



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**  
**Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez**  
**Departamento de Radiología**

**Tesis para optar al Título de Especialista en Radiología**

**“Conocimientos, actitudes y prácticas de la protección radiológica en el personal de salud que labora en el departamento de radiología y sala de operaciones del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez, en la ciudad de Managua, de octubre a diciembre 2020”.**

**Autor:**

Dr. Félix Harenthon Ramos Arias

Médico Residente de Radiología

**Tutor:**

Lenin Francisco Márquez Orozco

Lic. Físico Médico

Managua, Nicaragua

15 de febrero 2021

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis con mucho amor y cariño a mi familia, principalmente a mi madre María Antonia Arias, la cual he realizado con mucho esfuerzo y trabajo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios en primer lugar, por darme el regalo de la vida y el don de la intelectualidad para poder terminar este trabajo, el cual es un gozo para mí y para mi familia.

A mi madre, que con mucho amor y cariño ha demostrado el apoyo incondicional, importante para mí desempeño laboral y emocional.

Por último, a mis compañeros de la especialidad, porque en esta armonía grupal lo hemos logrado, y a mi tutor de tesis, por darme las herramientas básicas y su apoyo en toda la realización del estudio.

Dr. Félix Harenthon Ramos Arias

## RESUMEN

Tema: “Conocimientos, actitudes y prácticas de la protección radiológica en el personal de salud que labora en el departamento de radiología y sala de operaciones del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez, en la ciudad de Managua, de octubre a diciembre 2020”.

Introducción: La finalidad de la Protección Radiológica es proteger a los individuos, a sus descendientes y a la humanidad en su conjunto, contra los riesgos derivados de las actividades humanas y de materiales o equipos útiles para radiar. En los hospitales es básico que el personal tenga conocimientos acerca de la protección radiológica y que estas sean puestas en prácticas.

Objetivo: Determinar los conocimientos, actitudes y prácticas de la protección radiológica en el personal de salud que labora en el departamento de radiología y sala de operaciones en el hospital estudiado.

Material y método: es un estudio tipo CAP, estudio descriptivo de conocimientos, actitudes y prácticas. Se realizó una encuesta dividida en tres partes en la cual valora lo antes mencionado con un análisis univariado. La fuente de información fue primaria, los datos se muestran con tablas de frecuencias y gráficos de barras.

Resultados: La edad de las personas estudiadas se encontraba entre 20 a 40 años 58.6%, el sexo femenino fue el predominante 52.1%, este mismo porcentaje representa a los trabajadores que laboran en departamento de radiología y el 52.1% ha laborado más de 4 años. El nivel de conocimientos sobre protección radiológica es considerado como regular en el 80.5%. de los estudiados. Las actitudes acerca de la protección radiológica sanitaria en el personal en estudio se consideraron positivas en un 78.3%. El ítem a mejorar es sobre la prescripción de las radiografías innecesarias a los pacientes. Las prácticas relacionadas con la protección radiológica sanitaria en el personal estudiado se consideraron adecuadas en un

58.6%. Los ítems a mejorar son “realiza cambios de vestimenta” y “respeta las zonas de seguridad”.

Palabras claves: CAP, actividad radiactiva y Gray.

## INDICE

Dedicatoria .....	i
Agradecimiento.....	ii
Resumen.....	iii
Índice.....	v
Introducción.....	1
Antecedentes.....	3
Justificación.....	5
Planteamiento del problema.....	6
Objetivos.....	7
Marco Teórico.....	8
Diseño Metodológico.....	34
Resultados .....	39
Discusión.....	41
Conclusiones.....	43
Recomendaciones.....	44
Bibliografía.....	45
Anexos.....	47

## **I- INTRODUCCION**

La interacción de la radiación con las células del cuerpo humano, es una función de probabilidad, a como si o no pueden interaccionar y si se produce la interacción, puede o no producir daños, tampoco es selectiva, es decir, no elige ninguna zona de la misma célula. (1)

La finalidad de la Protección Radiológica es proteger a los individuos, a sus descendientes y a la humanidad en su conjunto, contra los riesgos derivados de las actividades humanas que, por las características de los materiales o equipos que utilizan, puedan irradiar. (2)

Todas las personas están expuestas a radiaciones ionizantes provenientes de fuentes naturales y artificiales. Es conveniente considerar los procesos que causan dichas exposiciones como una red de sucesos y situaciones. Cada parte de la red se inicia en una fuente. La radiación o el material radiactivo se transfieren a través de vías ambientales u otras vías dando lugar a la exposición de los individuos. (3)

Los trabajadores de la salud en los centros hospitalarios deberían observar, todas las reglas, reglamentos y procedimientos de trabajo relativos al control de la exposición a radiaciones y materiales radiactivos del medio ambiente de trabajo, con objeto de proteger su salud personal y la de sus colegas, así como evitar la contaminación y exposición innecesarias. (4)

El interés despertado por las diferentes instituciones encargadas de establecer los reglamentos, manuales operativos y leyes para dotar al personal de herramientas útiles es de gran importancia para minimizar los riesgos laborales y contribuir en la disminución de la morbimortalidad de la población promotora de salud.

Dado que en esta unidad de salud no se ha realizado un estudio de esta índole, es de mucha importancia conocer los conocimientos, actitudes y prácticas de los

trabajadores expuestos diariamente a radiaciones, con el objetivo de disminuir los riesgos en la salud de ellos mismos y así seguir dando servicios de atención en salud con calidad y calidez humana.

## **II- Antecedentes**

En el 2015, en Turquía, Kamburoglu y colaboradores, evaluaron el nivel de conocimientos en estudiantes de pregrado y posgrado en Turquía mostrando que presentan conocimientos avanzados sobre protección radiológica, especialmente en áreas de tomografías computarizadas y la mayoría obtuvo esos conocimientos durante las clases, en seminarios o internet. (1)

En el 2013, Enabulele y colaboradores, evaluaron los conocimientos sobre los efectos dañinos de los rayos X a nivel celular, sistemático y las medidas de protección radiológica, demostrando que los estudiantes de pregrado de odontología, presentan buenos conocimientos en relación a los efectos biológicos dañinos de la radiación, pero presentan pocos conocimientos sobre las medidas de protección. (2)

En el 2014, Arnout E, refirió bajos niveles de conocimientos sobre efectos radiológicos, aptitudes y practicas (CAP) en estudiantes de pregrado, y posgrado de Odontología en una Universidad en Egipto, al mostrar que, además del bajo nivel, el uso de métodos de protección está más relacionados con la conveniencia y experiencia del estudiante. (5)

En el 2012, en Yaracuy, Venezuela, se determinó el conocimiento que tiene el personal de enfermería sobre las medidas de protección y efectos producidos ante la exposición de radiaciones ionizantes en la unidad médico quirúrgica del Hospital Central "Dr. Plácido Daniel Rodríguez Rivero" de San Felipe. Fue un total de 37 enfermeras (os) que laboran en dicha Unidad Clínica, donde se seleccionó el 100% de la población como muestra para el estudio, para la recolección de datos se usó una encuesta diseñada con 20 Ítems en la modalidad de la escala tipo Likert con las alternativas de respuestas "Mucho", "Poco", "Nada". Los resultados muestran que el 81 % de la población se expone a las radiaciones ionizantes frecuentemente, el 84 % de la población estudiada conoce poco sobre ¿Cuales son as medidas de

protección básicas para evitar la exposición a las radiaciones ionizantes? y el 67,56 % está poco familiarizado con los efectos biológicos de las radiaciones. (6)

En el año 2012, en Uruguay, se realizó un estudio en el campo del intervencionismo gastroenterológico obteniéndose resultados de dosis en pacientes y personal de salud asistencial, tomando en cuenta conocimientos, actitudes y prácticas de los participantes en el estudio. Dicho trabajo denominado “Evaluación de la radiación recibida por personal y pacientes en procedimientos de endoscopia digestiva que utilizan fluoroscopia” obtuvo el premio “Prof. Dr. Horacio Gutiérrez Blanco” al mejor trabajo científico. (7)

En el 2015, en Cartagena, Colombia, se realizó un estudio descriptivo transversal donde se abordó la temática de las medidas preventivas para que los estudiantes mejoren su práctica al momento de estar en la sala de radiología; además, se investigó sus conocimientos y percepción sobre los rayos X, cómo desempeñan su práctica. Se realizó una encuesta que consta de 33 preguntas que evaluaron los aspectos anteriores, también se realizó un registro estructurado de observación de forma natural y aleatoria sobre el comportamiento de los sujetos que en dicho momento tomaban radiografías, teniendo en cuenta los siguientes aspectos: radio protección, bioseguridad y medidas preventivas al momento de tomar y revelar radiografías. (3)

En Managua, Nicaragua 2016, Rugama Allan, Hospital Manolo Morales se realizó estudio acerca de los conocimientos de protección radiológica en el personal de salud de ese mismo hospital, resultando que este era deficiente en un 45%, la mayoría de la muestra fue personal del departamento de Radiología. (8)

### **III- JUSTIFICACION**

Las radiaciones ionizantes en el medio ambiente y lugares de trabajo pueden producir daños en la salud de las personas. En algunos centros hospitalarios se utilizan diversos tipos de fuentes de radiación; en los que se debe tomar en cuenta el Sistema de Protección Radiológica que se fundamenta en los principios siguientes: justificación, optimización y limitación de dosis y riesgos para la salud.

En Nicaragua los trabajadores de hospitales que prestan servicio en radiología, oncología radioterapéutica poseen una preparación específica en la utilización de las máquinas de radiación o en la manipulación de fuentes radiactivas. Son los denominados “trabajadores expuestos”. Sin embargo, existen otros trabajadores de estos mismos centros que se hallan expuestos a las radiaciones en el desempeño de su trabajo.

Es por ello que el siguiente trabajo tiene como propósito hacer una evaluación de los conocimientos, actitudes y prácticas que tienen los trabajadores de este hospital en estudio, los resultados, se presentarán a las autoridades para gestionar capacitaciones relacionadas con la protección radiológica dando cumplimiento a las normas internacionales, optimizando el uso y exposición de las radiaciones y evitando, a corto o largo plazo, daños en la salud de todos los expuestos.

