

# Conocimiento del sistema de protección radiológica en el Hospital Regional de Alta Especialidad Dr. Gustavo A. Rovirosa, de Villahermosa, Tabasco, México.

Katia M. De Dios Alejo<sup>1</sup>  
Nahum Nolasco Caba<sup>2</sup>

## RESUMEN

La exposición laboral a la radiación ionizante no es un proceso inocuo, ya que puede producir efectos dañinos en la salud del personal ocupacionalmente expuesto. En el área de Imagenología del Hospital Regional de Alta Especialidad Dr. Gustavo A. Rovirosa no se cuenta con registros de los niveles de exposición del personal que trabaja en áreas de riesgo. El propósito de este trabajo es determinar el nivel de conocimiento en protección radiológica con el que cuenta el personal técnico radiólogo que ejerce en el área mencionada, basado en un estudio en el que se aplicó una encuesta validada de tipo dicotómica al personal de la salud descriptivo y transversal que trabajaba en un área de exposición a radiaciones ionizantes. Los encuestados fueron técnicos radiólogos. El nivel de conocimientos global osciló entre 90 % y 100 % con un promedio de 67 % (regular) y se categorizó como deficiente a 40 % de los participantes. Las preguntas con mayor por-

centaje de error fueron sobre la fuente de radiación dispersa para el personal que trabaja con arco en C y rayos X portátil. Solo una mínima cantidad de los participantes no contaba con un dosímetro personal y solo la tercera parte de los encuestados afirmaba contar con cursos de capacitación continua. El 89 % de los participantes posee amplio entrenamiento formal en protección radiológica. En general los participantes del estudio poseen poca o nula capacitación en protección radiológica.

**Palabras clave:** Radioprotección, dosis altas, radiación dispersa, rayos X, imagenología.

## INTRODUCCIÓN

La radiación ionizante tiene suficiente energía para afectar los átomos de las células vivas y, por consiguiente, dañar su material genético o ADN. Afortunadamente, las células del cuerpo son extremadamente

---

<sup>1</sup> Alumna del 7mo semestre de la Licenciatura en Ingeniería Biomédica. Universidad Olmeca. Villahermosa, Tabasco. México. Correo electrónico: [katiaalejo7@gmail.com](mailto:katiaalejo7@gmail.com)

<sup>2</sup> Asesor del texto y docente en la Licenciatura en Ingeniería Biomédica. Universidad Olmeca. Villahermosa, Tabasco. México. Correo electrónico: [nahumnolasco@hotmail.com](mailto:nahumnolasco@hotmail.com).

eficientes para reparar dicho daño. No obstante, si el daño no se repara correctamente, una célula puede morir o volverse cancerosa. La exposición a bajos niveles de radiación no causa efectos inmediatos en la salud, pero pudiera aumentar el riesgo de cáncer a lo largo de la vida si no se cuenta con un apropiado sistema de protección (Hernández, 2016).

La protección radiológica se basa en las evidencias científicas de los efectos de las radiaciones; proteger a los individuos y al medio ambiente contra los riesgos que se derivan de actividades que pueden implicar la exposición a diferentes tipos de radiación. Uno de los requisitos primordiales que debe cumplir toda institución que obtiene una licencia de posesión y uso de material radioactivo es contar con un programa de seguridad radiológica, para ejecutar acciones de protección sobre el personal ocupacionalmente expuesto, sobre el medio ambiente y el público en general (Posadas y González, 2010a).

El objetivo fundamental de la protección radiológica es reducir hasta donde sea posible los riesgos que implica el uso de materiales radiactivos y dispositivos que producen radiaciones ionizantes (Posadas y González, 2010b). Algunos de los riesgos que comprenden la falta de la protección radiológica son la energía que absorben los tejidos y los órganos expuestos a radiaciones, que provocan dos tipos de efectos. Ante la exposición a dosis mucho más altas de las habituales en pruebas diagnósticas por imagen, la radiación puede causar la muerte celular. Los daños derivados de estas exposiciones son lo suficientemente extensos como para afectar al funcionamiento de los tejidos y se detectan durante la observación clínica (por ejemplo, enrojecimiento de la piel, caída del cabello, formación de cataratas). Los problemas de salud de este tipo se llaman reacciones tisulares y ocurrirán solo si la dosis de radiación supera un umbral concreto (Comisión Internacional de Protección Radiológica [ICPR], 2001).

