



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y TECNOLÓGICAS  
TSU EN IMAGENOLÓGÍA  
TRABAJO MONOGRÁFICO**



**RADIACIONES IONIZANTES SOBRE EL PERSONAL  
OCUPACIONALMENTE EXPUESTO**

**AUTORES:  
COLMENARES DE A, JACQUELINE  
MARTÍNEZ P, YOSMAR  
MARTÍNEZ J, JESÚS**

**TUTOR CLINICO:  
PROF. MARÍA BEATRIZ LÜDERT**

**VALENCIA, OCTUBRE DE 2013**



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y TECNOLÓGICAS  
TSU EN IMAGENOLÓGÍA  
TRABAJO MONOGRÁFICO**



**CONSTANCIA DE ENTREGA**

La presente es con la finalidad de hacer constar que el Trabajo Monográfico titulado:

**RADIACIONES IONIZANTES SOBRE EL PERSONAL OCUPACIONALMENTE  
EXPUESTO**

Presentado por los Bachilleres:

Colmenares Jacqueline: C.I.: 7.659.850

Martínez Yosmar C.I.: 20.811.676

Martínez Jesús C.I.:20.951.963

Fue leído el trabajo monográfico y se considera que cumple con los parámetros metodológicos exigidos para su aprobación. Sin más a que hacer referencia, se firma a los 14 días del mes de octubre del año 2013.

Nombre del Tutor:

**PROF. MARÍA BEATRIZ LÜDERT**

C.I. N°: 7.129.060

**Firma** \_\_\_\_\_



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y TECNOLÓGICAS  
DIRECCION DE ESCUELA  
COMITÉ DE INVESTIGACION Y PRODUCCION INTELECTUAL**



**CONSTANCIA DE APROBACION**

Quienes suscribimos, Prof. Lisbeth Loaiza, Directora de escuela; y Prof. Maira Carrizales, Coordinadora del Comité de Investigación y Producción Intelectual de la Escuela. Hacemos constar que una vez obtenidas las evaluaciones del tutor, jurado evaluador del trabajo en la presentación escrita y jurado de la presentación oral del trabajo fina de grado titulado: **RADIACIONES IONIZANTES SOBRE EL PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO**, presentado como requisito para obtener el Título de Técnico Superior Universitario en Imagenología, el mismo se considera Aprobado.

En Valencia, a los Veintiún días del Mes de Octubre del año Dos Mil Trece.

Prof. Lisbeth Loaiza  
Directora

Prof. Maira Carrizales  
Coordinadora



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**ESCUELA DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y TECNOLÓGICAS**  
**TSU EN IMAGENOLÓGÍA**  
**TRABAJO MONOGRÁFICO**



**RADIACIONES IONIZANTES SOBRE EL PERSONAL OCUPACIONALMENTE  
EXPUESTO**

**AUTORES:**  
**COLMENARES DE A, JACQUELINE**  
**MARTÍNEZ P, YOSMAR**  
**MARTÍNEZ J, JESÚS**  
**TUTOR**  
**PROF. MARÍA BEATRIZ LÜDERT**  
**Año: 2013**

**RESUMEN**

Son muchos los ámbitos profesionales donde los médicos, técnicos imagenólogos y enfermeros (as) se encuentran realizando su labor eficiente, centrados en el logro de resultados óptimos para los pacientes. Sin embargo, se han obviado los riesgos de las radiaciones ionizantes médicas que causan conmoción en el personal de la salud. Es por ello, que se propone como objetivo general analizar los efectos de las Radiaciones Ionizantes sobre el personal ocupacionalmente expuesto (POE), los cuales han sido descritos desde el descubrimiento de los rayos X por Roentgen en 1895 y la radioactividad por Becquerel en 1896. Para la prevención de dichos efectos en el ser humano es necesario conocer los antecedentes históricos, medidas de protección de las radiaciones ionizantes sus normas y bases legales que las sustentan. La presente investigación se encuentra enmarcada bajo el estudio metodológico monográfico de tipo documental, basada en una amplia revisión minuciosa y análisis de fuente bibliográfica y electrónica, de mayor uso en ciencias biomédicas. Concluyendo el presente estudio se puede inducir que el avance tecnológico en el área de Imagenología ha permitido que el personal médico, técnico, enfermeras (os), pacientes y público utilicen equipos con procedimientos que permiten reducir el tiempo de exposición, teniendo en cuenta las normas venezolanas COVENIN, internacionales ICRP y las leyes vigentes del estado que son garantías en las condiciones de higiene y seguridad laboral para el bienestar de los trabajadoras y trabajadores; a su vez permitir al POE habilidades y actitudes al apoyar al técnico imagenólogo durante el proceso.

**Palabras Clave:** Radiaciones ionizantes, personal ocupacionalmente expuesto, higiene y seguridad.



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMÉDICAS Y TECNOLÓGICAS  
TSU EN IMAGENOLÓGÍA  
TRABAJO MONOGRÁFICO**



**IONIZING RADIATION ON OCCUPATIONALLY EXPOSED**

**AUTORES:  
COLMENARES DE A, JACQUELINE  
MARTÍNEZ P, YOSMAR  
MARTÍNEZ J, JESÚS  
TUTOR  
PROF. MARÍA BEATRIZ LÜDERT  
Año: 2013**

**ABSTRACT**

There are many areas where medical professionals, technicians, imagenologists and nurses doing their job efficiently, focused on achieving optimal outcomes for patients. However, they have ignored the risks of medical ionizing radiation causing commotion in health personnel. The propose is to analyze the effects of Ionizing Radiation that may affect occupationally exposed staff, which have been described since the discovery of X-rays by Roentgen in 1895 and radioactivity by Becquerel in 1896. For prevention is necessary to know the historical background, protection measures ionizing radiation, norms and legal bases that support. This research was conducted under the methodological monographic study of documentary based on an extensive thorough review and analysis of literature and electronic sources, most commonly used in biomedical sciences. Concluding this study can induce technological advancement in the area of Imaging has allowed the medical, technical, nurses, patients and the public use computers with procedures that reduce the exposure time, taking into account the rules Venezuelan COVENIN and international ICRP and the laws of the state that are guarantees hygiene conditions and safety for the welfare of workers; in turn allow the POE skills and attitudes to support the technical imagenólogo during the process.