#### **IV- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La “protección radiológica” debe revisarse periódicamente en cada unidad de salud que cuenta con servicios de radiología, a la luz de la experiencia acumulada, así como, las prácticas, instalaciones, modificaciones importantes en las instalaciones y las ejecuciones de las prácticas, para garantizar la seguridad de los trabajadores. Por lo antes mencionado, se plantea la siguiente interrogante:

¿Cuáles son los conocimientos, actitudes y prácticas de la protección radiológica en el personal de salud que labora en el departamento de radiología y sala de operaciones del Hospitales Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez, en la ciudad de Managua, de octubre a diciembre 2020?

## V- OBJETIVOS

- Objetivo general:

Describir los Conocimientos, actitudes y prácticas de la protección radiológica en el personal de salud que labora en el departamento de radiología y sala de operaciones del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez en la ciudad de Managua, de octubre a diciembre 2020.

- Objetivos específicos:

1. Describir las características sociodemográficas y laborales del personal de salud en estudio.
2. Identificar el nivel de conocimientos acerca de la protección radiológica sanitaria en el personal de salud en estudio.
3. Valorar las actitudes acerca de la protección radiológica sanitaria en el personal de salud en estudio.
4. Evaluar las prácticas relacionadas con la protección radiológica sanitaria en el personal de salud en estudio.

## **VI- MARCO TEORICO**

La evolución histórica de los hallazgos naturales y su relación con los fenómenos y asociaciones científicas durante la antigüedad, han promovido de manera notable, el desarrollo de la ciencia. De forma que los rayos X, llamados así por su descubridor William Roenteng, representan uno de los sucesos más importantes en la historia de la medicina, permitiendo a la comunidad científica, la observación del interior del cuerpo humano, como nunca antes se había podido, este descubrimiento le permitió el Premio Nobel de Física, siendo el inicio del mayor aporte de la tecnología médica diagnóstica. (1)

La radiología como tal, nace el 8 de noviembre de 1895, con el descubrimiento de los Rayos X por Wilhelm Conrad Roentgen. A partir de otoño de 1895, Wilhem Conrad Roentgen se interesó profundamente por los experimentos con el tubo de rayos catódicos de Hittorf y Crookes, repitiendo ciertos experimentos de Lenard sobre la fluorescencia del platinocianuro de bario fuera del tubo de vacío.

En noviembre de 1895, descubrió que una pieza de cartón cubierta con cristal de platinocianuro de bario, se volvía fluorescente cuando un haz de rayos catódicos pasaba a través de un tubo de Hittorf, fue así que realizó la primera radiografía de la historia: la mano de su esposa Bertha Röntgen.

### **A) Radiaciones ionizantes**

Son las radiaciones, que debido a la energía que poseen al interaccionar con la materia, producen ionizaciones en la misma, es decir, cambios eléctricos a nivel molecular. La materia está formada por átomos, componentes esenciales de todo lo que nos rodea, constituidos por un núcleo, parte central del átomo con carga eléctrica positiva (neutrones y protones) y la corteza que es la parte más externa, de carga eléctrica negativa (formada por electrones). (1)

## **B) Radiactividad**

Es la emisión de radiaciones ionizantes desde el núcleo de los átomos. Estas emisiones, de las cuales hay que protegerse adecuadamente, pueden presentarse en forma de partículas (naturaleza corpuscular) o de ondas (naturaleza ondulatoria). A los átomos que poseen esta propiedad se les conoce con el nombre de radionucleidos, también llamados radioisótopos. (1,2)

Las emisiones son (1):

- Alfa con carga eléctrica positiva ( $\alpha^+$ )
- Beta negativa ( $\beta^-$ ): \*de mayor penetración.
- Beta positiva ( $\beta^+$ )

Dentro de la radiación de naturaleza ondulatoria (ondas electromagnéticas) está la radiación gamma ( $\gamma$ ) y los rayos X, con un importante poder de penetración que depende de la energía asociada a cada tipo de onda. (1)

## **C) Rayos X**

Tienen su origen en la corteza atómica esencial de todo radionucleido es el período de semidesintegración, tiempo que tiene que transcurrir para que la actividad de un determinado radionucleido se reduzca a la mitad. (1)

## **D) Radiación artificial**

El comportamiento de los radionucleidos artificiales, así como las leyes por las cuales se rigen y el tipo de emisiones, son las mismas que para la radiactividad natural. El período de semidesintegración de estos radionucleidos artificiales es, en general, inferior al de los radionucleidos naturales. De hecho, algunos de estos radionucleidos artificiales tienen períodos de semidesintegración de horas e incluso excepcionalmente de minutos. (1)

Los radionucleidos artificiales, en el mundo sanitario se utilizan para el diagnóstico en los Servicios de Medicina Nuclear, para investigación en el campo de la Inmunología, la Hematología, la Biología Molecular, etc., y en terapia en los Servicios de Medicina Nuclear y Oncología Radioterápica. Se utilizan también generadores de radiaciones ionizantes (rayos X y electrones), aplicados tanto en diagnóstico como en terapia. (1)

### **E) Actividad radioactiva**

Es una magnitud que determina la capacidad de los átomos para emitir un determinado tipo de radiaciones ionizantes. Se define como el número de transformaciones nucleares en una muestra radiactiva por segundo. Su unidad es el Becquerelio (Bq) en honor del físico francés Becquerel. Un Becquerelio representa una desintegración del átomo en un segundo. Esta unidad es muy pequeña, (los seres humanos en nuestra constitución somos portadores de actividades radiactivas entre 2000 y 3000 Bq de dos radionucleidos naturales, el Carbono-14 y el Potasio-40). Entre los múltiplos y divisores de esta unidad, los más utilizados en el área sanitaria son el kilo-Becquerelio (kBq), igual a 1000 Bq, y el Mega-Becquerelio (MBq) que tiene 1.000.000 de Bq. (1)

### **F) Irradiación externa**

Se dice que hay riesgo de irradiación externa cuando, por la naturaleza de la radiación y el tipo de práctica, la persona sólo está expuesta mientras la fuente de radiación está activa y no puede existir contacto directo con un material radiactivo. Es el caso de los generadores de rayos X, los aceleradores de partículas y la utilización o manipulación de fuentes encapsuladas. (8)

## **G) Contaminación radiactiva**

Cuando puede haber contacto con la sustancia radiactiva y ésta puede penetrar en el organismo por cualquier vía (respiratoria, dérmica, digestiva o parenteral) se habla de riesgo por contaminación radiactiva. Esta situación es mucho más grave que la simple irradiación, ya que la persona sigue estando expuesta a la radiación hasta que se eliminen los radionucleidos por metabolismo o decaiga la actividad radiactiva de los mismos. (8)

## **H) Exposición**

Se llama exposición al hecho de que una persona esté sometida a la acción y los efectos de las radiaciones ionizantes. Puede ser:

- Externa: exposición del organismo a fuentes exteriores a él.
- Interna: exposición del organismo a fuentes interiores a él.
- Total: suma de las exposiciones externa e interna.
- Continua: exposición externa prolongada, o exposición interna por incorporación permanente de radionucleidos, cuyo nivel puede variar con el tiempo.
- Única: exposición externa de corta duración o exposición interna por incorporación de radionucleidos en un corto periodo de tiempo.
- Global: exposición considerada como homogénea en el cuerpo entero.
- Parcial: exposición sobre uno o varios órganos o tejidos, sobre una parte del organismo o sobre el cuerpo entero, considerada como no homogénea.

En caso de contaminación radiactiva del organismo humano, según que los radionucleidos estén depositados en la piel, los cabellos o las ropas, o bien hayan penetrado en el interior del organismo, se considera contaminación externa o contaminación interna respectivamente. La gravedad del daño producido está en función de la actividad y el tipo de radiaciones emitidas por los radionucleidos. (8)

## **I) Información y formación**

El titular o, en su caso, la empresa externa debe informar, antes de iniciar su actividad, a sus trabajadores expuestos, personas en formación y estudiantes sobre:

- Los riesgos radiológicos asociados.
- La importancia del cumplimiento de los requisitos técnicos, médicos y administrativos.
- Las normas y procedimientos de protección radiológica, tanto en lo que se refiere a la práctica en general como al destino o puesto de trabajo que se les pueda asignar.
- Necesidad de efectuar rápidamente la declaración de embarazo y notificación de lactancia.

Asimismo, también se debe proporcionar, antes de iniciar su actividad y de manera periódica, formación en materia de protección radiológica a un nivel adecuado a su responsabilidad y al riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes en su puesto de trabajo. (9)

## **J) Clasificación y delimitación de zonas**

El titular de la actividad debe clasificar los lugares de trabajo, considerando el riesgo de exposición y la probabilidad y magnitud de las exposiciones potenciales, en las siguientes zonas:

- Zona controlada: Zona en la que exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 6 mSv/año oficial o una dosis equivalente superior a 3/10 de los límites de dosis equivalentes para cristalino, piel y extremidades. También tienen esta consideración las zonas en las que sea necesario seguir procedimientos de trabajo, ya sea para restringir la exposición, evitar la dispersión de contaminación radiactiva o prevenir o limitar la probabilidad y

magnitud de accidentes radiológicos o sus consecuencias. Se señala con un trébol verde sobre fondo blanco.