Para México, la NOM-229-SSA1-2002 esta-

blece los criterios de diseño, construcción y conservación de las instalaciones fijas y móviles, los requisitos técnicos para la adquisición y vigilancia del funcionamiento de los equipos de diagnóstico médico con rayos X, los requisitos sanitarios, criterios y requisitos de protección radiológica que deben cumplir los titulares, responsables, asesores especializados en seguridad radiológica en establecimientos para diagnóstico médico que utilicen equipos generadores de radiación ionizante (rayos X) para su aplicación en seres humanos, con el fin de garantizar la protección a pacientes, personal ocupacionalmente expuesto y público en general. Cabe mencionar que el poco o nulo seguimiento a las recomendaciones y lineamientos marcados por la NOM-229-SSA1-2002 puede tener serias consecuencias tanto en la salud del paciente, como de las personas involucradas en el manejo de los equipos.

## ANTECEDENTES

El descubrimiento accidental de la radiación y de la radioactividad que la genera se dio gracias a Wilhelm Conrad Röntgen, un físico alemán de la Universidad de Würzburg, y que el 8 de noviembre de 1895 produjo radiación electromagnética en las longitudes de onda correspondiente a los actualmente llamados rayos X; esos rayos catódicos que en 1895 se suponían como partículas muy pequeñas, eléctricamente cargadas que se movían con una velocidad, para entonces increíble, de unas milésimas de la velocidad de la luz. El 22 de diciembre de 1895, Röntgen expuso la mano de su esposa durante 15 minutos a los rayos X, obteniendo la primera radiografía de la historia. Para el 5 de enero de 1896, un periódico austríaco informó que Röntgen había descubierto un nuevo tipo de radiación. Röntgen fue premiado con el grado honorario de doctor en Medicina por la Universidad de Wurzburg después de que descubriera los rayos X. Gracias a su descubrimiento fue galardonado con el primer Premio Nobel de Física; dicho galardón se con-

cedió oficialmente «en reconocimiento de los extraordinarios servicios que ha brindado para el descubrimiento de los notables rayos que llevan su nombre»; Röntgen donó la recompensa monetaria a su universidad y tampoco quiso que los rayos llevaran su nombre (González, 2012a).

A finales del siglo XIX existía la gran incógnita de qué pasaba en el interior del cuerpo de los pacientes. Sin embargo, esta incógnita comenzaría a resolverse pocos meses antes de terminar 1895, cuando comenzaron a desarrollarse las técnicas de imagen médica. Fue en 1934 cuando Irene Marie y Frédéric Joliot Curie descubren la radiactividad artificial, lo que da impulso a sus aplicaciones médicas. Se aprende a fabricar isótopos radiactivos de la mayor parte de los elementos naturales y, gracias a la radiación que emiten, se puede seguir en el interior del organismo humano su destino o el de las moléculas en las que se han introducido. Previamente, en 1913, Georg Von Heves inició el empleo de los marcadores con radioisótopos naturales. En 1922, Antoine Lacasagne descubre el principio de la autorradiografía. Con estos precursores se sientan las bases de la medicina nuclear, que experimenta un rápido desarrollo entre 1935 y 1939 y, sobre todo, a partir de 1945. Desde 1970 la escintigrafía y las cámaras de centelleo permiten una mejor exploración de numerosos tejidos y órganos (Foro Nuclear, 2010).

Para el año 1900 se descubren y publican casos de quemaduras y otros daños debido a la exposición a la radiación, debidos sobre todo al uso indiscriminado de la radiación con total desconocimiento de sus posibles efectos adversos y ningún tipo de protección. Durante la Primera Guerra Mundial el uso de los rayos x en hospitales se generalizó. En 1915 Sodney Russh comienza una serie de discusiones sobre los diferentes medios de protección necesarios para los operadores de rayos x, ya que los operadores durante la guerra sufrían muchas lesiones debido a la larga exposición. Por lo anterior, se dicta y establece

una serie de normas para la protección del técnico radiólogo siendo este el primer código de protección radiológica (Vélez Donis, 2008a).

Es entonces cuando la comunidad científica llega a la conclusión de que es necesario reducir la cantidad de dosis al paciente, reduciendo la frecuencia y la duración de la exposición. Ante la necesidad de protegerse de las radiaciones ionizantes surge la Protección Radiológica como disciplina y en 1925 se crea la Comisión Internacional de Protección Radiológica (Vélez Donis, 2008a).