**Keywords:** Ionizing radiation, occupationally exposed staff, hygiene and safety.

## ÍNDICE

Introducción.....	7
Desarrollo.....	9
Antecedentes históricos.....	9
Personal Ocupacionalmente Expuesto.....	13
Normas y leyes dirigidas al personal ocupacionalmente expuesto (POE) a las radiaciones ionizantes.....	15
Efectos y medidas de protección de las radiaciones ionizantes.....	16
Conclusiones y Recomendaciones.....	21
Referencias Bibliográficas.....	23

## INTRODUCCION

Son muchos los ámbitos profesionales donde los médicos, técnicos imagenólogos y enfermeros (as) se encuentran realizando su labor eficiente, centrados en el logro de resultados óptimos para los pacientes. Sin embargo, se han obviado los riesgos de las radiaciones ionizantes médicas que causan conmoción en el personal de la salud, específicamente en aquellos que están ocupacionalmente expuestos, causándoles ansiedad cuando tratan con pacientes gravemente enfermos o heridos ubicados en Unidad de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN), Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) o en intervencionismo que les puedan afectar directa o indirectamente al estar frente a ellas.

Por ello, es fundamental que el personal ocupacionalmente expuesto (POE) y para los que laboran en el área de salud, adquieran noción de los Rayos X, su simbología y clasificación de las zonas de riesgo radiactivo, los efectos que pueden producir la exposición a radiaciones, la dosis permitida al año, y obteniendo juicio y aplicación de las disposiciones inmersas en las normas Comisión Venezolana de Normas Industriales (**COVENIN**), y la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP n°60), la Reforma Parcial del Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo, y la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT) para un mejor desenvolvimiento con habilidades y actitudes adecuadas al apoyar al técnico imagenólogo y continuar brindando un servicio de óptima calidad a los pacientes que requieran de sus cuidados, especialmente aquellos que están en estado crítico.

No obstante, es así que se busca profundizar el conocimiento sobre las radiaciones ionizantes en el personal ocupacionalmente expuesto, así como también la dosis permitida al año, y puedan dar continuidad a sus actividades de enfermería y sean de apoyo al técnico radiólogo durante el posicionamiento del paciente, en especial a aquellos con estado crítico el cual evita exponerse a las radiaciones por miedo a los posibles efectos biológicos que estos pueden causar. La investigación permitirá un mejor desenvolvimiento en el momento de tratar con pacientes en UTIN y UCI.

Se propone como objetivo general analizar los efectos de las Radiaciones Ionizantes sobre el personal ocupacionalmente expuesto y se plantean como objetivos específicos: conocer

los antecedentes históricos y propiedades de los rayos X; identificar la simbología y la clasificación de las zonas de trabajo; seleccionar en reglamentos, leyes y normas, las disposiciones dirigidas al POE a las radiaciones ionizantes y mencionar los efectos de las radiaciones ionizantes y las medidas de protección



## **DESARROLLO DEL TEMA**

La presente investigación se encuentra enmarcada bajo el estudio metodológico monográfico de tipo documental. La revisión se realizó a través de fuentes de información documental y electrónica, de mayor uso en ciencias biomédicas (PubMed, Medline, SciELO), literatura sobre el tema en relación a la normativa Venezolana a través de las COVENIN e internacional ICRP n° 60, la Reforma Parcial del Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo y la LOPCYMAT con datos secundarios recolectados de las mismas.

### **Antecedentes Históricos**

Previamente al hallazgo de los Rayos X el diagnóstico a los pacientes se determinaba mediante interrogatorio, la auscultación y palpación, por lo que la medicina centro sus esfuerzos en efectuar investigaciones avanzadas con el fin de mejorar las condiciones para diagnosticar a los pacientes. Se podría decir que fue a partir de 1838 cuando se impulsaron estas investigaciones con Heinrich Geissler, un soplador de vidrio alemán que construyó el primer tubo de vacío, que era un bulbo de vidrio sellado del que se extrajo el aire, este se conoce como tubo de Geissel.<sup>1,2</sup>

Posteriormente treinta y dos años después (1870-1880), varios laboratorios físicos universitarios investigaron acerca de la conducción de los rayos catódicos o electrones mediante un tubo cristal, conocido como tubo de Crookes, nombre dado por su creador Sir William Crookes de origen inglés. Quince años más tarde (el 8 de noviembre de 1895) el físico alemán profesor y rector de la universidad de Würzburgo-Alemania, Wilhelm Konrad Roentgen realizó un experimento de manera repetida utilizando un tubo de Crookes para estudiar los rayos catódicos. Esto consistía en oscurecer su laboratorio y aislar con papel fotográfico negro dicho tubo, con el fin de observar los efectos de los mismos, en una estantería a pocos metros de distancia del tubo de Crookes, se encontraba una placa cubierta de platinocianida de bario.<sup>1</sup>

