

# Medidas Básicas de Protección Radiológica

Mercedes Preciado Ramírez<sup>1</sup> y Verónica Luna Cano<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Cancerología, México D.F.

## Resumen

**L**A EXPOSICIÓN A LA RADIACIÓN puede causar enfermedades. El uso de aparatos cuya tecnología se basa en ella requiere de normas de seguridad que garanticen que los beneficios recibidos sean mayores que los riesgos a los cuales se expone a los usuarios.

El objetivo de la protección radiológica es permitir el aprovechamiento de la radiación en todas sus formas conocidas, con un riesgo aceptable tanto para los individuos que la manejan como para la población en general y las generaciones futuras.

Debido al daño que puede ocasionar la radiación, no se debe permitir ninguna exposición innecesaria. El principio que gobierna la protección radiológica en caso de exposición se conoce con el nombre de ALARA (as low as reasonably achievable) que se traduce como: "Tan bajo como sea razonablemente posible". Las recomendaciones de la NOM-229-SSA1-2002 fijan límites en la dosis máxima que pueden recibir los trabajadores cuya actividad implica la exposición a la radiación. Estos "trabajadores de la radiación" son los médicos radiólogos, enfermeras, radioterapeutas y los técnicos que les ayudan en la práctica de su profesión. Este grupo debe estar controlado continuamente y de manera individual, por medio del uso de dosímetros personales, instrumentos que se llevan sobre el cuerpo y que marcan la cantidad de radiación recibida por una persona.

En el presente trabajo se pretende exponer las medidas básicas de protección radiológica.

## Abstract

*Radiation exposure can cause disease. The use of clinical equipment based on this kind of technology requires safety norms to guarantee that the benefits received by exposed patients are far greater than the risks he/she might take. The aim of radiological protection is to take the greater advantage possible from radiation, while individuals who handle it, general population and future generations take the least possible risk.*

*Since radiation is potentially harmful, no unnecessary exposure must be allowed. The principle that governs radiological protection, in case of strictly necessary exposure, is known as ALARA's (as low as reasonably achievable).*

*The recommendations of the NOM-229-SSA1-2002 impose limits to the maximum allowed dose receive by workers whose activity implies radiation exposure. These "radiation handlers" are the medical radiologists, nurses, radiotherapists and the technical personnel who help them achieve their professional duties. This group must be constantly controlled in an individual way by means of personal dosage meters, instruments that quantify the radiation received by each worker.*

### Key words:

*radiological protection, basic measures, nurses.*

### Palabras Clave:

**protección radiológica, medidas básicas.**

### Correspondencia:

**Mercedes Preciado Ramírez**

Unidad de Investigación en Enfermería Oncológica, Instituto Nacional de Cancerología.  
San Fernando # 22. Col. Sección XVI, Tlalpan. C.P. 14080. México D.F.  
Tel. (55) 56 28 04 74 / e-Mail: uieoincan@yahoo.com.mx

## Introducción

A raíz del descubrimiento de la radiactividad y de los rayos X a finales del siglo XIX, se pusieron de manifiesto los daños producidos por las radiaciones ionizantes. Desde entonces, la identificación de muchos usos importantes y beneficiosos de las radiaciones ionizantes, el desarrollo de nuevos procesos tecnológicos que las generan y el conocimiento del daño que pueden ocasionar han crecido a la par. De esta manera, se ha demostrado la importancia de establecer ciertas medidas de seguridad que garanticen un nivel adecuado de protección al ser humano. Estas normas constituyen el origen de la disciplina denominada Protección Radiológica.

La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), reconstituida con este nombre en 1950 sobre las bases de una comisión análoga fundada en 1928, surge con el objetivo de establecer una filosofía de la protección radiológica fundamentada en los conocimientos científicos sobre los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes.

El equipo profesional de enfermería que labora en el Instituto Nacional de Cancerología, específicamente en los servicios de radiodiagnóstico, braquiterapia y radioterapia, conoce las medidas de protección. De ahí su preocupación por exponerlas.

## Antecedentes históricos

El 8 de Noviembre de 1895, fue para el área de la salud una fecha memorable; se cumplieron 100 años del descubrimiento de los Rayos X por el profesor Wilhelm Conrad Röntgen, importante físico alemán de 50 años de edad, Rector de la Universidad de Wurzburg, Alemania, con 48 artículos científicos publicados.