Al final de la década de los años ochenta se había acumulado un gran historial de incidencias en negativa a los rayos X, lo que indujo a examinar desde otro ángulo las normas en materia contra la exposición con o sin escasa protección a las radiaciones ionizantes y seguridad de las fuentes de radiación. Ante todo, una reevaluación de las conclusiones radioepidemiológicas derivadas de las explosiones de las bombas atómicas detonadas sobre las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki al final de la Segunda Guerra Mundial, hizo pensar que la exposición a la radiación de bajo nivel entrañaba un riesgo mayor que el que se había estimado antes (González, 2012b).

Esto dio lugar al redescubrimiento de la radiación natural como causa de riesgo para la salud: en algunas viviendas se observaron contenidos sorprendentemente altos de radón en el aire, y se descubrió que la exposición a la radiación natural de algunas personas cuyo trabajo nada tenía que ver con las radiaciones alcanzaba niveles muy superiores a los límites prescritos para la exposición ocupacional por normas de autoridad reconocida. En vista de tales hechos, la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR) revisó en 1990 sus recomendaciones vigentes. Las organizaciones interesadas del sistema de las Naciones Unidas y otros organismos multinacionales reaccionaron rápidamente y comenzaron a revisar sus respectivas normas. Esto dio origen a normas establecidas que se relacionan con diversos factores:

1. Relacionadas con el equipo:
  - a) Condiciones técnicas óptimas.
  - b) Calibración adecuada.
2. Relacionadas con la infraestructura de áreas. Barrera de protección primaria y secundaria con plomo o baritina.
3. Medidas de protección para el personal expuesto a las radiaciones:
  - a) Medios de protección personal.
  - b) Control dosimétrico.
4. Medidas de protección con el paciente (González, 2012c).

Por lo anterior, en este trabajo se busca evaluar el grado de conocimiento sobre el sistema de protección radiológica con el que cuentan los técnicos del hospital y así garantizar que tanto pacientes, personal de la salud y afines, reciben la información que necesitan para saber que hay que contar con un sistema de protección.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Hospital Regional de Alta Especialidad Dr. Gustavo A. Rovirosa. Este hospital fue inaugurado por el entonces presidente de la república, José López Portillo, el 23 de abril de 1980, y recibió el nombre en honor a tan ilustre médico tabasqueño. En sus inicios contaba con 64 camas, y las cuatro especialidades básicas (medicina interna, cirugía, ginecología y pediatría). Actualmente cuenta con 120 camas de hospitalización, seis quirófanos de cirugía y dos de obstetricia, servicios de radiología convencional e invasiva, ultrasonido Doppler color, laboratorio clínico automatizado, banco de sangre, terapia intensiva, hemodiálisis, electroencefalografía, videoendoscopia, entre otros, lo cual lo convierte en uno de los más completos del estado. Con esta infraestruc-

tura el hospital atiende a casi 50 mil usuarios en el mes, tanto del estado como de estados vecinos, de los cuales, diariamente 50 personas asisten por estudios al área de Imagenología (rayos x, mastografía, tomografía, arco en C), 10 mil de ellos a través de los servicios de hospitalización y el resto en las facilidades de consulta externa, ubicado en Calle 3 S/N Col. El Recreo. Villahermosa, Tabasco (Mier y Terán; Carrillo. 2000).

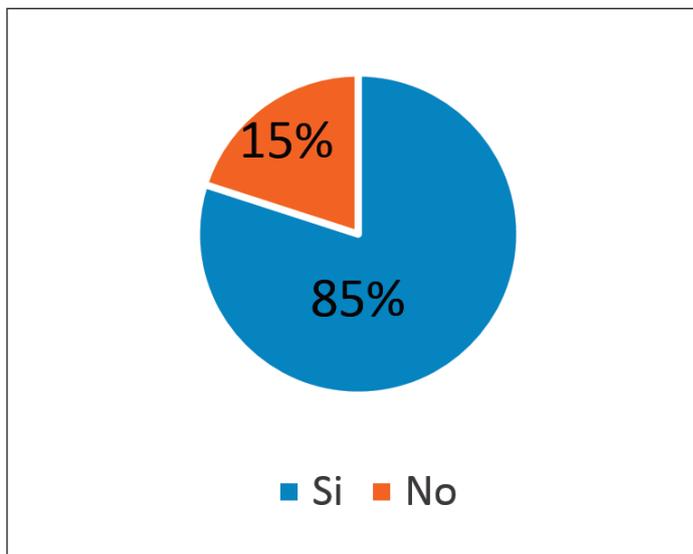
Los datos con los que se realizó este trabajo se obtuvieron a partir de la aplicación de encuestas a los técnicos radiólogos del hospital de los turnos matutino y vespertino para determinar el grado de conocimiento que los técnicos poseen sobre la protección radiológica. Estas encuestas consistieron en un listado de preguntas con las opciones sí o no, dichos datos se graficarán.