Así, de manera casual se percató que al proyectarse los rayos catódicos en dicha placa se volvía fluorescente, lo que le hizo suponer que el inexplicable fenómeno de fluorescencia únicamente podía ser originado por una fuente de energía radiante hasta ese momento no

descubierta, por lo que utilizo el símbolo universal de lo desconocido (la X) para llamarla, originando así los Rayos X, lo cual despertó en Roentgen curiosidad y trato de determinar la penetrabilidad de esos rayos invisibles en cuerpos de diferentes densidades, ubicándolos entre la pantalla y la fuente.<sup>3</sup>

Concluyó que ciertos materiales como el vidrio, hule, aluminio y madera originaban una sombra virtualmente trasparente en la pantalla, a diferencia de cuando coloco una placa de plomo frente a la pantalla, esta resulto impenetrable; no obstante al estudiar la imagen oscura del plomo en la pantalla no solo observo la sombra de su mano, sino que a su vez dentro de esa sombra pudo ver los huesos de sus dedos.<sup>1,3</sup>

Consecutivamente a este acontecimiento, colocó la mano de su esposa entre una placa fotográfica y el tubo cargado eléctricamente, obtuvo una imagen fotográfica que demostró la delineación de la mano y dentro de ella, los huesos. En ese mismo año Roentgen informo acerca de sus descubrimientos al mundo científico, donde establecía que la penetrabilidad de los rayos X a través de varios objetos variaba de acuerdo a su densidad, que tanto los rayos X como los catódicos no se podían desviar mediante campos eléctricos o magnéticos, asimismo demostró que se irradiaban en línea recta y podían disiparse con producción de radiación secundaria cuando traspasaban diversas sustancias. Estos estudios e investigaciones realizados, llevaron a Roentgen a recibir en 1901, el Premio Nobel de Física por determinar mucha de las propiedades físicas de los Rayos X.<sup>3</sup>

Años más tarde, se detallan otros hechos que inciden en el avance tecnológico para el desarrollo terapéutico de los pacientes:<sup>4</sup>

- ❖ En 1898, los pioneros de la Radiología digestiva, Cannon y Moser, publican su trabajo sobre el examen contrastado del esófago y con Freund y Schiff, surge la radioterapia al describir los resultados favorables con la utilización de los rayos X en fines terapéuticos.
- ❖ En 1906, Wittek realiza la primera cistografía con aire y Voelcker dos años después la sustituye por solución de plata.
- ❖ En 1904, Schule, realiza el primer examen de Colón por Enema, utilizando subnitrate de Bismuto y expone sus resultados.

- ❖ En 1910, Uhle y Pfahler, realizan la primera Pielografía Retrograda.
- ❖ “En 1912 Schuller, publica su texto sobre Radiología del cráneo con el nombre de Neurorradiología, por lo que se le considera el padre de esta especialidad”.<sup>4</sup>
- ❖ En 1913, Salomón, hace la primera Mamografía en Alemania.
- ❖ “En 1918, Dandy, introduce la Ventriculografía Cerebral”.<sup>4</sup>
- ❖ “En 1923 Rowntree describe la Pielografía endovenosa”.<sup>4</sup> y Brooks emplea el yodato de sodio en una arteriografía de los Miembros Inferiores.
- ❖ “En 1930, Funaoka logra opacar los ganglios linfáticos, pero no fue hasta 1952 que Kinmonth desarrolla el método conocido en la actualidad como Linfografía”.<sup>4</sup>
- ❖ “En 1931, Ziedes des Plantes, introduce la Planigrafía o Tomografía”.<sup>4</sup>
- ❖ “En 1946 Bloch y Purcell realizan las primeras demostraciones exitosas de la resonancia nuclear magnética, por lo que se les otorgan el premio Nobel en 1952”.<sup>4</sup>
- ❖ En 1947, con fines diagnósticos Duesick, aplicó la Ultrasonografía.
- ❖ En 1950 en Cardiología Satomura aplica el Efecto Doppler.
- ❖ En 1971, Damadian es el primero en obtener una imagen en humano por Resonancia Nuclear Magnética.
- ❖ En 1972, Hounsfield crea la tomografía axial computarizada en Londres y en 1979 obtiene el premio Nobel

### **Propiedades y Acciones de los Rayos X**

Los Rayos X poseen diversas propiedades que lo caracterizan. Varios autores concuerdan en que la principal propiedad de los rayos X, es su capacidad de penetración, por su corta longitud de onda y su elevada energía al penetrar materiales, tejidos y órganos que absorben o reflejan la luz visible. Miller en 1984, describe a los rayos X como “duros” y “suaves”. Los rayos X duros, son empleados en la industria para la detección de imperfecciones en el acero y maquinaria, debido a que poseen alta energía con una longitud corta y por ende mayor penetración, mientras que en medicina, es utilizado en radioterapia para la detección de células tumorales. Los rayos X suaves se usan en radiografías de lonjas muy delgadas de hueso y los rayos X diagnósticos (utilizados en radiografía convencional y tomografías) son más fuertes que los suaves, pero menos fuertes

que los duros.<sup>3</sup> Sin embargo, ésta no es su única propiedad, también presentan otras propiedades como:

**-Desplazamiento rectilíneo**, por ser ondas electromagnéticas y no son visibles. Solamente se les puede distinguir a través de sus efectos.

**-Capacidad de Absorción**, durante la penetración de la materia por los rayos X, se produce el choque de un fotón con un electrón, causando que el fotón transfiera su energía a un electrón cortical, de esta manera se separa del átomo como un fotoelectrón. El fotón deja de existir y la corteza de un electrón desprendido se reordena. El átomo se ioniza y reacciona como eléctricamente positivo el fotoelectrón puede ser capturado por otro átomo y cederle su energía en forma de calor.

