
RECOMENDACIONES PARA IMPLEMENTAR UN PLAN DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA.

DRA. MARIA DEL ROCIO MUNIVE LIMA. *
DR. ALEJANDRO MENCHACA MARTINEZ**
DRA. EDITH RODRÍGUEZ HERNANDEZ***

*DIRECTOR MÉDICO, LABORATORIO OLARTE Y AKLE.

**JEFE DE DEPARTAMENTO DE IMAGENOLOGÍA, LABORATORIO OLARTE Y AKLE.

*** COORDINADOR IMAGENOLOGÍA, LABORATORIO OLARTE Y AKLE

RESUMEN

El radiodiagnóstico y la radiología son en la actualidad una parte esencial de la práctica médica diaria, los avances tecnológicos tanto de equipamiento como en radiología digital han tenido un fuerte impacto en la clínica, incluyendo mejoras en la calidad de imagen, reducción de dosis y un amplio rango de aplicaciones disponibles que nos ayudan a brindar un mejor diagnóstico y tratamiento.

Sin embargo, los riesgos a la salud asociados con la exposición a estas radiaciones permanecen sin cambios. Los rayos X son potencialmente peligrosos y tienen la capacidad de alterar células y tejidos por lo que todos los procesos que incluyen su utilización deben ser gestionados con precaución. Siendo de carácter obligatorio para todos los centros de trabajo que manejan este tipo de radiación, establecer las condiciones de seguridad e higiene para el reconocimiento, evaluación y control de los trabajadores ocupacionalmente expuestos, con la finalidad de que dicha exposición no sobrepase los límites reglamentarios y se proteja la seguridad y salud del trabajador.

El objetivo de la Protección Radiológica es asegurar la protección adecuada tanto al personal involucrado sin afectar al medio ambiente y garantizando los beneficios de estas prácticas para los pacientes.

Palabras clave:

Radiación ionizante, efectos biológicos, protección radiológica, rayos X, personal ocupacionalmente expuesto.

RECOMENDACIONES PARA IMPLEMENTAR UN PLAN DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA.
MUNIVE-LIMA, ET AL**Introducción:**

La radiación se produce cuando un elemento emite energía en forma de ondas generalmente invisibles, esta radiación se agrupa en dos categorías: ionizante y no ionizante.

La radiación ionizante comprende los rayos X, rayos gamma y parte del espectro electromagnético ultravioleta superior **1**. Una radiación ionizante es aquella que cuando interacciona con la materia produce la ionización de la misma, esto es, origina partículas con carga eléctrica o iones **2**.

La radiación ionizante la podemos encontrar en todas partes como fuentes de radiación naturales, como suelo, agua, aire y se conoce como radiación de fondo. Esta radiación no está asociada a ninguna actividad humana. Por lo que la población en general se encuentra expuesta a una dosis mínima de radiación de fondo cada año.

Por otro lado, contamos con las fuentes de radiación ionizante artificiales, esto es, generada por el hombre y la cual tiene múltiples usos en medicina, ciencia, industria, milicia, etc. En la mayoría de los casos las exposiciones son de intensidad baja y la utilidad siempre debe equilibrarse con el riesgo-beneficio.

Los efectos biológicos de la radiación han sido estudiados e incluyen cambios moleculares que provocan daño celular, el blanco biológico más crítico es el ADN, debido a la información genética que contiene, este daño puede manifestarse en forma de mutaciones cuya frecuencia está en relación con la dosis recibida **2**.

La dosis a la que está expuesto el personal de salud que trabaja o que permanece en zonas en las que existe riesgo de irradiación puede ser medido a través de dispositivos conocidos como dosímetros, los cuales son medidores de dosis equivalentes, esto es, la dosis recibida y acumulada durante un mes de uso **3**.

El objetivo de la Protección Radiológica es asegurar la protección adecuada tanto al personal involucrado sin afectar al medio ambiente y garantizando los beneficios de estas prácticas para los pacientes.

