

# Criterios básicos de Radioprotección

Lonegro L<sup>1</sup>, Rinaldi A<sup>2</sup>, Zerba M<sup>2</sup>, Gil SM<sup>3</sup>

## Introducción

La radiación ionizante ha sido formalmente reconocida y clasificada por la Organización Mundial de la Salud como un carcinógeno, particularmente en los niños, ya que pueden iniciar, promover y desarrollar los cambios celulares que conducen al cáncer.<sup>(1)</sup>

Si bien las radiografías simples no revisten peligro para el paciente, la cantidad de radiación usada en otros métodos de diagnóstico como la tomografía computada (TC), radioscopia en estudios contrastados o las radiaciones usadas con fines terapéuticos (radioterapia en el cáncer) es mayor y pueden representar un factor de riesgo para la salud.

Estudios epidemiológicos demostraron que individuos expuestos a altos niveles de radiaciones ionizantes tienen un riesgo aumentado de cáncer, leucemia en niños y jóvenes y en épocas más tardías de la vida, de mama y tiroides.

Otros estudios concluyen en que el riesgo es mayor si la exposición se inicia en la infancia con respecto a edades adultas.

Los niños tienen una vulnerabilidad particular a las radiaciones ionizantes ya que están en un período continuo de crecimiento y división celular, que les genera mayor radiosensibilidad y una expectativa de vida mayor que los adultos.

Si bien reciben menores dosis en cada estudio, por el tamaño de los órganos a irradiar, en la edad pediátrica, a veces, es sumamente necesaria la repetición de los exámenes a pesar de los avanzados recursos tecnológicos en TC, exponiéndose a altas dosis de radiaciones.

Los adultos que acompañan al niño para el estudio también se exponen ocasionalmente, colaborando en la inmovilización del paciente, por lo cual deben ajustarse las medidas de radioprotección para evitar que reciba una dosis mayor a la que reciben naturalmente (radiación de fondo).

El personal que desempeña su actividad en áreas que utilizan radiaciones ionizantes con fines diagnósticos o terapéuticos, sobrelleva una exposición mayor por las características laborales (exposición ocupacional), por lo que debe extremar los cuidados protectores para prevenir el impacto en distintos órganos.

<sup>1</sup>Médico Pediatra, Especialista en Diagnóstico por Imágenes, Especialista en Diagnóstico por Imágenes Pediátrico, Magister en Salud Pública, Miembro del Equipo de la Unidad Pediátrica Ambiental Elizalde. Jefe de División Radiodiagnóstico Hospital General de Niños Pedro de Elizalde.

<sup>2</sup>Médica Especialista en Diagnóstico por Imágenes. División Radiodiagnóstico Hospital General de Niños Pedro de Elizalde.

<sup>3</sup>Médica Pediatra. Coordinadora de la Unidad Pediátrica Ambiental Elizalde Hospital General de Niños Pedro de Elizalde.

## Objetivos

- Proteger a la población en general, de los riesgos de las radiaciones ionizantes, especialmente las generadas por los profesionales de la salud para diagnóstico médico.
- Optimizar las prácticas radiológicas, respetando los criterios de Radioprotección durante el funcionamiento de los equipos de diagnóstico que utilizan Radiaciones Ionizantes.

## Aplicación

Estos criterios podrán ser aplicados en todos los sectores del Hospital General de Niños Pedro de Elizalde que utilicen radiaciones ionizantes con equipos generadores de rayos X (fuente de radiación artificial más frecuente) como métodos de diagnóstico. A saber: Servicio de Radiodiagnóstico, Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica, Unidad de Cirugía Cardiovascular, Neonatología, Quirófano, Hemodinamia, Odontología, etc.

## Generalidades

Existen 2 fuentes principales de radiaciones ionizantes: la fuente natural y la fuente artificial.