**-Capacidad de Dispersión**, se describen dos tipos:

*1.-Dispersión Clásica:* sucede cuando el fotón tras su choque con un electrón de la corteza atómica se desvía de dirección sin perder energía.

*2.-Efecto Compton:* se produce al momento del choque en que el fotón cede parte de su energía al electrón (llamado electrón Compton) separándolo del enlace atómico, este electrón puede producir nuevas ionizaciones, el fotón cambia de dirección y se propaga con menor energía. Sin embargo, en su nueva trayectoria puede encontrarse con otro electrón produciendo el electrón Compton Secundario. Este puede ser absorbido o llegar a la película en forma de radiación dispersa.

-Poder Ionizante, que se produce al colisionar (chocar) la radiación con los átomos del mismo, al aplicarle un campo eléctrico.

**-Fluorescencia**, los rayos X pueden producir fluorescencia en ciertos materiales, como el platinocianuro de bario o el sulfuro de zinc, esto permite usar pantallas fluorescentes para reducir las dosis de radiación.

**-Reducción de Sales de Plata**, los rayos X pueden reducir compuestos de plata, como el bromuro de plata o la plata pura. Estos compuestos presentes en una película radiográfica al

interactuar con los rayos X se hacen visibles como “oscurecimiento” luego del proceso de revelado.

**-Causan Efectos Biológicos**, como depresión en el sistema hematopoyético, alteraciones en los cromosomas con potenciales alteraciones genéticas, lesiones superficiales en piel y mucosas, estos efectos pueden producir cambios inmediatos otardíos.

### **Personal Ocupacionalmente Expuesto.**

La salud laboral, la del paciente y la del público están inmersas dentro del aspecto legislativo cuyo objetivo primordial es la de proteger y evitar accidentes y enfermedades, por tal motivo, crean leyes y normas que están dirigidas para salvaguardar su seguridad como acciones preventivas.<sup>5</sup>

Cabe destacar que toda institución donde operen con equipos que utilicen radiaciones ionizantes y fuentes radioactivas, debe ser clasificada, señalizada y demarcada, con el fin de dar cumplimiento a las disposiciones presentes en la norma venezolana COVENIN 96-92, 2257-95, 2258-95 y la 2259-95. A continuación se describe la clasificación de las zonas, la señalización que debe tener estas áreas y la demarcación que indica la distancia que debe tener el POE de la fuente radioactiva para asegurar los límites anuales de dosis que corresponde.

### **Clasificación de las zonas de trabajo:**

Por la presencia de las radiaciones, existen lugares en los que la intensidad de la radiación es menor a la que hay donde se encuentra la fuente de radiación, es por esto que en Venezuela las zonas están clasificadas en zona controlada y zona supervisada. Según la norma COVENIN 2257-95. En la **zona controlada**, la tasa de exposición medida debe ser igual o mayor de 0,5mR/hr, por el contrario en la **zona supervisada**, la tasa de exposición tiene que ser menor de 0,5mR/hr.<sup>6</sup>

Según lo expuesto, la entrada a ambas zonas deben estar bajo vigilancia y aun mayor en la zona controlada, debido a su tasa de exposición y por tal motivo, debe ser restringido y se le permitirá el paso solo bajo autorización del personal facultado.<sup>7</sup>

Todo lugar de trabajo donde se manipulen o acumulen fuentes de radiación deben estar demarcadas por barreras físicas que garanticen el límite anual de dosis efectiva en los miembros del público y los empleadores. La norma 2257-95 nos informa sobre la vigilancia que debe existir en la zona de trabajo y del POE expuesto ya sea externa o interna como es el caso de radioterapia y de qué modo abordarla.<sup>6</sup>

Al referirnos a la vigilancia correspondiente a las zonas de trabajo en el caso de la supervisada y la controlada, debe cumplirse el segundo principio de optimización explicado y sustentado en la ICRP n° 26 y conservado en la n°60 y los requisitos exigido por la norma COVENIN 2258-95 numeral 4.1; 4.1.3; 4.1.4; 4.1.5 que van dirigidos al POE, docentes, y/o estudiantes y garantizada a través de instrumentos que permitan medir la radiación externa como la radiación interna por medio de la dosimetría personal que lleva a cabo por medio de dosímetros por películas o termoluminiscentes personales.<sup>8,9</sup>

### **Señalización en las zonas de trabajo:**

La señalización y simbología de áreas de riesgo permite a la población estar alerta con respecto a los peligros que existen en dichas áreas, ocurre lo mismo con las áreas donde se manejan radiaciones pues le notifican al POE, a los pacientes y público, la presencia de radiaciones que podrían ser nocivas a la salud. En la norma COVENIN 96-92 se establece el símbolo básico para la presencia de radiaciones ionizantes, el cual es de color negro y deberá tener como fondo color amarillo y ser colocado en un lugar visible y legible desde una distancia segura, como lo determina la norma venezolana COVENIN 187-2003, que explica la relación entre la señal de seguridad con respecto a la distancia de observación:<sup>10,11</sup>

“La relación entre el área mínima, A, de la señal de seguridad, y la distancia máxima, L, a la que debe poder comprenderse se expresa por la formula siguiente:  $A = (L^2 / 2000)$ . Donde A y L se expresan respectivamente en m<sup>2</sup> y m. Esta fórmula se aplica para distancias inferiores a 50 m.”

Esto quiere decir que A es la relación entre la distancia mínima con respecto a L, que vendría siendo la distancia máxima con respecto a la señal de seguridad.