Las zonas controladas se pueden subdividir en (9):

- Zona de permanencia limitada. Zona en la que existe el riesgo de recibir una dosis superior a los límites anuales de dosis. Se señala con un trébol amarillo sobre fondo blanco.
- Zona de permanencia reglamentada. Zona en la que existe el riesgo de recibir en cortos periodos de tiempo una dosis superior a los límites de dosis. Se señala con un trébol naranja sobre fondo blanco.
- Zona de acceso prohibido. Zona en la que hay riesgo de recibir, en una exposición única, dosis superiores a los límites anuales de dosis. Se señala con un trébol rojo sobre fondo blanco.
- Zona vigilada. Zona en la que, no siendo zona controlada, exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 1 mSv/año oficial o una dosis equivalente superior a 1/10 de los límites de dosis equivalente para cristalino, piel y extremidades. Se señala con un trébol gris/azulado sobre fondo blanco. (1,9)

### **K) Clasificación de los trabajadores expuestos**

Los trabajadores se considerarán expuestos cuando puedan recibir dosis superiores a 1 mSv por año oficial y se clasificarán en dos categorías:

- Categoría A: personas que, por las condiciones en que se realiza su trabajo, pueden recibir una dosis superior a 6 mSv por año oficial o una dosis equivalente superior a 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades.
- Categoría B: personas que, por las condiciones en que se realiza su trabajo, es muy improbable que reciban dosis superiores a 6 mSv por año oficial o

3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades. Vigilancia del ambiente de trabajo. (1,3,8)

Teniendo en cuenta la naturaleza y la importancia de los riesgos radiológicos, en las zonas vigiladas y controladas se debe realizar una vigilancia del ambiente de trabajo que comprende:

- La medición de las tasas de dosis externas, indicando la naturaleza y calidad de la radiación.
- La medición de las concentraciones de actividad en el aire y la contaminación superficial, especificando la naturaleza de las sustancias radiactivas contaminantes, así como su estado físico y químico.

Estas medidas pueden ser utilizadas para estimar las dosis individuales en aquellos casos en los que no sea posible o resulten inadecuadas las mediciones individuales.

#### **L) Vigilancia individual**

Está en función de la categoría del trabajador y de la zona. (8)

- Trabajadores expuestos de categoría A y en las zonas controladas. Es obligatorio el uso de dosímetros individuales que midan la dosis externa, representativa de la dosis para la totalidad del organismo durante toda la jornada laboral. En caso de riesgo de exposición parcial o no homogénea deben utilizarse dosímetros adecuados en las partes potencialmente más afectadas. Sí el riesgo es de contaminación interna, es obligatoria la realización de medidas o análisis pertinentes para evaluar las dosis correspondientes. Las dosis recibidas por los trabajadores expuestos deben determinarse cuando las condiciones de trabajo sean normales, con una periodicidad no superior a un mes para la dosimetría externa, y con la

periodicidad que, en cada caso, se establezca para la dosimetría interna, para aquellos trabajadores expuestos al riesgo de incorporación de radionucleidos. (9)

- Trabajadores expuestos de categoría B. Las dosis recibidas se pueden estimar a partir de los resultados de la vigilancia del ambiente de trabajo.

La vigilancia individual, tanto externa como interna, debe ser efectuada por Servicios de Dosimetría Personal expresamente autorizados por el Consejo de Seguridad Nuclear. El titular de la práctica o, en su caso, la empresa externa debe transmitir los resultados de los controles dosimétricos al Servicio de Prevención que desarrolle la función de vigilancia y control de salud de los trabajadores.

En caso de exposiciones accidentales y de emergencia se evalúan las dosis asociadas y su distribución en el cuerpo y se realiza una vigilancia individual o evaluaciones de las dosis individuales en función de las circunstancias. Cuando a consecuencia de una de estas exposiciones o de una exposición especialmente autorizada hayan podido superarse los límites de dosis, debe realizarse un estudio para evaluar, lo más rápidamente posible, las dosis recibidas en la totalidad del organismo o en las regiones u órganos afectados.

### **M) Evaluación y aplicación de las medidas de protección radiológica**

El titular de la práctica es responsable de que el examen y control de los dispositivos y técnicas de protección, así como de los instrumentos de medición, se efectúen de acuerdo con los procedimientos establecidos. En concreto debe comprender (8):

- El examen crítico previo de los proyectos de la instalación desde el punto de vista de la protección radiológica.
- La autorización de puesta en servicio de fuentes nuevas o modificadas desde el punto de vista de la protección radiológica.

- La comprobación periódica de la eficacia de los dispositivos y técnicas de protección.
- La calibración, verificación y comprobación periódica del buen estado y funcionamiento de los instrumentos de medición.

Todo ello se realiza con la supervisión del Servicio de Protección Radiológica o la Unidad Técnica de Protección Radiológica, o en su caso, del Supervisor o persona que tenga encomendadas las funciones de protección radiológica. La obligatoriedad de disponer de una u otra figura lo decide, en cada caso, el Consejo de Seguridad Nuclear en función del riesgo radiológico existente y deben estar autorizados por el mismo. (9)

## **N) Radiodiagnóstico**

Es el conjunto de procedimientos de exploración y visualización de las estructuras anatómicas del interior del cuerpo humano mediante la utilización de los rayos X. Ocupa un lugar preponderante entre las técnicas de imagen debido al gran número de instalaciones, al de exploraciones que se realizan y al de profesionales que se dedican a esta especialidad. La continua aparición de nuevas técnicas e indicaciones hace que día a día se incremente el número de actos médicos en que se utilizan los rayos X. (1)

Los rayos X se producen de forma artificial en un tubo de vacío aplicando una determinada tensión (kV). Cuanto mayor es la tensión aplicada, mayor es la penetración de estos rayos. Estos pueden variar desde 25 kV para la mamografía hasta 140 kV en diagnóstico general.

La imagen radiográfica es una consecuencia de la diferente atenuación, que las distintas estructuras anatómicas del paciente producen en el haz de rayos X que incide sobre él.

Si a un paciente se le hace una radiografía de tórax, la parte de la radiografía correspondiente al pulmón estará más oscura, que una zona que represente al hueso, ya que los pulmones fundamentalmente tienen aire y éste atenúa la radiación menos que el hueso, por tanto, a esta parte de la película radiográfica llegará más radiación y aparecerá más oscura.

### **O) Radiografía convencional**

En este caso, el receptor de imagen es una placa fotográfica. Al incidir el haz sobre ella esta se impresiona, formándose una imagen latente que se pondrá de manifiesto al revelar la placa. Dentro de la radiología convencional, existen distintos tipos de exámenes radiológicos como son: tórax, abdomen, columna lumbar, columna cervical, columna dorsal, etc.

Especial consideración merece la mamografía utilizada para el diagnóstico precoz del cáncer de mama y otras patologías. Es una técnica en la cual el equipo y el sistema de imagen utilizado deben poseer unas características especiales, ya que se trata de diagnosticar tumores en su estadio inicial. Por otra parte, los tejidos que forman la mama presentan muy poca variación en su densidad, de ahí que la película radiográfica a utilizar deba presentar unas características singulares que permita poner de manifiesto variaciones mínimas de densidad y de pequeño tamaño. (1)

Otro tipo de exploraciones convencionales muy habituales son las dentales. Se realizan en equipos especiales. Las radiografías más comunes en este campo son, las intraorales y las ortopantomografías. (1)

### **P) Fluoroscopia**

Es la técnica en la que el receptor de imagen es una pantalla fluorescente que se ilumina al incidir sobre ella el haz de rayos X. La diferente intensidad de la luz emitida

en las distintas partes de la pantalla produce la imagen. La intensidad de esta imagen luminosa que aparece en la pantalla es amplificada por medio de intensificadores de imagen y recogida por una cámara de televisión para ofrecerla en un monitor de TV.(1)

### **Q) Tomografía computarizada TAC**

Permite obtener imágenes de cortes transversales del cuerpo humano cuyo tratamiento informático posibilita su reconstrucción en tres dimensiones.

### **R) Radioterapia**

El objetivo de la Radioterapia es la destrucción de células y tejidos tumorales mediante la radiación, procurando irradiar lo menos posible los tejidos sanos circundantes del tumor. (1)

### **S) Radioinmunoanálisis**

Es una técnica analítica utilizada para medir la cantidad y concentración de numerosas sustancias (hormonas, fármacos, etc.) en muestras biológicas obtenidas, previamente, del paciente. (1)

### **T) Riesgos radiológicos en la práctica médica**

La dosis de radiación que un paciente puede recibir como consecuencia de un estudio diagnóstico, va a depender de muchos factores como son: el tipo de estudio, las características del paciente y también el equipamiento utilizado. (1)

La contaminación se define como la presencia indeseada de radionucleidos en el ser humano (contaminación personal) o en el entorno que nos rodea (contaminación ambiental). En el caso de que la contaminación afecte al ser humano, esta puede

ser externa o interna. Se trata de una contaminación externa, cuando los radionucleidos se depositan en la piel y se trata de contaminación interna, cuando son incorporados al interior del organismo humano (a través de los alimentos que ingerimos, del aire que respiramos y excepcionalmente a través de heridas). (1)

En el caso de contaminación, las dosis recibidas y por tanto los posibles riesgos derivados de las mismas van a depender de varios factores como son: el tipo de emisión o emisiones producidas, la energía asociada a las mismas, la cantidad de radionucleido que ha producido la contaminación, ya sea interna o externa, el tiempo durante el cual emitirá radiación el radionucleido contaminante, y en caso de contaminación interna, la facilidad con la que el organismo humano eliminará el radionucleido.

