiaciones ionizantes es del 20% (según datos del Banco Mundial, en Argentina la expectativa de vida es de 76 años). El riesgo adicional de desarrollar un cáncer fatal por exposición a las radiaciones ionizantes, por ejemplo, debido a una tomografía computada, es controvertido y relativamente bajo, y se estima de entre 0,03% y 0,05%.<sup>3</sup> Esto implica que, aun cuando las dosis debidas a exámenes de tomografía son de las más elevadas dentro del radiodiagnóstico, el riesgo individual conexo resulta pequeño y se compensa inmediatamente por los beneficios médicos otorgados al paciente. Sin embargo, el principal inconveniente desde el punto de vista de la salud pública es el problema potencial que se acumula cuando un riesgo aceptable individualmente se multiplica por los millones de procedimientos realizados cada año.<sup>4</sup>

En la Tabla 1 pueden observarse las dosis efectivas típicas entregadas en diferentes estudios de radiodiagnóstico y su comparación con la cantidad de radiografías de tórax y con el período de tiempo equivalente aproximado de exposición a la radiación natural.<sup>5</sup> Se entiende por dosis efectiva típica aquel valor de dosis esperable que recibiría el paciente en condiciones normales de trabajo y que se toma como referencia y medida de estimación del riesgo radiológico. Su

unidad de medida es el sievert (Sv) y generalmente se la expresa en alguno de sus submúltiplos, por ejemplo, (mSv).

La Tabla 2 muestra las dosis efectivas promedio y, en algunos casos, los rangos de dosis para pacientes adultos, así como su equivalencia con la cantidad de radiografías de tórax.<sup>6</sup>

### Riesgo radiológico en pediatría

En general, para una determinada dosis de radiación, el riesgo de daño es mayor en niños que en adultos, pues en la infancia la tasa de división celular es mayor, lo que implica una mayor acumulación de daño celular por radiación. Si la exposición ocurre en la niñez, pueden llegar a manifestarse procesos neoplásicos radiogénicos con tiempos de latencia de hasta décadas. Para un niño de un año de edad, la probabilidad de desarrollar cáncer es 10-15 veces mayor a la de un adulto de 50 años con la misma dosis de radiación. Además, para un determinado procedimiento, la dosis efectiva es mayor en un niño que en un adulto.<sup>7</sup> Esto puede compensarse de alguna manera estableciendo protocolos de irradiación específicos para pacientes pediátricos.

TABLA 1. Dosis efectiva típica para diferentes estudios de radiodiagnóstico.

Procedimiento diagnóstico	Dosis efectiva típica [mSv]*	Nº equivalente de radiografías de tórax	Periodo equivalente aproximado de radiación natural
Tórax	0,02	1	3 días
Cráneo	0,07	3,5	11 días
Columna dorsal	0,7	35	4 meses
Columna lumbar	1,3	65	7 meses
Abdomen	1	50	6 meses
Urograma excretor	2,5	125	14 meses
Colon por enema	7	350	3,2 años
Tomografía de cráneo	2,3	115	1 año
Tomografía de tórax	8	400	3,6 años
Tomografía de abdomen	10	500	4,5 años

\* milisievert

Fuente: Elaboración propia en base a Radiation Protection 118.<sup>5</sup> [Trad. del autor]

TABLA 2. Dosis efectiva promedio en radiodiagnóstico para pacientes adultos.

Procedimiento diagnóstico	Dosis efectiva promedio para adultos [mSv] <sup>  </sup>	Nº equivalente de radiografías de tórax
Odontología	0,005-0,01*	0,25-0,5
Tórax	0,02	1
Mamografía	0,4	20
Tomografía computada	2-16 <sup>†</sup>	100-800
Medicina Nuclear	0,2-41 <sup>‡</sup>	10-2050
Fluoroscopia	5-70 <sup>§</sup>	250-3500

|| milisievert; \* 0,005 mSv es la dosis efectiva promedio (DEP) debida a una radiografía dental intraoral y 0,01 mSv es la debida a una radiografía dental panorámica; † 2 mSv es la DEP debida a una TAC de cabeza y 16 mSv es la debida a una angiografía coronaria; ‡ 0,2 mSv es la DEP debida a un examen de ventilación pulmonar con 99mTc-DTPA y 41 mSv es la debida a una perfusión miocárdica de reposo y esfuerzo con 201Tl; § 5 mSv es la DEP debida a un examen de angiografía de cabeza y/o cuello y 70 mSv es la correspondiente al procedimiento de colocar un shunt transyugular intrahepático portosistémico.