Y garantizando el cumplimiento de la norma COVENIN 2259 que acoge las reglas internacionales de la ICRP n° 60 sobre la protección radiológica mediante controles dosimétricos que muestra cual debe ser los límites de dosis anual adecuada para el POE, paciente y el público.<sup>12</sup>

### **Normas y Leyes Dirigidas al Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE) a las Radiaciones Ionizantes**

El personal médico, técnico y de enfermería que participa en la preparación y colocación del paciente en radiodiagnóstico en áreas de UTIN, UCI e Intervencionismo y en radioterapia, está clasificado como POE, ya que, se encuentran expuestos a radiaciones externas e internas y por ende deberán estar sujetos a vigilancia radiológica, además de implementar accesorios de protección y estar dotados de dosímetro personal, como lo establecen las siguientes medidas: Normas COVENIN, la Reforma Parcial del Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo, la LOPCYMAT y la ICRP n°60.

No obstante, al realizar un análisis deductivo de las leyes y normas a nivel nacional e internacional que protegen al trabajador y al público e induciendo, si se toman en cuenta y se aplican en toda institución de salud tanto pública como privada, las normativas dictadas por COVENIN 3299-97y la 218-1:2000 en su 1<sup>ra</sup> Revisión, el numeral 4.9: 4.9.1 al 4.9.4 planteados a los técnicos radiólogos y ejerciendo la autonomía que le confiere, deberá notificar de inmediato al jefe de Servicio o físico, el acontecimiento de alguna falla operativa; la 4.10, 4.10.1 propuestos a los auxiliares y enfermeras (os) les permitirá desenvolverse con habilidades y actitudes adecuadas al apoyar al técnico imagenólogo brindando un servicio de óptima calidad y la Norma sanitaria para la autorización y el control de las radiaciones ionizantes en medicina, odontología y veterinaria. Resolución 401/2005 de 17 de julio, Decreto n°3.263, Gaceta Oficial 38.070 de la República Bolivariana de Venezuela.<sup>5,13,14</sup>

Cabe destacar que ambas normas protegen legalmente al trabajador y utilizando el equipo de protección personal, por ende no debe existir ningún riesgo ni temor que pueda tener el POE o público que se encuentre en las adyacencias a las radiaciones ionizantes.

Asimismo, existen otras bases legales que resguardan al POE como la Reforma Parcial del Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo, publicada en el Decreto número 1.564 - 31 de diciembre de 1.973 del gobierno Rafael Caldera, presidente de la república para esa fecha y que actualmente sigue en vigencia, ya que, han reformado otros artículos, en sus disposiciones van dirigidas a la protección del trabajador y el mantenimiento de seguridad del área presente en el Capítulo VI de las Radiaciones Ionizantes, artículo 564 y los descritos en los artículos 572, 573 y 584 enfocadas para los trabajadores no expuestos a radiaciones externas profesionalmente con dosis máximas, y para los trabajadores profesionalmente expuesto a radiaciones externas en los artículos 577 y 578. Asimismo, la reseñada en el artículo 579, para los que presenten exposición superior a los límites, se le aplicará la fórmula contenida en el artículo 566. Esta ley sustentan las normas COVENIN 2258-95 “Vigilancia Radiológica”<sup>9</sup> y 2259-95 en relación a los límites de dosis.<sup>9,12,15</sup>

Y la LOPCYMAT como asegurador vigilante de hacer cumplir los deberes de los empleadores y empleadoras, en cuanto a los principios de prevención por escrito sobre los ambientes inseguros e insalubridad y ser documentados en previsión de accidentes, enfermedades y uso de dispositivos de seguridad según lo establecido en el artículo 56 n° 3 y el numeral 4 refiere informar a los trabajadores (as) y al Comité de Salud y Seguridad Laboral” por escrito las situaciones inseguras ante exposiciones a agentes químicos, físicos u otros que le ocasionen daño a la salud.<sup>16</sup>

Concluyendo con lo expuesto, cabe destacar la responsabilidad que tiene el Estado como garante de las condiciones de higiene y seguridad en el campo laboral conjuntamente con los entes nacionales COVENIN e internacionales ICRP, en revisar, adaptar y actualizar con la finalidad de unificar criterios para el bienestar del personal que labora como la del paciente y el público.

### **Efectos de las Radiaciones Ionizante**

Al examinar bibliografías de investigaciones realizadas sobre los efectos que ocasionan las radiaciones ionizantes médicas, han demostrado que sin la debida utilización y protección conllevan a grandes riesgos, a nivel de tejidos, órganos y ADN en el individuo y otras



especies, como lo demuestran ciertos hechos históricos como el de Marie Curie, al utilizar diferentes sustancias radioactivas como la pechblenda, el cual le produjo leucemia y produciendo su muerte el 04 de julio de 1934.<sup>17</sup> A Becquerel al dejar olvidado en el bolsillo de su chaqueta mineral de uranio, ocasionándole quemaduras en la piel.<sup>18</sup> Posteriormente Pierre Curie se causa intencionalmente un eritema cutáneo en su antebrazo para describir las lesiones y presentarlas en la Academia de Ciencias Francesas,<sup>4</sup> y el 19 de junio del 1903 descubre por primera vez los efectos del radio sobre el cuerpo humano, como quemaduras sobre su piel que estaba en contacto con el tubo de radio, necrosis y cicatrices, por lo que hizo hincapié en la protección que debían tener ante la utilización de esta sustancia, colocando al tubo una cobertura de plomo.<sup>17</sup>

Como consecuencia de estos eventos surge mecanismo de acción para estudiar los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes de varias maneras, muy comúnmente, por su relevancia, la clasificación según la dosis-respuesta, que se explica a continuación:

1. Según la dosis-respuesta:

1.1. Efectos deterministas: el daño proviene de la muerte de un gran número de células, la gravedad dependerá de la dosis recibida; para que ésta muerte suceda se necesita una dosis mínima, por debajo de ésta las células que puedan ser afectadas no desencadenaran el efecto.<sup>8,19</sup> A la dosis antes mencionada se le llama dosis umbral.