En este caso, también hay que tener en cuenta el órgano crítico, es decir, ese órgano, que va a recibir una mayor dosis de radiación, y por tanto en el cual se puede producir un mayor daño. (1)

### **U) Efectos biológicos de la radiación**

Los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes son consecuencia de la interacción de la radiación a nivel celular, siendo la Radiobiología, esa parte del saber científico que estudia; los sucesos que se producen después de la absorción de energía procedente de las radiaciones ionizantes, los esfuerzos del organismo para compensar los efectos de esa absorción y las lesiones y reparaciones que se pueden producir en el organismo. (1)

La aparición de estos efectos va a depender, entre otros factores, del tipo de tejido, y de la capacidad de reparación del mismo. También van a influir la edad del individuo en el momento de la exposición, su estado de salud y su predisposición genética. Por tanto, no todas las personas expuestas a radiaciones ionizantes tienen la misma respuesta. (1,9)

- Efectos deterministas: se producen cuando la exposición a radiaciones ionizantes origina la muerte de tal cantidad de células que da lugar a un mal funcionamiento de un tejido u órgano. La aparición de estos efectos se produce sólo cuando la dosis supera un cierto valor denominado umbral de dosis. La gravedad del efecto va a depender de la dosis recibida. No todos los tejidos y órganos tienen la misma respuesta frente a las radiaciones ionizantes. Entre los más radiosensibles están los ovarios, testículos, cristalino y médula ósea. Entre los efectos deterministas se encuentran, entre otros, radiodermatitis, esterilidad y cataratas.
- Efectos estocásticos: si se producen transformaciones celulares, debido a la exposición a radiaciones ionizantes, ésta en los descendientes de la persona expuesta. A diferencia de los efectos deterministas para estos efectos no existe un umbral de dosis. Ahora bien, la probabilidad de que aparezcan si depende de la dosis. Clínicamente no es posible distinguir los que tiene su origen en una exposición a radiaciones ionizantes de los que se han producido por otros agentes. Pueden dar lugar a la aparición de un cáncer o a enfermedades hereditarias, sobre el tipo de efectos que la radiación origina sobre el embrión y el feto dependen del momento en que se produzca la exposición respecto al tiempo de gestación. (1,8)

La energía depositada por las radiaciones ionizantes al atravesar las células vivas da lugar a iones y radicales libres que rompen los enlaces químicos y provocan cambios moleculares que dañan las células afectadas. En principio, cualquier parte de la célula puede ser alterada por la radiación ionizante, pero el ADN es el blanco biológico más crítico debido a la información genética que contiene. Una dosis absorbida lo bastante elevada para matar una célula tipo en división (2 Grays ver la definición más adelante), sería suficiente para originar centenares de lesiones reparables en sus moléculas de ADN. Las lesiones producidas por la radiación

ionizante de naturaleza corpuscular (protones o partículas alfa) son, en general, menos reparables que las generadas por una radiación ionizante fotónica (rayos X o rayos gamma). El daño en las moléculas de ADN que queda sin reparar o es mal reparado puede manifestarse en forma de mutaciones cuya frecuencia está en relación con la dosis recibida. (1,8)

Las lesiones del aparato genético producidas por irradiación pueden causar también cambios en el número y la estructura de los cromosomas, modificaciones cuya frecuencia, de acuerdo con lo observado en supervivientes de la bomba atómica y en otras poblaciones expuestas a radiaciones ionizantes, aumenta con la dosis. En consecuencia, el daño biológico puede producirse en el propio individuo (efecto somático) o en generaciones posteriores (efecto genético), y en función de la dosis recibida los efectos pueden ser inmediatos o diferidos en el tiempo, con largos periodos de latencia. (8)

## **V) Seguridad radiológica**

La Comisión Internacional de Energía Atómica (ICRP), en su publicación nº 60, presenta el “Sistema de Protección Radiológica” basado en la prevención de efectos biológicos deterministas, manteniendo la dosis por debajo de un umbral determinado, así como en la exigencia de que se apliquen todas las medidas razonables para reducir la incidencia de los efectos biológicos estocásticos a niveles aceptables. (1)

La ICRP distingue 3 categorías de exposición: la exposición profesional, la exposición médica y la exposición del público que engloba el resto de exposiciones por fuentes controladas. Los límites de dosis sólo se recomiendan para las exposiciones profesionales y del público, ya que, en las exposiciones médicas, el objetivo fundamental es la irradiación del paciente para obtener un eficaz diagnóstico o un adecuado tratamiento. (1)

La Radio protección es una disciplina científico técnica que tiene como finalidad la protección de las personas y del medio ambiente frente a los riesgos derivados de la utilización de fuentes radiactivas, tanto naturales como artificiales, en actividades médicas, industriales, de investigación. (8)

El Sistema de Protección Radiológica se fundamenta en los principios siguientes:

- **Justificación:** No debe adoptarse ninguna práctica con radiaciones ionizantes que no conlleve un beneficio neto para el individuo o la especie humana en su conjunto. Es importante que el público sepa que los estudios radiológicos implican un riesgo que sólo se justifica si el examen tiene una indicación médica. Estos estudios radiológicos no deben hacerse innecesariamente, sino sólo cuando los mismos estén debidamente justificados. (8)
- **Optimización:** Para una fuente dada, las dosis deberán ser lo más bajas que sean razonablemente posible, teniendo en cuenta consideraciones sociales y económicas. Una vez que los estudios estén justificados se intenta que los mismos se realicen en condiciones óptimas para que las dosis sean tan bajas como sea posible. Para ello es muy importante que los equipos se encuentren bien mantenidos, calibrados y que se usen los parámetros operativos más adecuados para cada estudio. Esto es particularmente importante para los niños, que tienen una mayor sensibilidad que los adultos. (3)
- **Limitación de dosis y riesgo:** En cualquier caso, se recomienda establece límites de dosis o del riesgo resultante entre lo que supone una situación “tolerable” y una situación “inaceptable” para la sociedad. (1) para una práctica dada se establecen límites de dosis de forma que el riesgo derivarse mantenga dentro de niveles aceptables para la sociedad; además se establece que para lograr esto hay que cumplir con tres criterios básicos: Distancia, Tiempo y Blindaje.(8)

- Distancia: Ley de la inversa del cuadrado. La intensidad de la radiación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. La tasa de dosis disminuye con el cuadrado de la distancia a que se encuentra la fuente productora de radiación.
- Tiempo: La dosis es directamente proporcional al tiempo de exposición. La dosis equivalente recibida disminuye conforme lo hace el tiempo que dura la exposición. (8)
- Blindaje o pantallas: Son barreras situadas entre el producto radiactivo y los usuarios que eliminan o atenúan la radiación. Las radiaciones ionizantes, al atravesar la materia pierden intensidad. En este hecho se basan los blindajes y/o pantallas protectoras contra las radiaciones ionizantes. La elección de la pantalla adecuada depende del tipo de emisión. Existen dos tipos de pantallas o blindajes, las denominadas barreras primarias (atenúan la radiación del haz primario) y las barreras secundarias (evitan la radiación difusa). (8)

De estas consideraciones se deducen las tres reglas más generales de Protección Radiológica contra la radiación externa:

- Permanecer lo más lejos posible de las fuentes de radiaciones ionizantes.
- Reducir el tiempo de exposición al mínimo posible.
- Interponer entre la fuente y el personal expuesto blindajes adecuado. (3)

### **1. Materiales de Blindaje.**

Como blindajes para radiación beta se utilizan materiales de bajo número atómico tales como aluminio y vidrio, a fin de reducir la generación de radiación secundaria de frenado constituida por rayos X. (8)

### **2. El dosímetro.**

Este es definido como un aparato que se utiliza para medir dosis especialmente de radioactividad. Su función es la de indicar la cantidad de rayos ionizantes que un

sujeto puede haber absorbido o aplicado. Puede tratarse de rayos ultravioletas o de radioactividad. (14)

### **W) Organismos sobre Protección radiológica**

- El Comité Científico de Naciones Unidas para el estudio de los Efectos de la Radiación Atómica (UNSCEAR), fue creado en 1955 con la misión de estimar e informar sobre los niveles y efectos de la exposición a la radiación ionizante en la población humana y en el medio ambiente.
- La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) es una organización no gubernamental creada en 1928, que se encarga actualmente de establecer la filosofía de la Protección Radiológica, proporcionando las recomendaciones generales y fundamentales para utilizar de forma segura las radiaciones ionizantes en todas sus aplicaciones. Para cumplir este objetivo se basa, tanto en los datos aportados por UNSCEAR, como en el juicio de los expertos que componen sus comités.
- El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), dependiente también de Naciones Unidas, desarrolla todas aquellas funciones que tienden a fomentar el uso pacífico de la energía nuclear y su seguridad. Ha incorporado las recomendaciones de la ICRP en sus Normas Básicas de Seguridad para la protección contra las radiaciones ionizantes y la seguridad de las fuentes de radiación, denominadas en general como Normas Internacionales ya que las han realizado en colaboración con la Agencia de la Energía Nuclear de la OCDE (NEA-OCDE), la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Oficina Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

- Unión Europea, por el Tratado EURATOM, establece también las Normas Básicas Europeas (Directiva 96/29 EURATOM) que incorpora las recomendaciones del ICRP. Esta Directiva es de obligado cumplimiento para los Estados Miembros de la UE, que posteriormente han realizado la transposición de ésta en sus respectivas legislaciones. En el caso de España se recoge en el Reglamento sobre Protección. (1)

## **X) Medidas de protección Radiológica.**

Trabajadores expuestos a la radiación: son las personas que, por razones de su trabajo profesional, están sometidas a un riesgo de exposición a las radiaciones en el que pueden recibir dosis anuales superiores a 1 mSv.

Las medidas concretas de protección radiológica se basan en la:

- Vigilancia radiológica en su doble vertiente: la vigilancia dosimétrica individual (deben llevar unos dosímetros personales para determinar, no solo que la dosis que reciben está por debajo de los límites reglamentarios, sino que el trabajo lo realizan en las condiciones adecuadas) y la vigilancia médica.

Las dosis recibidas por los trabajadores expuestos se determinan por dosimetría externa (riesgo de irradiación) o dosimetría interna (riesgo de contaminación), mediante medidas o análisis pertinentes.

### **1. La dosimetría individual externa**

Es el proceso que se realiza mediante dosímetros basados en el fenómeno de la termino luminiscencia (TLD) que permiten controlar mensualmente la dosis superficial y la dosis profunda. (1)

La dosimetría de área o ambiental permite estimar la dosis en los puestos de trabajo y en el entorno de las dependencias radiológicas o radiactivas. Se puede realizar

también con dosímetros TLD o con detectores de radiación debidamente calibrados.  
(1)

Zonas de trabajo en función de las dosis anuales previstas y el riesgo de una contaminación o exposición potencial. Pueden ser zona vigilada cuando existe la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 1 mSv/año (límite del público) e inferiores a 6 mSv/año ó zona controlada cuando se puede superar esta cifra.