Fuente: Elaboración propia en base a Initiative to Reduce Unnecessary Radiation Exposure from Medical Imaging.<sup>6</sup> [Trad. del autor]

La Tabla 3 muestra las dosis efectivas promedio para diferentes procedimientos diagnósticos en pediatría y su riesgo radiológico asociado.<sup>8</sup>

### Protección radiológica en medicina

Se ha comprobado que el personal médico en una sala de hemodinamia recibe dosis de radiación mayores que un trabajador de una central nuclear o un operador de una planta de producción de radioisótopos; se han producido más muertes por accidentes radiológicos en hospitales que en reactores nucleares; las dosis que se pueden recibir en una tomografía computada son comparables a los valores que determinaron la evacuación de poblaciones enteras en los alrededores de Chernóbil; la dosis colectiva que recibe la población mundial por radiodiagnóstico supera varias veces la producida por la industria nuclear en su totalidad.<sup>9,10</sup>

Un programa de radioprotección en los hospitales debería incluir a los profesionales de la salud y a los pacientes para que se contemple la justificación de la práctica médica, la optimización de las tareas (observando los niveles de referencia), la prevención de accidentes, la capacitación y el entrenamiento del personal de salud involucrado en actividades con radiaciones ionizantes, a fin de disminuir los riesgos asociados. También es necesario difundir los criterios de protección radiológica del paciente y crear una estructura de control y supervisión para estimular las buenas prácticas profesionales.

Existen tres niveles de justificación de una práctica radiológica en medicina:<sup>11</sup>

- En el primer nivel, el uso de la radiación es aceptado pues el beneficio es mayor que el detrimento ocasionado a la sociedad.

- En el segundo nivel, un procedimiento específico con un objetivo concreto es definido y justificado. El objetivo consiste en juzgar si el procedimiento radiológico brindará un adecuado diagnóstico o tratamiento al paciente. También se evalúan las alternativas que no implican el uso de radiaciones ionizantes.

- En el tercer nivel, la aplicación del procedimiento a un paciente tendrá que estar justificada, es decir, deberá dictaminarse que la aplicación particular generará más beneficios que daños al paciente, en función de su historia clínica radiológica o dosimétrica.

La optimización de la protección radiológica en medicina

TABLA 3. Riesgo radiológico en pediatría.

Procedimiento diagnóstico	Dosis efectiva [mSv]*	Riesgo de cáncer fatal a lo largo de la vida
Extremidades	<0,005	1/unos pocos millones
Tórax	0,01	1/1 000 000
Columna vertebral (AP <sup>†</sup> , PA <sup>‡</sup> , Lat <sup>§</sup> )	0,7	1/150 000
Pelvis	0,08	1/120 000
Tomografía de cabeza	2	1/5 000
Tomografía de cuerpo entero	10	1/1 000

\* milisievert; † Antero-posterior; ‡ Postero-anterior; § Lateral; §Lateral.

Fuente: Elaboración propia en base a Cook JV<sup>8</sup> [Trad. del autor]

se aplica, por lo general, en dos niveles:<sup>11</sup>

- El primer nivel contempla el diseño, la selección adecuada y la construcción del equipamiento y las instalaciones.
- El segundo nivel repara en los métodos cotidianos de trabajo, buscando la menor dosis que permita obtener la mejor calidad de imagen necesaria para realizar un diagnóstico adecuado.

Los niveles de referencia son valores de magnitudes medibles por encima de los cuales debería tomarse alguna acción específica; complementan el criterio profesional y contribuyen a una buena práctica radiológica en medicina. Se trata únicamente de valores aconsejables, y es inapropiado usarlos como límites regulatorios o con propósitos comerciales.<sup>12</sup>

Los principios de justificación/optimización y la cultura de seguridad acorde son las bases para prevenir situaciones anormales y reducir la probabilidad de ocurrencia de incidentes y accidentes radiológicos en el ámbito hospitalario.

La capacitación del personal de salud en temas de radioprotección debería comenzar con la formación universitaria de grado, profundizarse durante el posgrado en las especialidades que utilizan radiaciones ionizantes y continuar con un entrenamiento periódico en el lugar de trabajo. Es primordial cooperar con físicos médicos y expertos en radioprotección, garantizando su presencia permanente en los servicios de radioterapia, medicina nuclear y radiodiagnóstico. Una estructura sólida de control y supervisión, con idoneidad técnica y legal en temas de radiofísica sanitaria, ayudaría a implementar un programa hospitalario de protección radiológica, incentivando un control de calidad en radiodiagnóstico, el seguimiento dosimétrico de trabajadores y pacientes, la verificación del estado de los elementos de protección personal y el cumplimiento de la normativa vigente.<sup>13-16</sup>

Los mencionados objetivos de protección radiológica del paciente revelan la necesidad de seguir trabajando en conjunto para desarrollar niveles de referencia nacionales en radiodiagnóstico, haciendo hincapié en los procedimientos pediátricos. Es imperioso aunar esfuerzos entre autoridades de salud, entes reguladores y fabricantes de equipos médicos para reducir las dosis suministradas a los pacientes. Dichos niveles promueven el aseguramiento de la calidad y el uso seguro de los dispositivos médicos, ayudando a los profesionales a evaluar si es razonable la dosis de radiación proporcionada durante un examen.