En Octubre de 1895, cuando trabajaba intensamente con rayos catódicos en un cuarto oscuro, pudo ver un resplandor en un pequeño papel con cubierta fluorescente, producido por una energía que no era visible ni conocida y a la cual denominó

Rayos X. Luego observó que esta energía atravesaba el cartón negro, un libro y madera. Esta observación obligó al científico a aislarse del mundo exterior en su laboratorio, donde comía y dormía, sin permitir el ingreso a nadie, ni siquiera a sus asistentes, para poder enfocarse al estudio de este fenómeno sin distracciones; grande fue su asombro cuando vio los huesos de la mano de su esposa en el papel fluorescente al interponerla a los Rayos X.

## Importancia de los Rayos X en el Diagnóstico

Antes del descubrimiento de los rayos x, los diagnósticos se realizaban por medio de interrogatorio al paciente, la palpación y la auscultación. Fue tal la magnitud del descubrimiento que a los pocos meses del anuncio, ya se realizaban en el mundo exámenes radiográficos con fines de diagnóstico y se había inventado y popularizado la fluoroscopia.

En las siguientes décadas, fue impresionante el impulso con que se desarrolló esta especialidad. Ya no solo era cuestión de poder ver los huesos en patología traumática u osteo-articular, sino el poder ver, con la evolución de las sustancias de contraste, otras estructuras internas como el tubo digestivo, el sistema urinario, los vasos sanguíneos, etc. Este notable evento fue merecedor en 1901 del primer premio Nobel de Física y resultó en un cambio trascendental para el manejo de nuestros pacientes al aportar la piedra angular de una nueva especialidad médica de desarrollo vertiginoso: la radiología; que permite estudiar al paciente por dentro, haciendo cada vez más preciso el diagnóstico de las enfermedades.

De la radiología convencional a la imagenología Conforme aumentó la eficiencia y seguridad de los equipos de Rayos X surgieron otras modalidades de imágenes. El uso del ultrasonido de alta frecuencia en problemas marítimos se inició durante la primera guerra mundial. Entre 1948 y 1958, trabajos de investigación interdisciplinarios entre personal industrial, militar y sanitario, dieron como resultado

la aplicación de esta técnica al diagnóstico clínico. Sin embargo, no fue sino hasta finales de los años 70 que se logró producir equipos que trabajan a tiempo real, tal como los que se usan actualmente.

El progreso de la informática tiene una gran influencia en la radiología. En 1972, el británico Hounsfield presentó en Londres el primer tomógrafo computarizado, en el cual la imagen no es analógica, como en la radiología convencional sino digital. Este equipo, que le valió el premio Nobel, fue desarrollado en base a los trabajos matemáticos en 1917 del australiano Radon y a los del sudafricano, Cormack en 1950, sobre la distribución de las dosis de radioterapia causada por la heterogeneidad de las regiones del cuerpo.

### Radiología Intervencionista

Permite llegar con precisión matemática, prácticamente a cualquier lesión inflamatoria o tumoral, aunque ésta se encuentre profundamente situada dentro de un órgano y obtener una muestra para análisis citobioquímico y anatomopatológico. Guiado con fluoroscopia y ecografía, es posible cerrar un vaso sangrante o uno que alimenta a un tumor, etc.

### Efectos de la Radiación a Nivel Celular

Los efectos de la radiación pueden ser agudos, es decir que aparecen poco tiempo después de la exposición a la radiación, o crónicos, que usualmente aparecen muchos años después de ser expuesto.

Los efectos de la radiación que se pueden ver reflejados a nivel celular se resumen básicamente en cuatro:

#### Factores que influyen en los efectos biológicos

- **Factores físicos:** Dependen de las características de la radiación, como la dosis, el tiempo y el tamaño del área expuesta.
- **Factores fisiológicos:** Dependen de las características del sujeto irradiado (edad, sexo, metabolismo, etc.)
- **Factores ambientales:** Dependen de la presión de O<sub>2</sub>, estado del ciclo celular.

### Clasificación de los Efectos Biológicos

**Efectos Somáticos:** Son aquellos que se presentan en el individuo irradiado. Pueden ser deterministas o estocásticos.

**Efectos Deterministas:** Son aquellos que aparecen a partir de un cierto umbral, se tiene la certeza de que se presentarán dada una determinada dosis de radiación.

**Efectos Estocásticos:** Son aquellos que tienen una naturaleza aleatoria, es decir, es posible que si dos individuos han sido expuestos a radiación en las mismas condiciones uno de ellos presente efectos biológicos y el otro no. Son de naturaleza probabilística, influidos por muchos factores, no aparecen a partir de un umbral.