Dentro de esta última categoría, se considera zona de permanencia limitada, cuando existe riesgo de recibir una dosis superior a los límites anuales establecidos, zona de permanencia reglamentada cuando se puede recibir, en una única exposición, dosis superiores a los límites reglamentarios en cortos periodos de tiempo o zona de acceso prohibido cuando se puede recibir, en una única exposición, dosis superiores a los límites reglamentarios. (1)

Estas zonas se señalizan con el símbolo internacional de radiactividad trébol con puntas radiales (riesgo de irradiación externa) o con campo punteado (riesgo de contaminación). Tienen los siguientes colores:

- Zona vigilada: gris azulado
- Zona controlada: verde
- Zona de permanencia limitada: amarillo
- Zona de permanencia reglamentada: naranja
- Zona de acceso prohibido: rojo

Clasificación de los trabajadores expuestos en función de las condiciones de trabajo. Pueden ser de categoría A (cuando pueden recibir una dosis superior a 6 mSv por año) o de categoría B (cuando es muy improbable que reciban estas dosis).

Los trabajadores expuestos de categoría A están sometidos, obligatoriamente a una vigilancia médica, tanto previamente a ocupar su puesto de trabajo como

periódicamente, que permiten evaluar su aptitud para ejercer sus funciones. Esta vigilancia médica se realiza por el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. (1)

Aplicación de las normas y medidas de control según las zonas y las categorías de los trabajadores expuestos. Una de las medidas fundamentales es su formación previa ya que deben estar instruidos sobre todas las normas de protección radiológica y sus medidas de control en la instalación antes de estar en disposición de poder ocupar su puesto de trabajo. (1)

### **Y) Vigilancia del cumplimiento de las normas**

Es función del Servicio de Protección Radiológica o, en su caso, de la Unidad Técnica de Protección Radiológica. Deben estar autorizados y supervisados expresamente por el CSN para dicho cometido y están formados, en los hospitales, por especialistas en Radio física Hospitalaria.

Funciones:

- Participar o supervisar las fases de diseño, montaje, instalación, operación, modificaciones y clausura de las instalaciones radiactivas y radiológicas.
- Tener conocimiento de la adquisición de material y equipos radiactivos radiológicos.
- Efectuar la estimación de los riesgos radiológicos asociados a las instalaciones.
- Clasificar, señalizar y vigilar las zonas y condiciones de trabajo en función del riesgo radiológico, así como clasificar en las diferentes categorías a los trabajadores expuestos.
- Establecer las normas de acceso, permanencia y trabajo en zonas con riesgo radiológico.
- Vigilar la radiación y contaminación.
- Vigilar los residuos y efluentes radiactivos.

- Controlar el mantenimiento, verificación y calibración de los sistemas de detección y medida de las radiaciones.
- Vigilar y controlar la dosimetría personal de los trabajadores expuestos.
- Formar y entrenar a los trabajadores expuestos en materia de Protección Radiológica.
- Comprobar la aptitud médica de los trabajadores expuestos, en colaboración con el Servicio de Prevención de Riesgos.
- Conocer o analizar el impacto radiológico derivado del funcionamiento de la instalación.
- Optimizar las medidas de control de calidad del equipamiento radiológico, de medicina nuclear y de radioterapia.

## **1. Normas de protección radiológica**

Para evitar la irradiación innecesaria de los trabajadores expuestos, y la de los miembros del público, las salas radiológicas están debidamente diseñadas, adecuadamente blindadas y convenientemente señalizadas.

Las normas deben ir encaminadas a minimizar el riesgo de irradiación externa. En las salas de radiodiagnóstico se deberá

- Cerrar las puertas de las salas durante el funcionamiento del equipo.
- Los trabajadores estarán siempre protegidos por blindajes estructural (paredes y cristales plomados).
- En el caso de que deban permanecer en el interior de la sala, se protegerán con mandiles y protectores plomados y el número de personas expuestas deberá ser el mínimo posible.
- Para la protección del paciente se deberá:
  - Elegir los parámetros en el equipo de rayos X adecuados al espesor del paciente para obtener el contraste necesario para el diagnóstico.
  - Reducir el tamaño de campo de irradiación al área a explorar.

- Elegir el sistema de imagen adecuado, de forma que produzca la mejor imagen con el mínimo de exposición para el paciente.
- Dotar al paciente de protectores gonadales siempre que sea posible.
- Preguntar a las pacientes en edad de procrear sobre la posibilidad de estar embarazadas.

Para reducir la irradiación externa es necesario controlar los siguientes parámetros:

- Distancia: Debe ser la máxima posible respecto de la fuente emisora de radiación.
- Tiempo: Debe ser el menor posible.
- Blindaje: Cuando la combinación de tiempo y distancia, no reduce la dosis a niveles permisibles, hay que interponer una barrera de material absorbente entre la fuente y el usuario.

## **Z) Residuo radiactivo**

Se denomina residuo radiactivo a cualquier material o producto de desecho para el cual no está previsto ningún uso, está contaminado o que contiene radionucleidos en concentraciones o niveles de actividad superiores a los establecidos por la autoridad competente, previo informe del Consejo de Seguridad Nuclear.

En el sector sanitario los residuos radiactivos son de baja y media actividad. Suelen constituir este tipo de residuos objetos tales como toallas de papel, algodones y gasas, jeringas usadas y viales, guantes de goma y cubiertas para calzado, filtros de aire, etc.(8)

## **AA) Gestión de los residuos radiactivos**

Un aspecto importante en el desarrollo de la Protección Radiológica es realizar una correcta Gestión con los residuos radiactivos que permita minimizar los riesgos de

contaminación e irradiación para los trabajadores expuestos y el público en general y reducir el impacto de los mismos sobre el medio ambiente. Para ello es necesario realizar las siguientes acciones. (1,8):

- Caracterización de los residuos. Determinando las propiedades fisicoquímicas y radiológicas de los mismos.
- Clasificación. Atendiendo a diferentes parámetros como la actividad, el periodo de semidesintegración, etc.
- Segregación, etiquetado y recogida. Los residuos radiactivos se guardan en contenedores adecuados atendiendo al tipo de radiación emitida y al estado físico de los mismos, utilizando contenedores blindados y debidamente señalizados. Existirán contenedores para los residuos en todos los lugares donde se estén generando.
- Almacenamiento. Las instalaciones generadoras de residuos radiactivos disponen de lugares específicos para el almacenamiento seguro de los mismos hasta su posterior evacuación. El diseño de estos almacenes incluye los blindajes necesarios, bandejas o sistemas de contención para residuos líquidos y sistemas de ventilación provistos de filtros adecuados

## **BB) Protección Radiológica del paciente**

La Legislación española ha traspuesto la Directiva europea 97/43/Euratom, que fija las medidas de radioprotección del paciente, en varios Reales Decretos. El objetivo es garantizar la mejora de la calidad y eficacia del acto radiológico médico, evitando exposiciones inadecuadas ó excesivas, sin impedir el uso de las radiaciones ionizantes en el plano de la detección precoz, diagnóstico o tratamiento de enfermedades.

Entre las disposiciones más importantes reflejadas en la Normativa vigente están:

- Toda exposición a las radiaciones en un acto médico deberá estar justificada, realizarse al nivel más bajo posible de dosis compatible con el objetivo de la

prueba diagnóstica y que se lleve a cabo, siempre, bajo la responsabilidad del médico.

- Todo el personal involucrado (médicos y operadores) deben poseer los conocimientos adecuados sobre técnicas aplicadas y las normas de radio protección.
- Todas las instalaciones de Radiodiagnóstico, Radioterapia y Medicina Nuclear dispondrán de un especialista en Radio física Hospitalaria, propio o concertado.
- Todas las instalaciones serán objeto de vigilancia estricta por parte de las autoridades competentes de las Comunidades Autónomas en cuanto al cumplimiento de los criterios de calidad para garantizar la protección al paciente y deberán estar inscritas en el censo Nacional del Ministerio de Sanidad y Consumo. El MINSA establece etapas para el manejo de residuos sólidos de la siguiente manera (8):

### **1. Acondicionamiento:**

Consiste en la preparación de servicios o áreas del establecimiento con materiales (tachos, recipientes, bolsas) necesarios para la recepción o depósito de diversas clases de residuos. Los residuos biocontaminados deben ser eliminados en bolsas de color rojo, los residuos comunes en bolsas negras. Los residuos especiales deben colocarse en bolsas amarillas. Los residuos punzocortantes deben ser almacenados en recipientes rígidos.

### **2. Segregación:**

Es la separación de los residuos en el punto de generación ubicándolos de acuerdo a su clase en el recipiente correspondiente. En caso que las jeringas o material punzo cortante, se encuentren contaminados con residuos radioactivos, se colocarán en recipientes rígidos rotulados con el símbolo de peligro radioactivo para su manejo de acuerdo a lo establecido por el IPEN.

### **3. Almacenamiento primario:**

Es el depósito temporal de los residuos en el mismo lugar donde se genera. Los residuos procedentes de fuentes radioactivas no encapsuladas que hayan tenido contacto con algún radioisótopo líquido, tales como: agujas, algodón, vasos descartables, papel, se almacenarán temporalmente en un recipiente especial plomado, herméticamente cerrado, de acuerdo a lo establecido por el IPEN.

### **4. Almacenamiento intermedio:**

Es el depósito temporal de los residuos generados por los diferentes servicios cercanos, y distribuidos estratégicamente por pisos o unidades de servicio.

### **5. Recolección y transporte interno:**

Es la actividad realizada para recolectar los residuos de cada área y trasladarlos a su destino en el almacenamiento intermedio o al almacenamiento central o final, dentro del establecimiento de salud.

### **6. Almacenamiento central o final:**

Es la etapa donde los residuos provenientes de las fuentes de generación y/o del almacenamiento intermedio son almacenados temporalmente para su posterior tratamiento y disposición final.