1.2. Efectos estocásticos: para éstos la gravedad no depende de la dosis, la causa es la mutación genética producto de una reparación incorrecta del ADN que fue lesionado.<sup>8,19</sup> La probabilidad de que este efecto ocurra dependen de la dosis, aunque la dosis sea baja es posible que la célula mute y desencadene la mutación.

Otra forma de estudiar los efectos biológicos es tomando en cuenta la variable del tiempo y los tejidos que son irradiados, se explicara a continuación:

2. Según el periodo de latencia:

2.1. Efectos inmediatos o tempranos: estos efectos aparecen con periodos de latencia cortos, bien sea en horas, días o semanas, pueden llegar a causar la muerte si la cantidad de

dosis recibida en todo el cuerpo es alta o bien puede causar enrojecimiento de la piel o alguna otra lesión. Todos estos efectos son deterministas.<sup>20</sup>

2.2. Efectos retardados: aparecen cuando el periodo de latencia es largo, desde meses a años, pueden producir cáncer y enfermedades congénitas. Son todos efectos estocásticos y algunos deterministas.<sup>8,20</sup>

3. Según los tejidos irradiados:

3.1. Somáticos: los daños se muestran en el individuo a lo largo de su vida por la irradiación de sus células somáticas.<sup>20</sup>

3.2. Sobre el embrión: si una mujer gestante es irradiada y el haz de radiación atraviesa el embrión causaría la muerte de células que podrían causar efectos graves que serían evidentes en el recién nacido, esto aplica muy enfáticamente en la etapa preimplantacional.<sup>8,20</sup>

3.3. Genéticos o hereditarios: ocurre cuando se causa lesión a las células germinales por irradiación, causando la modificación de la información del código genético que sería transmitida a la descendencia del individuo.<sup>20</sup>

### **Medidas de Protección contra las Radiaciones Ionizantes**

El avance tecnológico de la Imagenología ha permitido obtener diversos estudios de la anatomía del cuerpo humano mediante el radiodiagnóstico y detectar diversas patologías utilizando como soporte técnico fundamental las imágenes por medio de las radiaciones ionizantes y no ionizantes, y otras fuentes de energía que permiten dar el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades. Es por ello que el hombre de nuestro siglo ha unido sus esfuerzos con entes gubernamentales nacionales e internacionales para determinar normas, técnicas y procedimientos para la protección y manejo de las radiaciones ionizantes y no ionizantes en el expuesto POE y el público.

Para poder clasificar al personal como POE se tomará como referencia la Resolución 401 del 2005 n° 195 y 146 del Ministerio de Salud, el cual lo define como “todo trabajador que debido a la aplicación y/o supervisión de una práctica, este sometido al riesgo producido

por la exposición a las radiaciones ionizantes y es probable que reciban una dosis efectiva anual mayor a 1 mSv”.

Es importante resaltar la Comisión Internacional de Protección Radiológica, en su Recomendación n° 26, publicada en 1987, en la que establece un sistema de protección radiológica basado en tres principios básicos: Justificación, Optimización de la protección y la limitación de la dosis y posteriormente actualizada en la ICRP n°60<sup>20</sup>. A continuación se mencionan:

1. **Justificación:** no debe adaptarse una técnica en la que se altere la exposición a radiaciones ionizantes que produzca mayor que beneficio.<sup>19,20</sup> Es primordial que la exposición en caso de ser prolongada sea más beneficiosa que dañina.

2. **Optimización de la protección:** la magnitud de las dosis en los individuos, el número de personas expuestas y la probabilidad de recibir radiación debería mantenerse tan bajo como sea razonablemente posible, tomando en cuenta los factores económicos y sociales.<sup>19,20</sup>

Esto quiere decir que el nivel de protección debe ser el mejor, en circunstancias prevalecientes, maximizar el margen de beneficio con relación al daño. Además debería haber restricciones en las dosis recibidas por los individuos relacionados a una fuente particular y así evitar resultados injustos del procedimiento de la optimización.

3. **Límites de Dosis:** las personas que tengan contacto con radiaciones no deberían superar los límites de dosis de radiación recibida recomendada por laICPR.

Los límites actualmente en vigor fueron publicados en la ICPR-60 y adoptados por la legislación española en el R.D. 783/2001. Donde los más significativos son:

3.1. Trabajadores expuestos: el límite de dosis será de 100 mSv durante todo periodo de 5 años oficiales consecutivos, siendo la dosis efectiva máxima para cualquier año de 50mSv.<sup>8</sup>

3.2. Trabajadoras embarazadas: al feto se le considera como un miembro público, motivo por el cual se debe asegurar que las condiciones de trabajos sean seguras para que la dosis que reciba el feto no supere 1 mSv en todo el embarazo.<sup>8,19</sup>

3.3. Público: para la población pública la dosis es de 1mSv por año oficial, bajo circunstancias especiales se puede permitir una dosis superior, siempre y cuando la suma de 5 años oficiales no supere los 5 mSv.<sup>8</sup>

## CONCLUSIONES

Es por eso, que el hombre junto con el avance tecnológico y científico continua innovando aparatos de alta resolución, técnicas y procedimientos para reducir las dosis de radiación ionizantes en el POE, paciente y público, así como el sistema de protección radiológica basada en la Recomendación n° 26, publicada en 1987 establecida por la Comisión Internacional de Protección Radiológica, fundamentado en tres principios básicos: Justificación, Optimización de la protección y Limites de dosis.