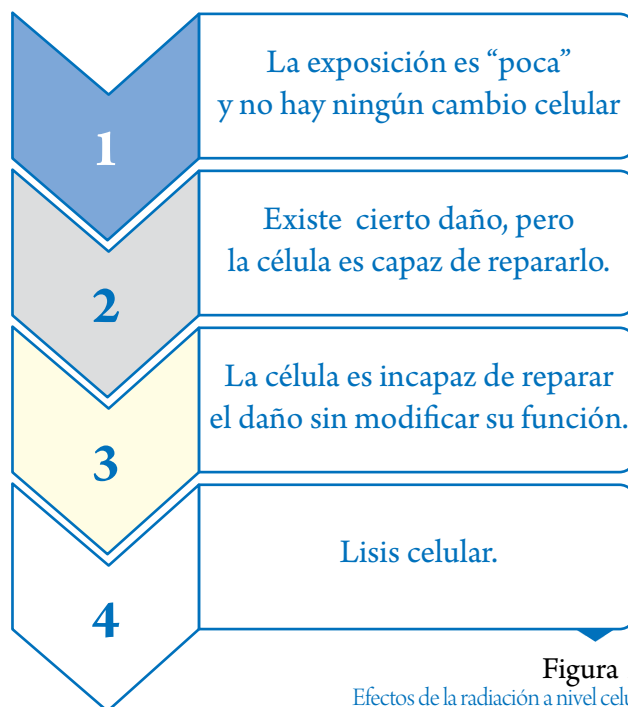


Figura 1 ■ Efectos de la radiación a nivel celular

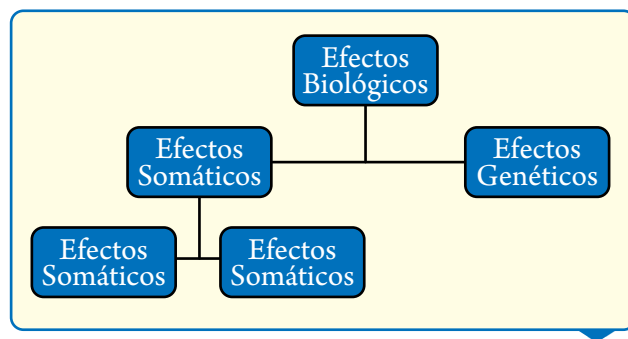


Figura 2 ■ Clasificación de los efectos biológicos

## Protección Radiológica

Las áreas de trabajo, mobiliario, equipo y materiales que se utilizan en las instalaciones en las que se manipulan radiactividad son susceptibles de contaminarse y constituir una fuente de exposición para el personal ocupacionalmente expuesto, por lo que para reducir esta exposición a niveles aceptables, es necesario:

- a) Establecer previsiones en el diseño que permitan controlar la dispersión de la contaminación radiactiva durante la operación, el cese de operaciones y el cierre de las instalaciones, y faciliten las actividades de descontaminación.
- b) Que durante la operación, el cese de operaciones y el cierre de las instalaciones se establezcan controles y límites derivados tanto de contaminación superficial como suspendida en el aire, complementados con planeaciones y permisos de trabajo en zonas controladas.
- c) Establecer una vigilancia de la contaminación radiactiva antes, durante y después de los procesos que involucren el manejo de material radiactivo.

Estos puntos se encuentran regulados dentro de la Norma Oficial Mexicana, por lo que reflejan la importancia que tiene para el equipo multidisciplinario seguir éstas normas básicas de protección.

Cada país cuenta con un organismo encargado de hacer cumplir la reglamentación existente en el área de seguridad radiológica, leyes que generalmente se han inspirado en las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP). En México, es la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas la que cumple esta misión.

En la actualidad, se especifica para los trabajadores de la radiación un límite anual equivalente a la dosis para la irradiación de cuerpo entero igual a 5 rems. Este valor es unas 25 veces mayor que el valor de la radiación natural recibida en el mismo periodo. Debido a que el número de personas que trabajan con radiación equivale a una fracción pequeña de la población, el efecto que la alta exposición de un individuo es, dentro del total de la población, sumamente reducido.