### **7. Tratamiento:**

Es cualquier proceso, método o técnica que permita modificar las características físicas, químicas o biológicas del residuo, a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente; así como hacer más seguras las

condiciones de almacenamiento, transporte o disposición final.

#### **8. Recolección y transporte externo:**

Recolección de los residuos sólidos por parte de la empresa prestadora de servicios desde el establecimiento de salud hasta su disposición final.

#### **9. Disposición final:**

Procesos u operaciones para tratar y disponer en un lugar los residuos como última etapa de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura.

## **VII- DISEÑO METODOLOGICO**

### **A) Tipo de estudio**

Es un estudio CAP, estudio descriptivo, transversal que realizo una evaluación de los conocimientos, las actitudes y las prácticas que tiene el personal de salud que labora en la unidad estudiada.

### **B) Área de estudio**

Hospital escuela Roberto Calderón Gutiérrez de la ciudad de Managua- Nicaragua.

### **C) Población de estudio**

Los trabajadores ocupados en trabajos bajo radiaciones (técnicos en radiología, médicos residentes de radiología y médicos de base Radiólogos) del hospital en estudio.

Los trabajadores expuestos a radiaciones que laboran en sala de operaciones (técnicos quirúrgicos, licenciados en anestesia, médicos residentes de anestesiología y ortopedia, así como médicos de base de ortopedia y anestesiología del hospital en estudio.

### **D) Muestra**

El universo lo conformaron 90 personas trabajadoras del servicio de Radiología y sala de operaciones del hospital en estudio, la muestra se calculó de acuerdo al censo de criterios de inclusión y exclusión, los cuales fueron 46 trabajadores.

### **E) Criterios de inclusión:**

- Trabajadores que tienen más de 6 meses de laborar en esta unidad estudiada.
- Poseer un título que identifique su nivel educativo tanto como profesional o como técnico.
- Trabajadores que aceptaron participar en el estudio.

## **F) Criterios de exclusión**

- Personal que no aceptó participar en el estudio.

## **G) Fuente de información**

Primaria, la información se obtuvo directamente de los trabajadores.

Recolección de la información. En la recolección de los datos se utilizó un instrumento que contiene preguntas con respuestas como de “acuerdo” y “desacuerdo”. Está conformado por 3 partes, la primera recoge los datos relacionados con los conocimientos, la segunda recolecta la información acerca de las aptitudes de los participantes, y la tercera parte recolecta los datos relacionadas a las prácticas. La información es estructurada tomando en cuenta las normas internacionales de protección radiológica.

Para la calibración del instrumento se realizó una evaluación de infraestructura y equipos, medidas de radio protección para el trabajar de esta unidad de salud revisando los parámetros estipulados de una sala de radiología ideal; además para la calibración en calificación de los ítems. La recolección de la información se realizó por el autor de este estudio.

## **H) Plan de Análisis**

Una vez llenado el instrumento por parte del personal de salud, se evaluó las preguntas en una escala clasificando el nivel de conocimiento, el de actitud, y el de prácticas de cada participante en el estudio. Con los datos seleccionados y clasificados, se introdujo en la base de datos IBM SPSS, donde se obtuvieron tablas de frecuencia y porcentaje, así como gráficos de barras necesarios para explicar mejor los resultados.

## **I) Aspectos éticos**

Para la realización del estudio, se pidió permiso a las autoridades de la unidad de salud, se explicó los objetivos y los beneficios que arrojan los resultados para la

evaluación de esta temática. Se explicó a cada participante sobre la confiabilidad de los datos individuales.

### J) Operacionalización de variable.

Objetivo específico	Variable conceptual	Concepto de operacional	Escala / valor	Técnica de recolección	Tipo de variable estadística
Describir las características sociodemográficas y laborales del personal del personal de salud en estudio	Edad	Tiempo transcurrido en años desde el nacimiento hasta la fecha en que se realizara la encuesta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor de 20 años</li> <li>• 20-40 años</li> <li>• 41-60 años</li> <li>• &gt; 61 años</li> </ul>	Encuesta	Cuantitativa continua.
	Sexo	Características anatómicas de persona encuestada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masculino</li> <li>• Femenino</li> </ul>	Encuesta	Cualitativas nominal
	Área de trabajo	Lugar donde hace sus labores en el hospital	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Departamento de Radiología HERCG.</li> <li>• Sala de operaciones HERCG.</li> </ul>	Encuesta	Cualitativas nominal

	Escolaridad	Estado clasificado según la cantidad de años de educación que el paciente ha cursado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnico</li> <li>• universitari o</li> </ul>	Encuesta	Cualitativas nominal
	Tiempo de laborar.	Cantidad de años en laborar desde el inicio hasta la actualidad en la unidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor de 2 años</li> <li>• De 2 a 4 años</li> <li>• Mayor a 4 años</li> </ul>	Encuesta	Cuantitativa continua.
Identificar el nivel de conocimientos acerca de la protección radiológica sanitaria en el personal de salud en estudio.	Conocimientos sobre protección radiológica	Nivel de entendimiento, inteligencia o razón natural básica para protegerse de la radiación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nulo</li> <li>• Poco</li> <li>• Regular</li> <li>• Mucho</li> </ul>	Encuesta	Likert
Valorar las actitudes acerca de protección radiológica sanitaria en el personal de salud en estudio.	Actitudes de protección radiológica.	Comportamiento o manera de actuar ante la exposición de la	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Positivo</li> <li>• Negativo</li> </ul>	Encuesta	Cualitativa nominal

		radiación.			
Evaluar las prácticas relacionadas con la protección radiológica sanitaria en el personal de salud en estudio.	Prácticas sobre protección radiológica	Son actividades o cumplimiento de medidas de la protección radiológica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adecuado</li> <li>• Inadecuado</li> </ul>	Encuesta	Cualitativa nominal

## VIII- RESULTADOS

Se entrevistó a 46 trabajadores de la salud del Hospital Roberto Calderón Gutiérrez, los cuales laboran en el departamento de radiología y sala de operaciones, acerca de los conocimientos de protección radiológica, así como las actitudes y prácticas sobre esta temática. Se presentan los resultados en las tablas y gráficos.

La edad de los encuestados, se encontró en un 58.6 % entre las edades de 20 a 40 años y el 41.3 % de ellos se encontraban en edades de 41 a 60 años. (Ver tabla 1) El sexo femenino se observó en el 52.1% y el masculino con un 47.8%. El nivel de escolaridad técnica es del 45.6% y de educación superior es de 54.3 %. (ver tabla 1). Los trabajadores de salud encuestados pertenecen en un 52.1 % al departamento de radiología y el 47.8 % es de sala de operaciones. (Ver tabla 1). Respecto al tiempo de laborar el 52.1 % ha laborado más de 4 años, el 26 % menor de un año y el 21.7 % de 2 a 4 años. (Ver tabla 1).

Al evaluar los ítems sobre conocimiento de protección radiológica, se observó que el 80.6% muestra conocimientos regulares, el 13 % pocos conocimientos y únicamente el 6.5% presenta muchos conocimientos acerca de este tema. (Ver gráfico 1). El porcentaje de respuestas correctas sobre los conocimientos de protección radiológica fueron, principio de protección radiología 76.0%, medidas de protección contra la irradiación externa 86.9%, distancia mínima entre el técnico y el cabezal de rayos X 50%, técnica del paciente cuando este es incapaz de sostener la película con sus dedos 54.3%, elementos necesarios del operador en la práctica radiológica 73.9%, equipos de protección radiológica que conoce para el paciente 78.2%, uso del posicionador de radiografías 73.9 %, uso del posicionador de radiografías 52.1%, uso de mascarilla por el operador, paciente o trabajador de la salud 65.2%, necesidad de desinfección del equipo radiográfico 50%, con relación a la desinfección del equipo radiográfico 69.5%, líquido de fijación radiográfico 76%, uso de líquido de revelado radiográfico 65.2%, envolturas de radiografías 67.3% y

acerca de las limitaciones de dosis que debe de tener el trabajador por año 26.0%.  
(Ver tabla 2)

Se observan los ítems que valoraban las actitudes de los encuestados con respecto a la protección radiológica, teniendo un 78.3% de actitudes positivas y el 21.7% mostraron actitudes negativas. (Ver gráfico 3). Las actitudes positivas fueron demostradas en un 73.9 % en los siguientes ítems; discute sobre la toma de radiografías, comenta acerca de los riesgos de una mala protección y sobre la calibración de los aparatos radiológicos y en un 50% en los ítems sobre si el trabajador evita que el paciente se exponga a radiactividad innecesaria. Las actitudes negativas fueron demostradas en 30 % si busca información actualizada sobre protección radiológica, el 26 % si promueve la protección de los órganos y un 13% si prescribe radiografías en pacientes con riesgo.

Las prácticas sobre protección radiológica, se observan adecuadas en un 58.6% e inadecuadas en un 41.3%. (Ver gráfico 4). Los ítems en los que se demostró adecuada práctica fueron; utiliza medio de blindaje para protegerse 95%, ayuda al paciente a realizarse el examen radiológico 86.9% y participa en el monitoreo de medidas de protección 73.9%. Los ítems de práctica inadecuada fueron: realiza cambios de vestimenta y respeta las zonas de seguridad en 21.7% y utiliza el dosímetro para controlar la cantidad de radiación expuesta 43.4%.

## **IX- DISCUSIÓN**

En muchos estudios y artículos, normas y protocolos se demuestra que las radiaciones ionizantes inducen a daño en muchos órganos del ser humano, con mayor riesgo cuando estos no son bien controlados y utilizados.

El propósito de este trabajo investigativo consistió en evaluar los conocimientos, actitudes y prácticas respecto a la protección radiológica, seleccionando una muestra de 46 trabajadores expuestos a radiaciones los cuales laboran en el departamento de radiología y sala de operaciones.