**FUENTES NATURALES.** Representan a la radiación de fondo. Aportan más del 70% de la exposición a radiaciones ionizantes de la población y es inevitable. La encontramos en el aire (por ejemplo el radón, que es un gas que proviene de materiales usados en la construcción), en la corteza terrestre (potasio 40 y elementos radiactivos de la desintegración del uranio y del torio) y en el espacio (a través de los rayos cósmicos).

**FUENTES ARTIFICIALES.** El 90 % de las radiaciones ionizantes artificiales, son de origen médico. Corresponden a los equipos generadores de Rx utilizados en radiología o en radioterapia. El resto se producen por sustancias radiactivas.

***La dosis media anual que recibe una persona desde las fuentes naturales de radiación ionizante es de aproximadamente 3 mSv (el gas radón aporta la mitad) Una Rx de tórax aporta 0,1 - 0,2 mSv.***

Milisievert (mSv) es una unidad internacional que mide dosis de radiación ionizante absorbida y la relaciona con su potencial efecto biológico.

## Criterios de Radioprotección

Existen 3 criterios básicos empleados en la protección radiológica. Ellos son:

1. Justificación del estudio. Esta dirigido especialmente al pediatra y a todos los médicos prescriptores de estudios con radiaciones ionizantes. La práctica está justificada cuando es un beneficio para la salud del paciente.
2. Optimización de la práctica. Si bien es aplicable a todas las personas involucradas, la responsabilidad de este criterio corresponde al radiólogo, ya que una vez que una práctica ha sido justificada, es necesario considerar que la dosis de exposición debe de ser tan baja como sea razonablemente posible (concepto "ALARA": As Low As Reasonably Achievable).
3. Límites de dosis. Es aplicable al personal que puede padecer exposición ocupacional a radiaciones y al público en general, pero no a los pacientes.

### Dosis máximas

1. Dosis máximas permisibles para los trabajadores con exposición ocupacional (en mSv): Recomendadas por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) y adaptadas por las vigentes en la Argentina. ICRP N° 60- Ley 17.557 (Disp. 30/91)

**Límite de Dosis Efectiva: 20 mSv / año  
o 100 mSv / 5 años  
o excepcional: 50 mSv en 1 año**

2. Dosis máximas permisibles recomendadas para los miembros del público: se fijan en 1/10 de los establecidos para el personal con exposición ocupacional. La vigilancia de la exposición del público, se realiza mediante la aplicación de controles sobre la fuente, más que sobre el ambiente.

La Protección Radiológica está dirigida a 3 grupos poblacionales:

1. El trabajador, expuesto en Radiología (exposición ocupacional).
2. El público, que por razones de proximidad a los equipos de radiodiagnóstico puedan estar expuestos.
3. El paciente, que se somete a un estudio de radiodiagnóstico.

### Criterios de Radioprotección para el trabajador con exposición ocupacional en radiología.

Los trabajadores con exposición ocupacional son los operadores de las fuentes de radiación.

- Los trabajadores requieren control médico de ingreso y luego, periódicamente.
- Deben utilizar obligatoriamente el dosímetro individual. El uso de dosímetro es para el personal de radiodiagnóstico afectado al manejo

de equipos de rayos X. El dosímetro es de uso personal y mide la dosis que recibe un trabajador con radiaciones ionizantes para evitar el riesgo de los efectos biológicos originados por las mismas.