El uso de la radiación es una actividad cotidiana de la vida moderna que conlleva un riesgo que debe de ser comparable con el riesgo asociado a otras acciones aceptadas por la sociedad. Estudios de salud pública indican que, en general, el riesgo que corre el público es diez veces menor que el riesgo que corre un trabajador en accidentes propios de su actividad. Un ejemplo de esto es el uso del transporte público. Todos sabemos que al subirnos a un vehículo de transporte corremos el riesgo de sufrir algún daño, incluso de perder la vida, a causa de un accidente. El riesgo que corre el conductor del vehículo es mayor que el de un pasajero, pues pasa más tiempo dentro del vehículo. El conductor y la sociedad aceptan estas diferencias ya que, por ejemplo, su trabajo es el medio con el que el conductor se gana la vida, o incluso porque esta actividad puede brindarle oportunidades de realización personal.

La protección Radiológica en el Profesional de Enfermería es de suma importancia, ya que tiene por finalidad proteger a los individuos, sus descendientes y a la humanidad en su conjunto de los riesgos derivados de aquellas actividades que debido a los equipos y/o materiales que utilizan suponen la presencia de radiaciones ionizantes.

Las tres reglas fundamentales de protección contra toda fuente de radiación son:

### Distancia

Alejarse de la fuente de radiación, puesto que su intensidad disminuye con el cuadrado de la distancia.

### Blindaje

Poner pantallas protectoras (blindaje biológico) entre la fuente radiactiva y las personas. Por ejemplo, en las industrias nucleares, pantallas múltiples protegen a los trabajadores. Las pantallas utilizadas habitualmente son muros de hormigón, láminas de plomo o acero y cristales especiales enriquecidos con plomo.

### Tiempo

Disminuir la duración de la exposición a las radiaciones.

Estas medidas de protección radiológica se pueden comparar a las que se toman contra los rayos ultravioletas: utilización de una crema solar que actúa como una pantalla protectora y limitación de la exposición al sol. Para las fuentes radiactivas que emi-

tan radiaciones, se deben añadir otras dos recomendaciones adicionales:

- Esperar, cuando sea posible, el descenso de la actividad radiactiva de los elementos por su decaimiento natural.
- Ventilar, si existen gases radiactivos.

### Niveles Orientativos de Dosis

El término de “dosis baja absorbida”, puede comprenderse con la definición de niveles orientativos de dosis: son aquellos encaminados a disminuir a cero las dosis innecesarias obtenidas por el paciente y el Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE); y

**Cuadro 2** ■  
Límites de dosis NOM-156-SSA1-1996

Límite de dosis anual para el P. O. E.	50 mSv**
Límite para mujeres embarazadas	15 mSv**
Límite para el público	5 mSv**

\*\*La dosis de radiación se mide en milisieverts (mSv) o rem, que mide la dosis efectiva, que toma en cuenta el tipo de radiación y la parte del cuerpo que ha sido irradiada.

**Cuadro 3** ■  
Valores de dosis umbral para efectos deterministas.

Efecto Determinista	Umbral de dosis equivalente (exposición única) (Gy)**
Esterilidad Permanente (Hombre)	3.5 – 6.0
Esterilidad Permanente (Mujer)	2.5 – 6.0
Opacidad Del Cristalino	0.5 – 2.0
Cataratas	5.0
Depresión Hematopoyética	3.5 – 6.0

\*\*El gray (símbolo Gy) es una unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades que mide la dosis absorbida de radiaciones ionizantes por un determinado material. Un gray es equivalente a la absorción de un julio de energía ionizante por un kilogramo de material irradiado.

**Cuadro 4** ■  
Dispositivos de protección radiológica

Aplicación	Mínimo por departamento
<b>Convencional</b>	Mandil plomado, guantes plomados, protector de gónadas, collarín. Nota: en departamentos donde existan varias salas de fluoroscopia debe existir además un mandil por sala.
<b>Fluoroscopia</b>	
<b>Hemodinamia</b>	Mandil plomado, anteojos para cristalino, collarín.
<b>Arteriografía</b>	
<b>Tomografía</b>	Mandil plomado.
<b>Computada</b>	
<b>Mamografía</b>	No se requiere, siempre y cuando el disparo
<b>Panorámica Dental</b>	se efectúe desde una zona protegida.

tienen como finalidad la de servir de referencia acerca de cuantos estudios radiológicos puede practicar al paciente evitando un daño mayor.