Los trabajadores deben a pegarse a las normas y protocolos que rigen el uso de una buena protección radiología en el servicio de salud. Existen varios manuales, normas y reglamentos que mencionan los conocimientos y prácticas acerca de la temática de protección radiológica. En los hospitales, las radiaciones ionizantes tienen muchas aplicaciones beneficiosas en la medicina y la investigación. A medida que aumenta el uso de las radiaciones ionizantes también lo hacen los posibles peligros para la salud si no se utilizan o contienen adecuadamente. Cuando las dosis de radiación superan determinados niveles pueden tener efectos agudos en la salud, así como aumentar el riesgo de efectos a largo plazo, tales como el cáncer.

Los estudios científicos han mostrado que los efectos por radiación en hospitales son poco probables y aparecen varios años después de ocurrida la exposición. Esta falta de conocimiento ocasiona que el público reciba una información incompleta, incomprensible, e incluso errada, de ahí la importancia que el personal de salud presente muchos y adecuados conocimientos sobre este tema.

El conocimiento se interpretó como regulares (80.5%) en los trabajadores estudiados lo que demuestra que hay dominio sobre el tema, esto permite menor riesgo de exposición radiactiva sobre los pacientes y ellos mismos. El ítem con mayor respuesta correcta fue acerca de medidas de protección contra las

irradiaciones por fuentes externa y el más bajo fue sobre la limitación de dosis que debería tener el trabajador por año (26%).

Con respecto a las actitudes valoradas, se observó que los trabajadores tienen más actitudes positivas que negativas relacionado con la protección radiológica (78.3%), los ítems más alto de las actitudes positivas fueron, discute sobre las indicaciones de la toma de radiografías, comenta acerca de los riesgos una mala protección y pregunta sobre la calibración de los aparatos radiológicos (73,9%) y el ítem con actitud negativa fue; prescribe radiografías a pacientes con riesgo (13%). Un principio médico bien conocido dice que la realización de un examen radiológico se debe de realizar si ésta exposición supera el beneficio y no necesariamente como algo de rutina o porque sea una solicitud del paciente.

En la valoración de las prácticas, la mayoría se encontraron en un nivel mayor al 60%, demostrando que estas fueron adecuadas en el 58% de los trabajadores estudiados, el ítem con mayor práctica adecuada fue sobre “si utiliza medio de blindaje para protegerse” (95.6%).

Es de esperarse que, si los conocimientos son regulares, las prácticas probablemente lo sean, y viceversa, en este trabajo se comprueba que es de esta forma, obteniendo buenos resultados los cuales mejorarían aún más en este grupo estudiado y de la mayor forma extenderlo al resto del personal no expuesto a radiaciones ionizantes pertenecientes a la unidad estudiada.

## **X- CONCLUSIONES**

1. La edad de las personas estudiadas se encontraba entre 20 a 40 años 58.6%, el sexo femenino fue el predominante 52.1%, este mismo porcentaje representa a los trabajadores que laboran en departamento de radiología y el 52.1% ha laborado más de 4 años.
2. El nivel de conocimientos sobre protección radiológica es considerado como regular en el 80.5%. de los estudiados.
3. Las actitudes acerca de la protección radiológica sanitaria en el personal en estudio se consideraron positivas en un 78.3%. El ítem a mejorar es sobre la prescripción de las radiografías innecesarias a los pacientes.
4. Las prácticas relacionadas con la protección radiológica sanitaria en el personal estudiado se consideraron adecuadas en un 58.6%. los ítems a mejorar son realiza cambios de vestimenta y respeta las zonas de seguridad.

## **XI- RECOMENDACIONES**

### **A las autoridades**

- Capacitar a todo el personal de salud acerca de las normas internacionales y protocolo nacional sobre protección radiológica en las unidades hospitalarias que cuenten con servicio de radiodiagnóstico y radioterapia.
- Realizar un monitoreo periódico y evaluar las dosis de exposición en los trabajadores de salud expuesto a radiaciones.

### **Al personal de salud**

- Promover el cumplimiento de normas internacionales, así como las nacionales sobre protección radiológica.

### **A la Universidad**

- Realizar más investigaciones que valoren la práctica de protección radiológica en los servicios de radiología diagnóstica y radiología terapéutica.
- Hacer más extensiva la capacitación en protección radiológica en estudiantes afines a las carreras de salud de pregrado y postgrado.

## **XII- BIBLIOGRAFIA.**

- 1.- González E, Gallardo J, Díaz M. Problemas de seguridad radiológica en braquiterapia intracavaria asociados a la técnica de carga diferida manual en Venezuela. Departamento de Radiofísica Sanitaria. Venezuela
- 2.- Farith D, Tirado L, Amador C, Cadavid K, Navas G. Nivel de conocimientos, actitudes y prácticas en radiografías dentales de estudiantes de odontología de la Universidad de Cartagena. Universidad De Cartagena - Facultad De Odontología Departamento De Investigación Cartagena-Bolivar 2015
- 3.- Oficina Internacional del trabajo. Protección de los trabajadores contra las radiaciones ionizantes. Ginebra, 1987.
- 4.- Arnout E. Knowledge, Attitude and Perception among Egyptian Dental Undergraduates, Interns and Postgraduate Regard Biological Hazards and Radiologic Protection Techniques: A Questionnaire Based Cross-Sectional Study. Life Science Journal 2014; Vol.11, No. 6; p. 9-16
- 5.- Enabulele JE, Igbinedion BO. An assessment of Dental Students' knowledge of radiation protection and practice. J Educ Ethics Dent 2013;3: 54-9
- 6.- Kamburoglu K, Kursun K, Akarslan Z. Dental students' knowledge and attitudes towards cone beam computed tomography in Turkey. Dentomaxillofac Radiol. 2011 Oct; Vol. 40, No.7, p. 439–443
- 7.- Arias L. Yonatha A.. Conocimiento que tiene el personal de enfermería sobre las medidas de protección y efectos producidos ante la exposición de radiaciones ionizantes en la Unidad Medico quirúrgica del Hospital Central Dr. "Plácido Daniel Rodríguez Rivero" de San Felipe, Estado Yaracuy, en el periodo de noviembre 2006 a enero 2007.

8.- Pascual B, Gadea E. NTP 614: Radiaciones ionizantes: normas de protección. Madrid, España. 2010

9.- Mejía M. Manual de Radio protección Fundación Universitaria San Martín Sede Puerto Colombia. 2012 septiembre.

10.- Manual De Protección Radiológica De La Universidad de Barcelona (Ed2). Unidad Técnica de Protección Radiológica de la Universidad de Barcelona Centros Científicos y Tecnológicos. 2013

11.- Protección radiológica sistemas de protección para la radiación externa. En: Rev del Instituto Balseiro; p.5- 32

12.- Gallardo I., Guardado M. En: Intervención en la atención socio-sanitaria en instituciones, 2005; p.86

13.- Reglamento sanitario de los residuos sólidos, peligrosos y no peligrosos resolución ministerial No. 122-2008. Aprobada el 27 de Mayo de 2008. Publicada en La Gaceta N° 125 del 02 de Julio de 2008.

14.- OMS. Radiaciones ionizantes: efectos en la salud y medidas de protección. Nota descriptiva N°371 Noviembre de 2012

15.- OIEA/OIT/AEN(OCDE)/OMS: Normas básicas de seguridad en materia de protección radiológica, edición 2012.

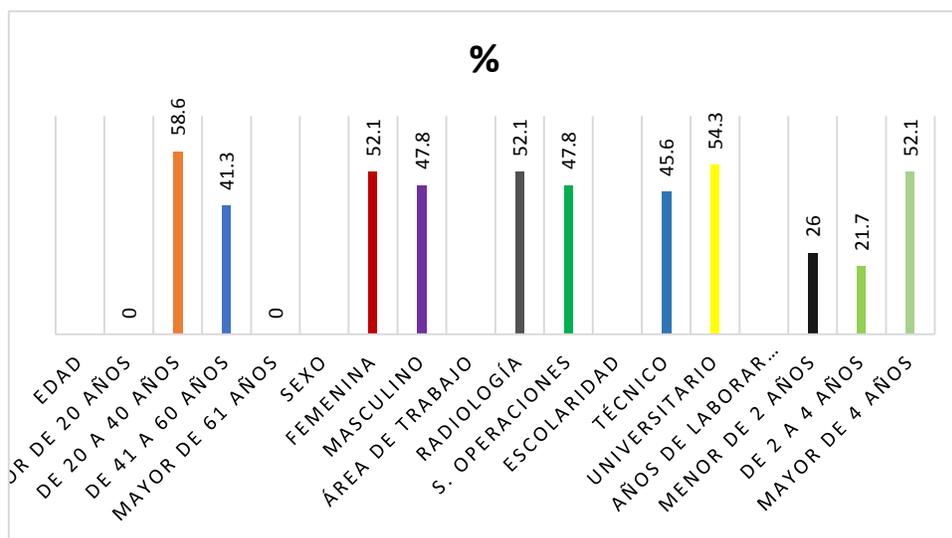
# **ANEXOS**

**Tabla 1: Principales características sociodemográficas y laborales del personal de salud que labora en el departamento de Radiología y sala de operaciones del hospital Escuela Roberto Calderón Gutiérrez de la ciudad de Managua, de octubre a diciembre 2020.**

Variable	Frecuencia	Porcentaje
<b>Edad</b>		
Menor de 20 años	0	0
De 20 a 40 años	27	58.6
De 41 a 60 años	19	41.3
Mayor de 61 años	0	0
<b>Sexo</b>		
Femenina	24	52.1
Masculino	22	47.8
<b>Área de trabajo</b>		
Departamento de radiología	24	52.1
Sala de operaciones	22	47.8
<b>Escolaridad</b>		
Técnico	21	45.6
Universitario	25	54.3
<b>Años de laborar en la unidad</b>		
Menor de 2 años	12	26.0
De 2 a 4 años	10	21.7
Mayor de 4 años	24	52.1

**Fuente: Encuesta n= 46**

**Gráfico 1: Principales características sociodemográficas y laborales del personal de salud que labora en el departamento de Radiología y sala de operaciones del hospital Escuela Roberto Calderón Gutiérrez de la ciudad de Managua, de octubre a diciembre 2020.**