- Se debe considerar la protección adecuada del Técnico y Médico Radiólogo y de todo trabajador imprescindible en la sala de rayos. Deben usar guardapolvo plomado y protector tiroideo. Guante plomado y anteojos de protección, según necesidad.
- El Técnico Radiólogo debe alejarse de la fuente de radiación, usando mandos a distancia. La exposición disminuye con la distancia a la fuente. La dosis recibida es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia a la fuente.
- Debe existir blindaje de plomo entre las personas y la fuente de radiación. Cuando no se puede aumentar la distancia a la fuente de radiación, se deben usar biombos plomados. Durante el examen radiológico, el personal debe ubicarse en una zona protegida.
- Se debe considerar la reducción del tiempo de exposición. La dosis recibida es directamente proporcional al tiempo de exposición.
- El Técnico Radiólogo y cualquier otro personal afectado, no debe exponerse al haz directo de Rx (radiación directa).
- Se debe disminuir la radiación dirigiéndola solo al área de interés, con el uso de colimador.
- Las puertas de acceso a las salas donde se encuentran los equipos de radiodiagnóstico, deben estar cerradas y con señalización adecuada, advirtiendo el riesgo de radiación y prohibiendo el ingreso de mujeres embarazadas. No debe ingresar ninguna persona ajena al servicio sin autorización previa.
- Exposición ocupacional en mujeres embarazadas: No deben realizar tareas en áreas donde se trabaje con altas dosis de radiaciones ionizantes. El objetivo es que las radiaciones ionizantes que puedan afectar al feto no excedan el límite correspondiente a las establecidas en las normas de radioprotección para el público.

### Criterios de Radioprotección para el público

- El límite de dosis efectiva para los miembros del público es de 1 a 2 mSv por año.
- En el interior de la sala de rayos o de otra sala de internación donde se va a usar radiaciones ionizantes, no puede haber otro paciente ni familiares. En caso que la sala no pueda ser desalojada, se debe usar biombo plomado móvil.
- Si es necesario inmovilizar a un paciente, es preferible que lo haga algún familiar pero siem-

pre utilizando equipo protector. Nunca asignar esta tarea a una mujer embarazada ni a un menor de 18 años. En el caso que sea inevitable, se permite que el personal sostenga al paciente, pero teniendo en cuenta que deben rotarse para dicha función, de modo que no sea la misma persona quien se exponga reiteradamente. En todos los casos deben evitar el haz directo de Rx, usar delantal plomado y protector tiroideo.

### **Criterios de Radioprotección para el paciente**

Están basados en el Programa para la Protección Radiológica del Paciente (PRP) de la Sociedad Argentina de Radiología. El objetivo fundamental del Programa de PRP consiste en evitar dosis de radiación innecesaria para el paciente, que aumenten el riesgo de cáncer en la población.

Una vez que la práctica radiológica está justificada, el Radiólogo debe seguir normas para disminuir las dosis de radiación:

- Evitar repeticiones innecesarias: La dosis al paciente es proporcional al número de exposiciones.
- Disminuir el tiempo de exposición.
- Usar técnicas con alto kilovoltaje y bajo miliamperaje.
- Aumentar la distancia tubo-paciente (es la distancia foco-piel).
- Usar filtros del haz de rayos central.
- Disminuir el campo a irradiar, con colimación del rayo central.
- Realizar el mantenimiento adecuado del equipo de rayos, del cuarto oscuro y de los líquidos fijador/ revelador de las películas radiográficas. Esto contribuye a disminuir las dosis en los pacientes.
- Proteger los órganos que podrían irradiarse, según las proyecciones solicitadas y mientras no interfieran en el diagnóstico. Así tenemos protección gonadal (si las gónadas están a 5 cm del haz primario), tiroidea, mamaria, cristalino.
- Planificar previamente todo examen diagnóstico a realizar con el equipo médico que utiliza radiación ionizante. Trabajar con protocolos de estudio.

### **Criterios de Radioprotección en Radiología portátil (Terapia Intensiva, Neonatología, Recuperación Cardiovascular, Quirófano, etc.)**

Los trabajadores de los servicios donde se hace radiología portátil, también son considerados como miembros del público.

- Se deben desalojar a todas las personas de la Sala antes de hacer el disparo de rayos X, no pudiendo hacer la radiografía hasta que quede solamente paciente y operador.

- Se debe usar un biombo plomado móvil, especialmente cuando no pueden desalojar la sala, con el fin de disminuir al máximo la exposición de los pacientes que comparten la sala.
- En el caso de ser necesario sostener a los pacientes durante el procedimiento radiológico, se recomienda que lo haga un familiar con equipo protector. De ser inevitable la exposición de enfermero o médico, nunca debe ser la misma persona, debe usar equipo protector y evitar el haz directo de Rx. Nunca asignar esta tarea a una mujer embarazada ni a un menor.
- En las zonas donde se realiza radiodiagnóstico en forma ocasional, sólo el personal de radiodiagnóstico deberá utilizar dosimetría individual.