## RESULTADOS

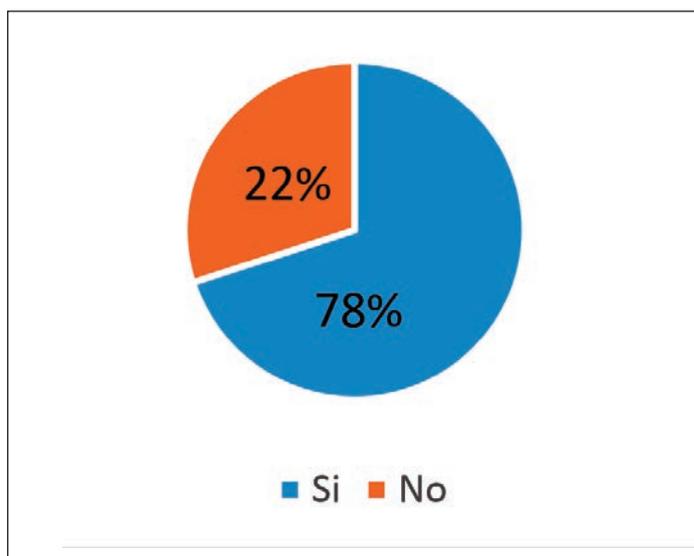
En la **figura 1** se muestra que la mayoría de los técnicos radiólogos se encuentran frente a altos nivel de exposición radiológica, muchas de las veces por no contar con el equipo de protección completo, situación que se presenta cuando interactúan con el paciente.

En la **figura 2** se hace evidente que gran parte de ellos cuentan y aplican las medidas de protección adecuadas, antes, durante y después de trabajar con el equipo de radiación. Estas medidas implican tanto sus equipos, como sus medidas de seguridad eléctrica y verificación de las dosis correctas y exactas de radiación con las que trabajarán con el paciente, también que el área de radiación cuente con los parámetros adecuados de protección y que tanto ellos como los pacientes estén completamente protegidos.

En la **figura 3** se expone que los técnicos, en su mayoría, cuentan con equipos de protección, desde el dosímetro hasta equipo blindado. Sin embargo muchas veces por desconocer u olvidar partes de la norma oficial, y por falta de recursos proporcionados por el hospital, tienden a trabajar sin la protección radiológica correcta y completa.



**Figura 1.** Situaciones altas de exposición sin protección. Elaborada por Katia M. de Dios Alejo



**Figura 2.** Personal que adopta medidas de protección. Elaborada por Katia M. de Dios Alejo

En la **figura 4**, todos los técnicos conocen y saben los riesgos que implica la radiación, se habla que muchos de estos riesgos comprenden altos niveles de contaminación radioizante, estos inducen desde muerte celular, mutaciones genéticas, afectando la estructura química del ADN, se vuelven más propicios a desarrollar diferentes tipos de cáncer con ellos y su

descendencia, incluso tienen efectos adversos en los sistemas biológicos del ser humano, teniendo repercusiones en la médula ósea y los sistemas nervioso y gastrointestinal, provocando así finalmente la muerte.