### Consideraciones finales

La protección radiológica del paciente es un tema de salud pública, ya que se encuentra íntimamente relacionada con la práctica médica. Es responsabilidad de las autoridades involucrarse y establecer acciones coordinadas con los organismos reguladores. El trabajo conjunto ayudará a que el uso de las radiaciones ionizantes en medicina no implique dosis innecesarias para el paciente, que aumentan el riesgo de cáncer en la población. Los estudios con radiaciones ionizantes deberían prescribirse sólo cuando sean insustituibles y con la menor dosis posible que permita obtener las mejores imágenes para un diagnóstico certero. Debe prestarse especial atención a estas premisas en los casos de niños y adolescentes, y el personal involucrado deberá estar capacitado para prevenir posibles accidentes derivados del uso inadecuado de las radiaciones.

La protección radiológica del paciente es un tema de salud pública, pero también es responsabilidad de todos los involucrados, independientemente del rol que desempeñe cada uno de ellos.

**DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES:** No hubo conflicto de intereses durante la realización del estudio.

**Cómo citar este artículo:** Andrés P, Bellotti M. Protección radiológica del paciente: un tema relacionado con la salud pública. Rev Argent Salud Pública. 2016; Mar;7(26):33-35.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Picano E, Vañó E, Rehani MM, Cuocolo A, Mont L, Bodi V, et al. The Appropriate and Justified Use of Medical Radiation in Cardiovascular Imaging: A Position Document of the ESC Associations of Cardiovascular Imaging, Percutaneous Cardiovascular Interventions and Electrophysiology. *European Heart Journal*. 2014;35:665-672.
- Sources and Effects of Ionizing Radiation (Report to the General Assembly). Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR). Nueva York; 1993.
- Frush DP, Callahan M, Goske M, Kaste S, Hernanz-Schulman M. CT and Radiation Safety: Content for Community Radiologists. [Disponible en: <http://www.imagegently.org/Portals/6/Community%20Radiologistsforweb.pdf>]. [Último acceso: 13 de abril de 2016]
- Hall EJ. Lessons We Have Learned from our Children: Cancer Risks from Diagnostic Radiology. *Pediatr Radiol*. 2002;32:700-706.
- Radiation Protection 118. Referral guidelines for imaging. Adapted by experts representing European radiology and nuclear medicine. In conjunction with the UK Royal College of Radiologists. Co-ordinated by the European Commission. Directorate-General for the Environment. 2000. ISBN 92-828-9454-1.
- Initiative to Reduce Unnecessary Radiation Exposure from Medical Imaging. Center for Devices and Radiological Health. U.S. Food and Drug Administration; 2010.

<sup>7</sup> Ware DE, Huda W, Mergo PJ, Litwiler AL. Radiation Effective Doses to Patients Undergoing Abdominal CT Examinations. *Radiology*. 1999;210(3):645-50.

<sup>8</sup> Cook JV. Radiation Protection and Quality Assurance in Paediatric Radiology. *Imaging*. 2001;13(4).

<sup>9</sup> Mobbs SF, Muirhead CR, Harrison JD. Risks from Ionising Radiation. HPA-RPD-066, Health Protection Agency, Oxfordshire, Inglaterra; 2010.

<sup>10</sup> Prevention of Accidental Exposures to Patients Undergoing Radiation Therapy. ICRP Publication 86. 2000;30(3).

<sup>11</sup> Radiological Protection in Medicine. ICRP Publication 105. 2007;37(6).

<sup>12</sup> Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging: Review and Additional Advice. A Web Module Produced by Committee 3 of the International Commission on Radiological Protection (ICRP); 2001. [Disponible en: [www.icrp.org/docs/DRL\\_for\\_web.pdf](http://www.icrp.org/docs/DRL_for_web.pdf)] [Último acceso: 13 de abril de 2016]

<sup>13</sup> The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. 2007;37(2-4).

<sup>14</sup> Guía de Seguridad N° RS-G-1.5. Protección radiológica relacionada con la exposición médica a la radiación ionizante. Viena: OIEA; 2010.

<sup>15</sup> International Conference on Radiation Protection in Medicine. Setting the Scene for the Next Decade. OIEA, OMS. Bonn; 2012.

<sup>16</sup> Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. General Safety Requirements. IAEA Viena; 2014.