Es imprescindible que toda institución de salud donde operen equipos que utilicen radiaciones ionizantes y fuentes radioactivas debe ser clasificada, señalizada y demarcada las zonas supervisada y controlada y su tasa medida, de acuerdo a las normas venezolanas COVENIN 96-92, 2257-95, 2258-95 y sustentado en la ICRP, que permitan brindar seguridad al pacientes, público y personal ocupacionalmente expuesto garantizando por medio de instrumentos personal la dosimetría por películas o termoluminiscentes el cual les permita medir la radiación externa como la radiación interna. Cabe destacar que ambas zonas están bajo vigilancia y aun mayor la controlada por su tasa de exposición y por ende su paso será restringido y se permitirá su acceso bajo autorización del personal acreditado.

Asimismo, existen bases legales que protegen al trabajador como la Norma sanitaria para la autorización y el control de las radiaciones ionizantes en medicina, odontología y veterinaria. Resolución 401/2005 del 17 de julio, Decreto n° 3.263, Gaceta Oficial 38.070 de la República Bolivariana de Venezuela y la LOPCYMAT como asegurador vigilante de hacer cumplir los deberes de los empleadores y empleadoras, en el Capítulo II, Artículo 56, numeral 3 y 4. Por tal motivo, es responsabilidad del Estado ser garante de las condiciones de higiene y seguridad laboral simultáneamente con los organismos nacionales COVENIN e internacionales ICRP, en revisar, adaptar y actualizar las leyes y normas para el bienestar del trabajador y trabajadoras como la del paciente y el público.

Es importante señalar los efectos biológicos de mayor relevancia en el POE:

- Según la dosis-respuestas: provoca efectos determinísticos y estocásticos.
- Según el periodo de latencia: produce efectos inmediatos o tempranos y retardados.

- Según los tejidos irradiados: origina efectos somáticos; sobre el embrión y pueden ser genéticos o hereditarios.

### **RECOMENDACIONES**

1.- Capacitar al personal de enfermería que labora en áreas de UCI, UTIN y en Intervencionismo sobre el funcionamiento de las radiaciones ionizantes y no ionizantes, para mejorar su desempeño como apoyo al técnico radiólogo durante el procedimiento.

2.- Las micro-empresas de salud privada, dotar al departamento de Radiología y/o Imagenología material de protección radiológica personal.

3.- El comité de Seguridad y Salud Laboral de cada empresa privada y pública debe dotar al Departamento de Imagenología, las normas venezolanas e internacionales.

4.- Dotar al área de UTIN y UCI paraban plomados para evitar que la radiación dispersa la absorban los pacientes que están en sus adyacencias.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Preciado R, Luna V. Medidas Básicas de Protección Radiológica. Instituto Nacional de Cancerología, México. DF Cancerología 5(2010):25-30. [Fecha de consulta: 24/04/2013] (2010) Disponible en: <http://www.incan.org.mx/revistaincan/elementos/documentosPortada/1294860259.pdf>
2. Haring J. Radiología Dental Principios y Técnicas. Editorial McGraw-Hill Interamericana, S.A.de.C.U. 2da Edición, Abril 2002. México D.F. p.6
3. Fernández C, Pérez A, Fernández E, Jiménez F, Aguilera G, González J, et al. Enfermería Radiológica. Capítulo10: Conceptos y Clasificaciones de los Efectos Biológicos de las Radiaciones Ionizantes. © de la Edición: Sistema de Oficina de Almería. España. p. 50. [Fecha de consulta: 29/04/2013] (2005) Disponible en: <http://repositorio.ual.es/jspui/bitstream/10835/1593/1/Libro%20Enfermeria%20Radiologica.pdf>
4. Ugarte J, Banasco J, Ugarte D. Manual de Imagenología. 2da Edición. Editorial Ciencias Médicas, la Habana, 2004. p. 2-4.[Fecha de consulta: 30/04/2013] (1<sup>ra</sup> Reimpresión 2008)Disponible en: <http://mugomultimedia.com/labradiologico/manual%20de%20imagenologia.pdf>
5. Norma sanitaria para la autorización y el control de las radiaciones ionizantes en medicina, odontología y veterinaria. Resolución 401/2005 de 17 de julio, decreto n° 3.263 (20-11-2004).Gaceta Oficial 38.070 de la República Bolivariana de Venezuela (20-11-2004). p. 8, 23, 26, 30, 35 [Fecha de consulta: 02/05/2013] Disponible en: <http://sefimed.com/Resoluci%C3%B3n%20401.pdf>
6. Norma COVENIN. Publicación 2257:1995 (1<sup>era</sup> Revisión). Radiaciones ionizantes. Clasificación, señalización y demarcación de las zonas de trabajo. Comisión Venezolana de Normas Industriales Ministerio de Fomento. [Fecha de Consulta: 29/07/2013] (Aprobada por COVENIN el 09 de agosto de 1995) (Publicada el año 1995). p. 1 [ Fecha de consulta: 29/07/2013] Disponible en:<http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/2257-95.pdf>
7. Norma COVENIN. Publicación 3496:1999. Protección radiológica. Medidas de seguridad para la protección contra las radiaciones ionizantes y las fuentes de radiación. Comisión Venezolana de Normas Industriales Ministerio de Fomento. [Fecha de Consulta: 29/07/2013] (Aprobada por FONDONORMA el 15 de septiembre 1999) (Publicada el año 1999). p. 34 Disponible en:<http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/3496-99.pdf>
8. ICRP. Publicación 103. Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica. Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR).