### **Criterios de Radioprotección en Odontología**

Es válido para la radiografía dental, excluyendo la panorámica, en la que se aplican criterios de radiología convencional.

- La placa radiográfica debe sujetarla el paciente.
- El operador debe realizar el disparo a una distancia mínima de 2 metros desde el tubo emisor de Rx y tener protección personal (delantal plomado, protector de tiroides).
- El operador debe utilizar obligatoriamente el dosímetro individual.
- Los operadores requieren control médico periódico.
- Para mayor seguridad, se puede usar un biombo móvil.
- La distancia entre el foco del tubo y la piel del paciente debe ser de 20 cm o de 10 cm según el kV.
- Se debe utilizar colimación del haz de radiación.
- Se debe proteger al paciente con delantal plomado, si se considera necesario.

### **Criterios de Radioprotección en Hemodinamia**

Se informa sobre algunas recomendaciones de los Criterios de Protección Radiológica en Radiología Intervencionista, extraído del Programa Nacional de Protección Radiológica del Paciente de la Sociedad Argentina de Radiología. Las pautas a seguir son:

- Colimar el campo para reducirlo a la zona de interés. Esto disminuye las dosis recibidas como así también la probabilidad que el médico interponga sus manos en el haz de rayos X.
- Cuanto mayor es la distancia tubo/paciente menor es la dosis de radiación en piel.
- Los ajustes de imagen, como el brillo y el contraste, no deben realizarse modificando el voltaje del tubo o la intensidad de corriente (Kv, mA) porque aumenta la dosis.

TABLA N° 1

| EXPOSICIÓN    | DOSIS ESTIMADA EN MSV | EQUIVALENCIA CON LA RX DE TÓRAX |
|---------------|-----------------------|---------------------------------|
| Rx de tórax   | 0,01 – 0,02           | 1                               |
| SEGD          | 3                     | 150 a 300                       |
| TC de cerebro | 2                     | 100 a 200                       |
| TC de tórax   | 3                     | 150 a 300                       |
| TC de abdomen | 5                     | 250 a 500                       |

Fuentes: IAEA (International Atomic Energy Agency) Radiation Protection in Paediatric Radiology Image Gently Comisión Europea. Dirección General de Medio Ambiente 2000. Guía de Protección Radiológica 118

- Se debe concientizar acerca de los tiempos de radioscopia empleados. Su uso debe estar restringido solo para los momentos en que pueda darnos información útil.
- Todos los expuestos, incluidos anestesiólogos y residentes, deben tener la protección personal adecuada (delantal plomado, protector tiroideo, anteojos de protección) y dosimetría individual.
- Los operadores deberán realizar controles médicos periódicos.
- la sala cuando el equipo está siendo utilizado. Al momento del disparo de Rx solo deben encontrarse el paciente y el operador. En caso de no ser posible, usar biombo móvil.
- El médico prescriptor deberá planificar previamente todo examen diagnóstico a realizar con el equipo médico que utiliza radiación ionizante. Se debe trabajar en base a protocolos de estudio.
- Información de algunas dosis estimadas (dosis efectiva característica): Corresponde a la radiación usada en los exámenes de radiología pediátrica en comparación con otras exposiciones. Tabla 1.

### Recomendaciones generales

- Realizar el Curso de Radiofísica Sanitaria, que brinda conocimientos en Protección Radiológica. Todos los sectores mencionados donde se trabaja con radiaciones ionizantes con fines diagnósticos, deben tener información del tema a través de la realización de un curso de formación en radioprotección, como es el de Radiofísica Sanitaria del Ministerio de Salud de la Nación.
- En las salas donde se realiza Radiología Portátil como, por ejemplo, en las unidades de cuidados intensivos, el personal no debe recibir radiación innecesaria, no permaneciendo en el interior de

### Organismos de control sobre el uso de las Radiaciones

La Comisión Nacional de Energía Atómica, desde 1958, ejerce el control de la tenencia y el uso de material radiactivo.