Para poder asegurar una exposición controlada del personal de salud en los centros de trabajo se han establecido los principios básicos de protección radiológica que a continuación se mencionan.

Principios básicos de Protección Radiológica:

Los Programas de Protección Radiológica son de carácter obligatorio a todo el personal de salud que este involucrado en el manejo, adquisición, mantenimiento o en cualquier otra actividad relacionada con equipos o materiales que involucran radiación ionizante.

Los principios de protección radiológica se basan en los siguientes puntos **4**:

- **Justificación:** toda práctica que involucra exposición a las radiaciones ionizantes debe rendir un beneficio a los individuos y a la sociedad.
- **Límite de Dosis:** las dosis individuales del público y trabajadores no deberán superar los límites individuales de dosis.
- **Optimización:** las dosis individuales y colectivas deberán mantenerse tan bajas como razonablemente sea posible, tomando en cuenta factores sociales y económicos.

Para dar cumplimiento a lo anterior organizaciones nacionales e internacionales han establecido un conjunto de recomendaciones y lineamientos, con la finalidad de salvaguardar la salud del personal ocupacionalmente expuesto, pacientes, público y medio ambiente de los posibles daños que se pudieran provocar.

Para su revisión se dividieron en 5 requisitos fundamentales, mismos que vamos a ir desarrollando a lo largo de este artículo:

**RECOMENDACIONES PARA IMPLEMENTAR UN PLAN DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA.
MUNIVE-LIMA, ET AL**

I.Requisitos de funcionamiento.

II.Requisitos del personal.

III.Requisitos documentales.

IV.Requisitos de las instalaciones y equipos.

V.Cuidados a los pacientes y al público en general.

I.- Requisitos de funcionamiento:

1. Contar con licencia sanitaria
2. Contar con permiso de responsable de operación y funcionamiento.

II.- Requisitos del personal:

1. Conocer y aplicar lo descrito en la NOM-229-SSA1-2002, en lo referente a obligaciones del titular o representante legal, del médico radiólogo, técnico radiólogo, médico solicitante y personal ocupacionalmente expuesto (POE) **5**.
2. Contar con los certificados de capacitación del POE actualizados. El POE debe tener un curso inicial de Protección y Seguridad Radiológica en el Diagnóstico Médico con Rayos X de 40 horas autorizado por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS) y registrado en la STPS, y cursos de actualización al menos cada 12 meses **3**.
3. Certificados de dosimetría personal periódico que tengan el acuse de recibido del POE. La dosimetría personal la debe proporcionar un proveedor registrado en la CNSNS.
4. Todo el POE debe tener un expediente médico de acuerdo a NOM-026-NUCL-2011, en donde se conserven los certificados anuales de dosis efectiva individual acumulada, de la constancia de dosis total acumulada al término de la relación laboral y de los exámenes médicos. Esta documentación debe contar con la firma del trabajador como constancia de haberla recibido y conservarse hasta 30 años después de terminada la relación laboral **6**.

5. El titular debe realizar la vigilancia médica del POE de acuerdo con la NOM- 026-NUCL-2011 **6**.

6. Límites de dosis: La observación de los límites anuales de dosis constituye una medida fundamental en la protección frente a las radiaciones ionizantes **2**. Las dosis de Rayos X que reciba el personal y el público en general deben mantenerse tan bajas como sea posible y siempre por debajo de los límites establecidos en los ordenamientos legales y son **7**:

·**POE**: el límite de dosis efectiva anual para los efectos estocásticos es de 50 mSv. Para los efectos deterministas es de 500 mSv independientemente de si los tejidos son irradiados en forma aislada o conjuntamente con otros órganos. Este límite no se aplica al cristalino, para el cual se establece un límite de 150 mSv.

·**Embarazadas POE**: sólo podrán trabajar en condiciones donde la irradiación se distribuya lo más uniformemente posible en el tiempo y que la probabilidad de que reciban un equivalente de dosis anual mayor de 15 mSv sea muy baja.