En la **figura 5** se expone que para casos específicos como los técnicos que trabajan con equipos como el arco en C y el de rayos X portátil, por su com-

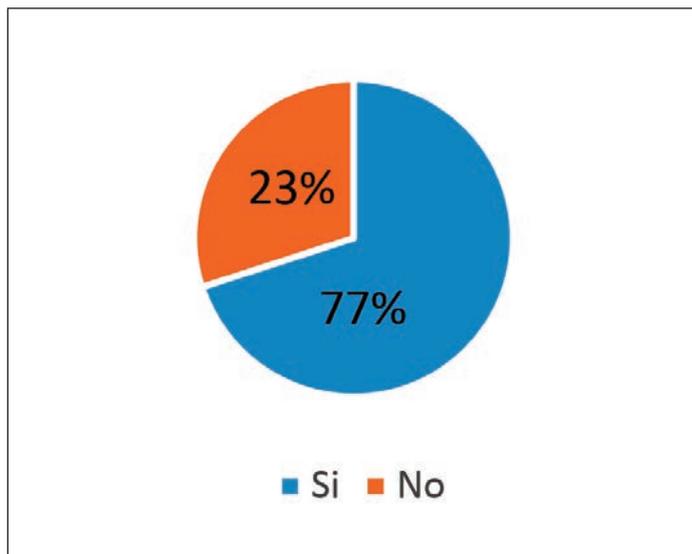


Figura 3. Personal que cuenta con equipo de protección. Elaborada por Katia M. de Dios Alejo



Figura 4. Conocimiento de riesgos. Elaborada por Katia M. de Dios Alejo

plejidad y demanda de aplicación en el campo de quirófano, no cuentan en lo absoluto con blindajes de protección, puesto que es un área en la que no siempre se trabaja con ellos y los niveles de radiación dispersa es aún mayor y es el tipo de radiación más peligrosa. De este modo no solo los técnicos y pacientes son expuestos a radiación dispersa, sino también el resto de

personal como médicos y enfermeras.

En la **figura 6** se expone un dato alarmante, en el que, de acuerdo con los encuestados, no se aplican las medidas de descontaminación ni exámenes médicos rutinarios al personal radiológico. Esto abre la posibilidad de que la mayoría de ellos quizás estén contaminados con altas dosis de radiación ionizante y

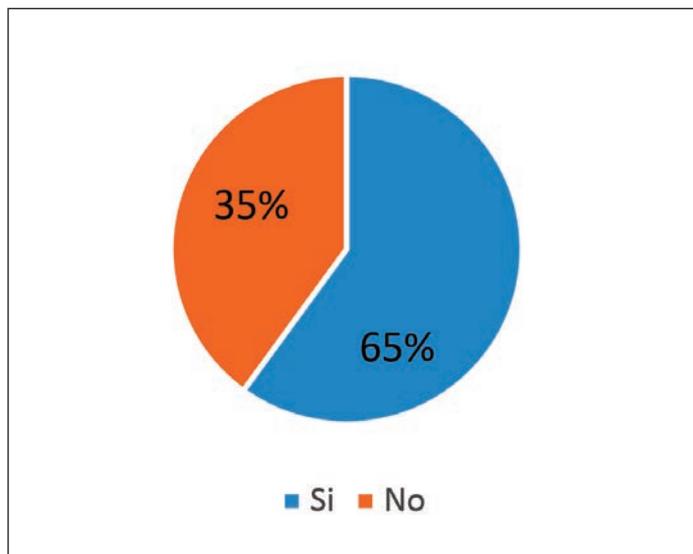


Figura 5. Área de trabajo con blindajes. Elaborada por Katia M. de Dios Alejo



Figura 6. Medidas de descontaminación y exámenes médicos. Elaborada por Katia M. de Dios Alejo

que no existan las medidas para tomar alguna acción sobre ello, tanto por parte del hospital como por parte del mismo personal.

## DISCUSIÓN

De acuerdo con los datos graficados producto de las respuestas obtenidas, se aprecia que la mayoría de los técnicos, aunque conoce la Norma Oficial Mexicana

de Protección Radiológica, muchas veces por limitaciones en cuanto a recursos por parte del hospital no realiza sus actividades diarias según dicha norma. La falta de protección radiológica puede tener consecuencias como muerte celular, riesgo de contraer cáncer, mutaciones congénitas y efectos adversos a largo plazo. Cabe mencionar que dentro de las actividades y funciones que desarrollan los técnicos dentro del