Asociación de Profesionales de la Comisión Internacional de Energía Atómica y la Actividad Nuclear (APCNEAN). Traducción oficial española de la Publicación ICRP n° 103. Editada por la SEPR con la autorización de la International Commission on Protection. [Fecha de Consulta: 30/07/2013] (Aprobada en marzo 2007) (Publicada el 05/12/2008). p. 46-83

Disponible en: [http://www.icrp.org/docs/p103\\_spanish.pdf](http://www.icrp.org/docs/p103_spanish.pdf)

9. Norma COVENIN. Publicación 2258:1995 (1<sup>era</sup> Revisión). Vigilancia radiológica. Requisitos. Comisión Venezolana de Normas Industriales Ministerio de Fomento. [Fecha de Consulta: 29/07/2013] (Aprobada por COVENIN el 06 de diciembre 1995) (Publicada el año 1995). p. 2-5 [Fecha de consulta: 29/07/2013]

Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/2258-95.pdf>

10. Norma COVENIN. Publicación 96:1992 (1<sup>era</sup> Revisión). Símbolo básico para las radiaciones ionizantes. Comisión Venezolana de Normas Industriales Ministerio de Fomento. [Fecha de Consulta: 29/07/2013] (Aprobada por el comité el 19 marzo 1992; Aprobada por COVENIN el 08/04/1992) (Publicada el año 1992). p. 1,2

Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/96-92.pdf>

11. Norma COVENIN. Publicación 187:2003 (2<sup>da</sup> revisión). Colores, símbolos y dimensiones de las señales de seguridad. Comisión Venezolana de Normas Industriales Ministerio de Fomento. [Fecha de Consulta: 29/07/2013] (Aprobada por FONDONORMA el 29 de octubre 2003) (Publicada el año 2003). p. 34

Disponible en: <http://www.seven.com.ve/docs/187-2003.pdf>

12. Norma COVENIN. Publicación 2259:1995 (1<sup>era</sup> Revisión). Radiaciones ionizantes. Límites anuales de dosis. Comisión Venezolana de Normas Industriales Ministerio de Fomento. [Fecha de Consulta: 29/07/2013] (Aprobada por COVENIN el 09 de agosto 1995) (Publicada el año 1995). p. 2,3

Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/2259-95.pdf>

13. Norma COVENIN. Publicación 3299:1997. Programa de protección radiológica. Requisitos. Comisión Venezolana de Normas Industriales Ministerio de Fomento. [Fecha de Consulta: 29/07/2013] (Aprobada por COVENIN el 09 de julio 1997) (Publicada el año 1997). p. 3,4

Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/3299-97.pdf>

14. Norma COVENIN. Publicación 218-1:2000 (1<sup>era</sup> Revisión). Protección contra las radiaciones ionizantes provenientes de fuentes externas usadas en medicina, parte 1: radiodiagnóstico médico y odontológico. Comisión Venezolana de Normas Industriales Ministerio de Fomento. [Fecha de Consulta: 29/07/2013] (Aprobada por FONDONORMA el 25 de octubre 2000) (Publicada el año 2000). p. 3.

Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/218-1-00.pdf>



15. Reforma parcial del reglamento de las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo. Decreto n° 1564 (31/12/1973). p. 67,68,71 [Fecha de consulta: 04/08/2013] Disponible en: [http://www.inpsasel.gob.ve/moo\\_doc/rchts.pdf](http://www.inpsasel.gob.ve/moo_doc/rchts.pdf)
16. Instituto Nacional de Prevención, Salud y Seguridad Laborales (INPSASEL). Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo. (LOPCYMAT). Gaceta Oficial N° 38.236 de martes 26 de julio de 2005. Título IV, Capítulo II, Deberes de los empleadores y las empleadoras. Artículo 56, n° 3 y 4. Febrero 2009. Venezuela. p. 56
17. Gil R, Andrades H, Rodríguez I, Durán J. Radiobiología para Profesionales Sanitarios. Capítulo 3, Introducción a la Radiobiología, Editorial MAD,S.L. 1<sup>ra</sup> Edición, Marzo 2010. España. p. 29-30
18. Binda M. Marie Curie una mujer pionera en su tiempo. Segunda parte. RAR Volumen 73, N. 4. Argentina [Fecha de consulta: 10/05/2013] (Recibido: Abril 2009; Aceptado: junio 2009) p. 409. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/rar/v73n4/v73n4a03.pdf>
19. Fernández C, Pérez A, Fernández E, Jiménez F, Aguilera G, González J, et al. Enfermería Radiológica. Capítulo10: Conceptos y Clasificaciones de los Efectos Biológicos de las Radiaciones Ionizantes. © de la Edición: Sistema de Oficina de Almería. España. p50. [Fecha de consulta: 30/04/2013] (2005) Disponible en: <http://repositorio.ual.es/jspui/bitstream/10835/1593/1/Libro%20Enfermeria%20Radiologica.pdf>
20. Vivallo L, Villanueva L, Dra. Sanhueza S. Comisión Chilena de Energía Nuclear Departamento de Protección Radiológica y Ambiental. [Fecha de Consulta: 19/05/2013] (Revisada: Mayo 2010) p.5-26,29-31 Disponible en: [http://oirs.cchen.cl/saber/PDF/efectos\\_biologicos\\_mayo2010.pdf](http://oirs.cchen.cl/saber/PDF/efectos_biologicos_mayo2010.pdf)