La Secretaría de Salud Pública, Ministerio de Salud de la Nación, desde 1967, por Ley 17.557, ejerce el control sobre los equipos de Rayos X de todo el país, origen del Programa de Radiofísica Sanitaria.

### Bibliografía

1. **World Health Organization. International Agency for Research on Cancer.** Monographs-Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Disponible: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/?Listagentsalphorder.pdf>. Consultado septiembre 2012.
2. **Miller RW.** Delayed effects of external radiation exposure: a brief history. *Radiat Res.* 1995; 144:160-169
3. **Miller RW.** Special susceptibility of the child to certain radiation-induced cancers. *Environ Health Perspect.* 1995;103(suppl 6):41-44.
4. **Arias C; Skvarca J; La Pasta A, y col.** Radiofísica sanitaria. Curso básico para médicos, odontólogos, ingenieros y técnicos. Secretaría de Salud. Ministerio de Salud y Acción Social. Departamento de control de equipamiento médico sanitario. Dirección de ejercicio profesional y establecimientos sanitarios. Dirección Nacional de Regulación y Control. Talleres Gráficos Vilko. Buenos Aires. 1995.
5. **López Franco, MP.** Embarazo y Radiación: Radiodiagnóstico. Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica. Hospital Universitario de la Princesa. Comisión de Garantía de Calidad de Radiodiagnóstico. España. Disponible en: [http://www.ibermutua-mur.es/IMG/pdf/bip\\_37\\_prevenccion-2.pdf](http://www.ibermutua-mur.es/IMG/pdf/bip_37_prevenccion-2.pdf) Consultado septiembre 2012.
6. **Bomben A (ARN); Morillo E (CADIME); Feld E (CNEA) y col.** Manual de Radioprotección en las Aplicaciones Médicas de las Radiaciones Ionizantes.

- tes. CADIME. Autoridad Regulatoria Nuclear. Comisión Nacional de Energía Atómica. Cámara de Instituciones de Diagnóstico Médico. Buenos Aires, 1996.
7. **Buzzi A y col.** Guía de recomendaciones para la correcta solicitud de pruebas de diagnóstico por imagen. Preparada por expertos Argentinos en Diagnóstico por Imágenes en base a documentos utilizados por países de la Comunidad Europea. Coordinada por la Sociedad Argentina de Radiología. 2008 (Criterios de Remisión de Pacientes a los Servicios de Diagnóstico por la Imagen. Comisión Europea. Dirección General de Medioambiente 2000)
  8. **Mostara Kamal Tolba.** Radiación. Dosis-Efectos-Riesgos. Sociedad Argentina de Radioprotección. Miembro de la International Radiation Protection Association. SAR. Nairobi, diciembre 1985.
  9. **Tortajada J; Ortega Garcia J.** Pediatric Environmental Health Speciality Unit. Valencia Hospitales Sostenibles: hacia una asistencia más saludable. Cómo disminuir el uso de Radiaciones Ionizantes en Pediatría. PEHSU-VALENCIA. Unidad Pediátrica Ambientalista. Disponible en <http://www.pehsu.org/research/hsostenible/rx/rx.htm> Consultado octubre 2012.
  10. **Touzet R.** Programa para la Protección Radiológica del Paciente. CONEA. Comisión Nacional de Energía Atómica. Argentina. Tecno Salud Año 3 N° 02. Mayo 2007.
  11. **The Image Gently Campaign and The Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging.** Disponible en <http://www.pedrad.org/associations/5364/ig/> Consultado noviembre 2012.
  12. **Orth, R; Goske, M.** The Image Gently Campaign and The Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging. Enhancing Radiation Protection in Computed Tomography for Children – Disponible en: <http://www.pedrad.org/associations/5364/ig/?page=605> Consultado noviembre 2012.