·**Público en general**: para efectos estocásticos son de 5 mSv y para los efectos deterministas es de 50 mSv. Estos límites de dosis se aplican al grupo crítico de la población, o al individuo más expuesto.

·Para **pacientes** sometidos a estudios radiológicos no aplican los límites establecidos.

RECOMENDACIONES PARA IMPLEMENTAR UN PLAN DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA.
MUNIVE-LIMA, ET AL**III.- Requisitos documentales:**

1. Contar con un manual de protección radiológica vigente y autorizado por el ROF.
2. Contar con un manual de garantía de calidad vigente y autorizado por el ROF.
3. Contar con un manual de procedimientos técnicos para cada sala de rayos X autorizado.
4. Tener un registro de los estudios que se realizan en el servicio de radiología, bajo la supervisión del ROF.
5. Tener un registro de control que determine las causas de repetición de placas, bajo la supervisión del ROF.
6. Tener un archivo de las solicitudes de estudios radiológicos firmadas por el médico tratante (solicitante).
7. Asegurarse que las placas de los estudios radiológicos tengan impreso: fecha del estudio, nombre del paciente, identificación del establecimiento y clave o iniciales del técnico que la tomó. En mamografía se deben incluir los parámetros de exposición de cada placa, bajo la supervisión del ROF.
8. Los Servicios de Radiología deberán contar con los siguientes documentos actualizados: Manual de Análisis de Riesgos, Manual de Plan de Emergencia y Programa de Seguridad y Protección Radiológica conforma a la NOM-012-STPS-2012 **3**.

IV.- Requisitos de las instalaciones y equipos:

- 1.- Poseer certificados de verificación de blindajes y memorias analíticas.
2. Poseer certificados de control de calidad de los equipos de rayos X. El control de calidad debe realizarse con la periodicidad que establece la NOM-229-SSA1-2002 **5**.
3. Disponer de un área específica para guardar los dosímetros después de la jornada laboral, bajo supervisión del ROF.
4. Tener un programa y registro de mantenimiento adecuado de los equipos rayos X.
5. Conservar las salas de rayos X con un mantenimiento adecuado y no dedicarlas a otro uso diferente al manejo de pacientes.

6. Mantener en buen estado las señalizaciones que establece la norma de las salas de rayos X.
7. Contar con los dispositivos de protección radiológica conforme a la norma y al tipo de instalación de rayos X. La instalación debe contar con dispositivos de protección tales como mamparas, mandiles, collarines, protectores de tiroides, protectores de gónadas y todo aquel implemento que sea necesario de acuerdo con lo establecido en las recomendaciones **8**.
8. Los negatoscopios convencionales deben tener una uniformidad del 85% y una intensidad mínima de 1000 Cd/m². Los de mamografía deben tener una intensidad de 3000 Cd/m² mínimo **9**.

V.- Cuidados a los pacientes y público en general:

1. El público en general debe permanecer fuera de la zona controlada durante la operación del equipo.
 2. Durante el estudio radiológico únicamente el paciente debe permanecer en la sala de exposición, en casos especiales puede ser acompañado por otra persona, siempre y cuando reciba instrucciones específicas de lo que va a realizar y los riesgos que implica, se le deben proporcionar dispositivos de protección adecuados y lejos del haz de radiación.
 3. Durante la operación del equipo de rayos X no deben permanecer personas ni pacientes en los vestidores anexos a la sala de exposición si no se cuenta con el blindaje adecuado para ello **5**.
 4. Las puertas de acceso a la sala de rayos X, tanto la de entrada principal como las de los vestidores, deben permanecer cerradas durante el estudio **8**.
 5. El paciente debe ser observable en todo momento desde la consola de control. Debe existir comunicación verbal.
-

**RECOMENDACIONES PARA IMPLEMENTAR UN PLAN DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA.
MUNIVE-LIMA, ET AL**

6. La sala de rayos X no deben usarse simultáneamente con otros estudios o actividades.
7. El servicio de radiología debe tener un dictamen de los niveles de radiación de las áreas colindantes con la sala de rayos X.
8. En los casos de grupos vulnerables como niños y mujeres embarazadas, el numero de exposiciones debe restringirse a lo mínimo necesario y solo cuando haya una indicación clínica justificada. En caso de embarazadas requiere que se pospongan los procedimientos tanto como sea posible durante el periodo de gestación u optar por una técnica alternativa.
9. En caso de mujeres en edad reproductiva, el centro deberá investigar la posibilidad de embarazo, en caso de duda aplicar las medidas de protección a embarazadas, sobre todo durante los primeros dos trimestres de gestación.