En la misma Norma Oficial Mexicana NOM-157-SSA1-1996, se contempla que el POE, es la persona que en el ejercicio y con motivo de su ocupación está expuesta a la radiación ionizante. Quedan excluidos los trabajadores que ocasionalmente en el curso de su trabajo puedan estar expuestos a este tipo de radiación. La vigilancia radiológica, es la supervisión profesional destinada a verificar el cumplimiento de las normas de protección contra las radiaciones ionizantes, mediante la medición de las exposiciones o las dosis recibidas por el POE y su interpretación con fines de control.

### El Personal Ocupacionalmente Expuesto (P.O.E.) debe:

- Cumplir las reglas y procedimientos de protección y seguridad radiológica aplicables al ejercicio de sus funciones, especificados en los manuales de protección y seguridad radiológica y de procedimientos técnicos.
- Hacer uso adecuado del equipo de protección, así como de los dispositivos de vigilancia radiológica individual que se le suministren.
- Proporcionar al titular o al responsable de la operación y funcionamiento la información necesaria sobre sus actividades laborales pasadas y actuales, que pueda contribuir a mejorar la protección y seguridad radiológica propia o de terceros.
- Recibir y aceptar la información, instrucciones y capacitación relacionadas con la protección y seguridad radiológica, a fin de realizar su trabajo de conformidad con los requisitos y obligaciones establecidos en las normas vigentes.
- Evitar todo acto deliberado o por negligencia que pudiera conducir a situaciones de riesgo o de incumplimiento de las normas de protección y seguridad radiológica vigentes, así como comunicar oportunamente al titular o al responsable de la operación y funcionamiento la existencia de circunstancias que pudieran afectar el cumplimiento adecuado de dichas normas.

- ♦ En caso de laborar en más de un establecimiento, comunicar a los titulares y a los responsables de la operación y funcionamiento de los mismos esta situación y entregarles copia de los informes, constancias y certificados mencionados en el numeral
- ♦ Es responsabilidad del trabajador vigilar que la suma de las dosis recibidas no rebase los límites aplicables.

### Conclusiones

Para la profesión de enfermería, incorporarse a un servicio clave en la atención de los pacientes, como es el servicio de imagenología, genera todo un reto, pues al tener una formación académica donde la piedra angular es el cuidado integral del paciente; observamos que la tecnología cobra vital importancia para el diagnóstico y tratamiento de los pacientes, y obliga a la actualización continua sobre el mecanismo de protección básica ante la radiación.

Es primordial que los profesionales de la enfermería conozcan las diferentes normas oficiales, en específico la Norma Oficial Mexicana NOM-157-SSA1-1996, Salud Ambiental. Protección y seguridad radiológica en el diagnóstico médico con rayos X; pues es la guía principal que nos orienta de manera específica las medidas a tomar para la protección radiológica.

### Agradecimientos

- ♦ Instituto Nacional de Cancerología
- ♦ E.A.S.E. Celia López González  
Adscrita al Departamento de Enfermería INCan.
- ♦ T.R. Bernardo Hernández Espinosa

Adscrito al Servicio de Imagenología INCan.

- ♦ M. en C. Héctor Galván Espinoza

Adscrito al Servicio de Imagenología INCan.

- ♦ Lic. Enf. Alberto Domínguez Aliphath

Adscrito al Departamento de Enfermería del INan.

### Referencias

1. Brazzini Arméstar A. Arias Schreiber M. y Ménez Leiva V. Desarrollo de la radiología: Centenario del descubrimiento de los Rayos X Revista de la Sociedad Peruana de Medicina Interna Vol. 9, N° 1, 1996 pags.124-126 ■
2. Norma Oficial Mexicana NOM-157-SSA1-1996, Salud Ambiental. Protección Y Seguridad Radiológica En El Diagnostico Medico Con Rayos X ■
3. Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas, Accidente por contaminación con cobalto-60, Dirección General de Comunicación Social CNSNS, IT-001, México, 1984. pags. 82-85 ■
4. Rickards, J., Las radiaciones, Colección La Ciencia desde México, Fondo de Cultura Económica, México, D.F., 1986 ■

El objetivo de la protección radiológica es permitir el aprovechamiento de la radiación, en todas sus formas conocidas, con un riesgo aceptable tanto para los individuos que la manejan como para la población en general y las generaciones futuras. Debido a que la radiación es potencialmente dañina, no debería permitirse ninguna exposición innecesaria. El principio que gobierna la protección radiológica en caso de exposición se conoce con el nombre de ALARA (as low as reasonably achievable) que se traduce como: tan bajo como razonablemente sea posible.