hospital, la mayor parte de ellos acostumbra trabajar con más de un equipo de imagenología, tales como el tomógrafo, rayos X portátil y arco en C los cuales tienen exposiciones más elevadas de radiación. Hay estudios que demuestran y establecen el peligro de las radiaciones, un ejemplo muy claro se encuentra en un examen de biometría hemática que permite evaluar el daño causado por radiaciones y el estado de salud en general de la persona (Bedoya, 2006). La Norma Oficial Mexicana NOM-229-SSA1-2002 de Protección Radiológica establece que, en instituciones de salud públicas o privadas en las que eventualmente se requiera de este tipo de estudios para el técnico en cuestión y de este modo reducir el número de probabilidades de desarrollar efectos adversos o probabilidades altas de posiblemente tener cáncer y no saberlo. El operador debe cumplir con los requisitos establecidos en la presente norma. El hecho de que los técnicos radiólogos no cuenten con las eventuales capacitaciones y evaluaciones médicas tiene como consecuencia que no se lleven adecuadas medidas de protección y prevención, evaluaciones que también ayudarían no solo a saber el conocimiento adquirido, sino también a mejorar tanto la atención y manejo de pacientes y la manera de desempeñar sus labores con las adecuadas medidas de prevención y protección.

La mayoría del personal médico del hospital, en especial los técnicos radiólogos, en varias ocasiones se han visto expuestos a la radiación de los equipos sin la protección adecuada. Cabe mencionar que, aunque muchos de ellos cuentan con el suficiente conocimiento acerca de la protección radiológica, la mayoría también desconoce la norma oficial mexicana. De igual manera la mayoría no cuenta con el equipo de protección radiológica suficiente, al igual de carecer de evaluaciones médicas regulares, ni capacitaciones o cursos extracurriculares que favorezcan una mejor aplicación de los lineamientos que marca la NOM, así como velar por la salud del personal médico.

## CONCLUSIONES

El principal problema en radiología diagnóstica es el poco o nulo uso que se hace de las medidas de protección radiológica por parte del personal de salud, generalmente por la escasa disposición de estos en los hospitales. Además, la poca aplicación de los lineamientos y recomendaciones que se hacen de la NOM-229 en la práctica diaria pasa por alto la gravedad de las situaciones en las que se está expuesto. La radiación tiene consecuencias altamente dañinas y degenerativas si se es expuesto a ella por largos periodos. Queda al personal médico aplicar y conocer las adecuadas medidas que se deben utilizar para su protección, no solo el personal de la salud, también pacientes, y medio ambiente, pues no solo en ambientes hospitalarios se ve expuesto a radiación, sino también en diversas actividades y campos que acostumbren trabajar con esta. Tener profundos conocimientos y aplicaciones adecuadas sobre radioprotección podría minimizar el aumento en la exposición a la radiación e incrementar el riesgo de producirse algún efecto biológico asociado a esta. De igual forma, a quienes administran los recursos financieros de los hospitales queda el gestionar ante las instancias correspondientes el abasto suficiente de los equipos de protección radiológica para disminuir al mínimo la cantidad de radiación a la cual se enfrentan los técnicos radiólogos y demás personal médico de las instituciones de salud pública.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bedoya, R. E.** (2006). Evaluación de la dosis de radiación recibida por el personal ocupacionalmente expuesto en radiología intervencionista. Panamá, Panamá. Tesis de maestría. Universidad de Panamá. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Facultad de Medicina.
- Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICPR).** (2001). Explanatory note: Diagnostic reference levels in medical imaging: review and

additional advice. Recuperado de ([http://www.icrp.org/docs/DRL\\_for\\_web.Pdf](http://www.icrp.org/docs/DRL_for_web.Pdf)).

**González, A.** (2012). *Historia de la Radiación, la Radioactividad y la Radioprotección: La caja de Pandora / Bo Lindell*; con prólogo de Abel González. - 1ra ed. - Buenos Aires. Sociedad Argentina de Radioprotección.

**Hernández, G.** (2016). Organización Mundial de la Salud. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures>.

**Mier y Terán, J., Carrillo, G. C.** (2000). «El Hospital General Dr. Gustavo A. Rovirosa Pérez». *Salud en Tabasco*, vol. 6(1), junio, pp. 336-337.

Secretaría de Salud del Estado de Tabasco. Villahermosa, México.

**Posadas, R., y González, M.** (2010). *La Ingeniería Biomédica y el Sector Salud*. México, D.F. Universidad Autónoma Metropolitana. Departamento de Ingeniería Eléctrica, División de Ciencias Básicas e Ingeniería. Departamento de Ciencias de la Salud, División de Ciencias Biológicas y de la Salud.

**Vélez Donis, V.** (2008). *Manual de Protección y Seguridad Radiológica*. México, D. F. Secretaría de Salud. Instituto Nacional de Protección y Prevención Radiológica.