Conclusiones:

Los estudios que ocupan radiación ionizante son fundamentales para el apoyo al diagnóstico de los pacientes, su utilidad ha sido manifiesta en múltiples ocasiones en donde el riesgo sobrepasa al beneficio, es por ello que se deben establecer las medidas pertinentes para seguir protegiendo a todos los involucrados en la cadena de atención. Por lo anterior, es una obligación de los dueños, titulares o representantes de los centros de trabajo en donde se ofrezcan este tipo de estudios, establecer las condiciones de seguridad e higiene para el cuidado de los trabajadores, público en general y medio ambiente. Es responsabilidad del trabajador seguir las recomendaciones para su autocuidado y apegarse a los lineamientos establecidos. Es responsabilidad del médico que solicita el estudio evaluar el riesgo beneficio a sus pacientes, sobre todo en grupos vulnerables. Las recomendaciones ya han sido establecidas solo hace falta implementarlo, vigilarlo y controlarlo.

Referencias:

- 1.- Mother To Baby | Fact Sheets [Internet]. Brentwood (TN): Organization of Teratology Information Specialists (OTIS); 1994-. Radiación ionizante en entornos de trabajo. 2021 Jan 1. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK582774/>
 - 2.- Pascual, A., & Gadea, E. (2011). Radiaciones ionizantes, normas de protección. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. NTP614.
 - 3.- Secretaría de Salud, Norma Oficial Mexicana NOM 012-NUCL-2016. Requisitos y criterios de funcionamiento que deben cumplir los instrumentos de medición de radiación ionizante y los dosímetros de lectura directa. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5469138&fecha=16/01/2017#gsc.tab=0
 - 4.- Ramos, O., & Villarreal, M. (2007). Fundamentos de protección radiológica. Radiobiología, 7, 174-177.
 - 5.- Secretaría de Salud, Norma Oficial Mexicana NOM-229-SSA1-2002, Salud Ambiental. Requisitos Técnicos para las Instalaciones, Responsabilidades Sanitarias, Especificaciones Técnicas para los Equipos y Protección Radiológica en Establecimientos de Diagnóstico Médico con Rayos X. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4931612&fecha=15/09/2006#gsc.tab=0
-

RECOMENDACIONES PARA IMPLEMENTAR UN PLAN DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA.
MUNIVE-LIMA, ET AL**Referencias:**

- 6.- Secretaría de Salud, Norma Oficial Mexicana NOM-026-NUCL-2011. Vigilancia médica del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4536/sener1/sener1.htm>
 - 7.- Avalos Piña, Lourdes Yatzil, Aquino Ignacio, Marino Crispín, Granados Silvestre, María del Carmen, Gutiérrez Márquez, Jesús Gerardo, & Rodríguez Hidalgo, Alejandra. (2018). Cuantificación de la radiación secundaria con dosímetros de luminiscencia ópticamente estimulada en la zona de tiroides durante la exposición a ortopantomografías digitales. Revista odontológica mexicana, 22(4), 197-205. Recuperado en 19 de junio de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-199X2018000400197&lng=es&tlng=es.
 - 8.- Secretaría de Salud, Norma Oficial Mexicana NOM-156-SSA1-1996, Salud ambiental. Requisitos técnicos para las instalaciones en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4895495&fecha=26/09/1997#gsc.tab=0
 - 9.- Galván-Espinoza, H. A. (2012). Necesidad e importancia del control de calidad en mamografía. Gaceta mexicana de oncología, 11(4), 246-250.
-