Fuente: Encuesta n=46

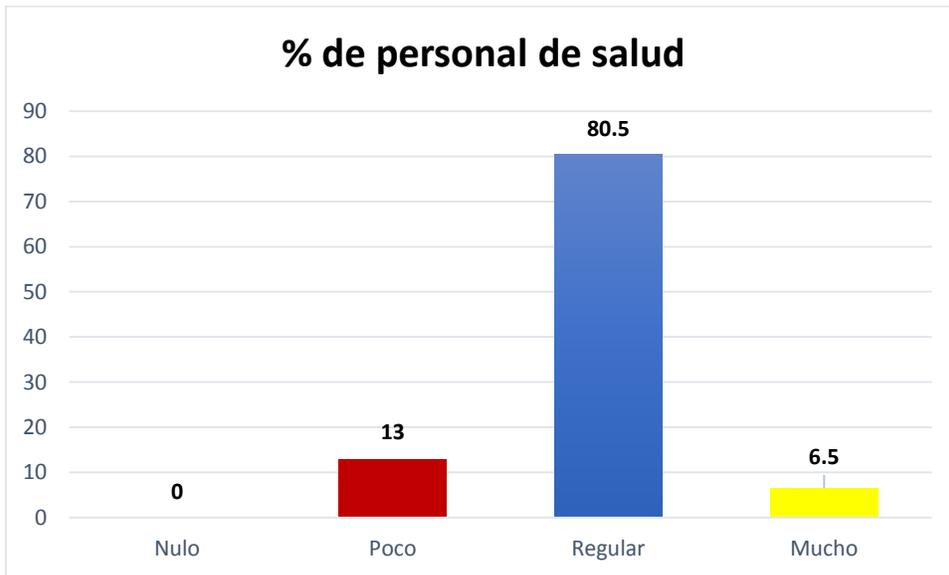
**Tabla 2: Conocimientos sobre “Protección radiológica” en el personal de salud que labora en el departamento de radiología y sala de operaciones del Hospital Escuela Roberto Calderón Gutiérrez de la ciudad de Managua, de octubre a diciembre 2020.**

Nivel de Conocimiento sobre normas de protección radiológica	Frecuencia	Porcentaje
Principios de protección radiológica	35	76.0
Medidas de protección contra la irradiación por fuentes externas	40	86.9
Distancia como mínimo entre el técnico y el cabezal de rayos X	23	50
Técnica cuando el Paciente es incapaz de sostener la “película radiográfica” con sus dedos.	25	54.3

Elementos necesarios para el operador en la práctica radiológica.	34	73.9
Equipos de protección radiológica que conoce para el paciente.	36	78.2
Uso del posicionador de radiografías	34	73.9
El que hacer posterior el uso del posicionador de radiografías.	24	52.1
Uso de la mascarilla del operador, paciente, o trabajador de salud	30	65.2
Necesidad de desinfectar el equipo radiográfico	23	50
Con relación a la desinfección de equipos radiográficos	32	69.5
Sobre el líquido de fijado radiográfico	35	76
Sobre el uso del líquido de revelado radiográfico:	30	65.2
Sobre Radiografías y sus envolturas	31	67.3
La limitación de dosis que usted debe tener al año.	12	26.0

**Fuente: Encuesta n= 46**

**Gráfico 2: Nivel de conocimientos sobre “Protección radiológica” en el personal de salud que labora en el departamento de radiología y sala de operaciones del Hospital Escuela Roberto Calderón Gutiérrez de la ciudad de Managua, de octubre a diciembre 2020.**



**Fuente: Encuesta n=46**

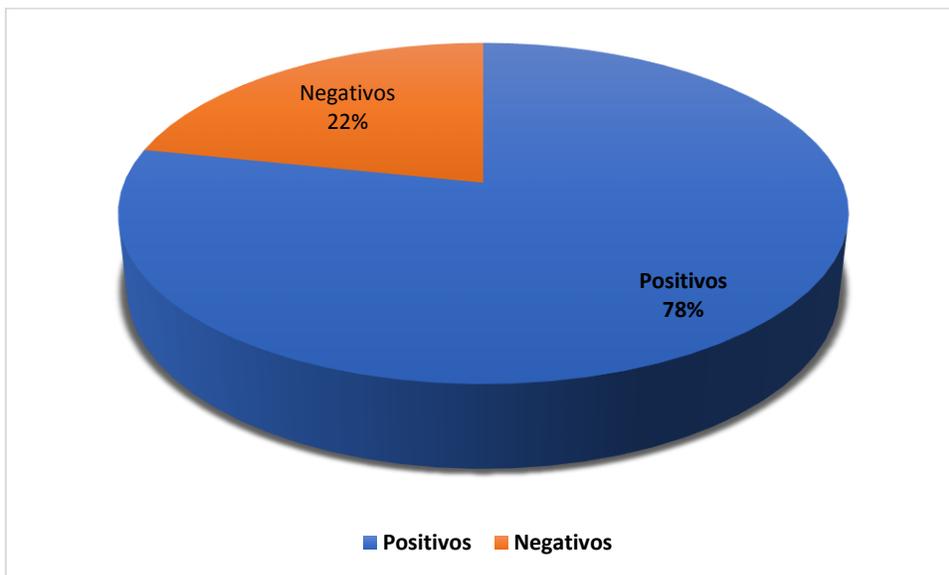
**Tabla 3: Actitudes sobre “Protección radiológica” en el personal de salud que labora en el departamento de radiología y sala de operaciones del Hospital Escuela Roberto Calderón de la ciudad de Managua, de octubre a diciembre 2020.**

Nivel de actitudes sobre el cumplimiento de normas y protección Radiológica	Frecuencia	Porcentaje
Discute sobre la indicación de la toma de radiografías.	34	73.9

Comenta acerca de los riesgos una mala protección	34	73.9
Prescribe radiografías a pacientes con riesgos	6	13
Evita que el paciente se exponga a radiactividad innecesariamente	23	50
Pregunta sobre la calibración de los aparatos radiológicos	34	73.9
Promueve la protección de los órganos	12	26.0
Busca información actualizada sobre protección radiológica.	14	30.0

**Fuente: Encuesta n=4**

**Gráfico 3: Actitudes sobre “Protección radiológica” en el personal de salud que labora en el departamento de radiología y sala de operaciones del Hospital Escuela Roberto Calderón de la ciudad de Managua, de octubre a diciembre 2020.**



Fuente: Encuesta n=46

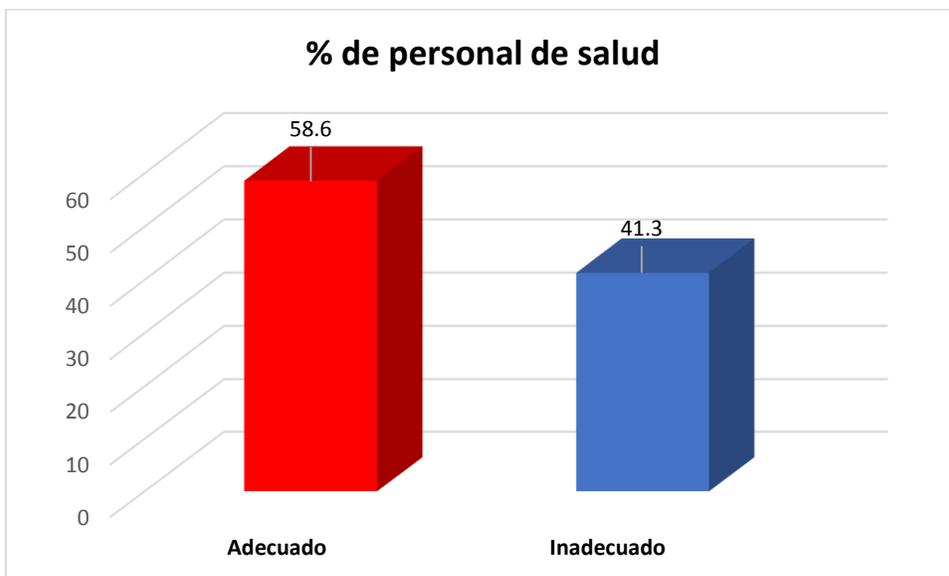
**Tabla 5: Prácticas sobre “Protección radiológica” en el personal de salud que labora en el departamento de radiología y sala de operaciones del Hospital Escuela Roberto Calderón de la ciudad de Managua, de octubre a diciembre 2020.**

Nivel de prácticas sobre el cumplimiento de normas de protección radiológica.	Frecuencia	Porcentaje
Utiliza medio de blindaje para protegerse	44	95.6
Ayuda al paciente a realizarse el examen radiológico	40	86.9
Realiza cambios de vestimenta	10	21.7
Respeto las zonas de seguridad	10	21.7

Participa en el monitoreo de medidas de protección.	34	73.9
Se mantiene poco tiempo en el área radiológica.	34	73.9
Utiliza el dosímetro para controlar la cantidad de radiación expuesta.	20	43.4

Fuente: Encuesta n=46

**Gráfico 4: Prácticas sobre “Protección radiológica” en el personal de salud que labora en el departamento de radiología y sala de operaciones del Hospital Escuela Roberto Calderón de la ciudad de Managua, de octubre a diciembre 2020.**



Fuente: Encuesta n=46

**Instrumento:**

**“Encuesta de conocimientos, actitudes y prácticas de la protección radiológica en el personal de salud que labora en el departamento de radiología y sala de operaciones del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez en la ciudad de Managua, de octubre a diciembre 2020”.**

**Edad:** \_\_\_\_\_ años      **Sexo:** M ( ) F ( )

**Servicio:** Radiología \_\_\_\_\_ sala de operaciones \_\_\_\_\_

**Nivel escolar:**

Técnico \_\_\_\_\_

universitario \_\_\_\_\_

**Cargo:** \_\_\_\_\_

**Años de laborar:** \_\_\_\_\_

**Parte I: Nivel de conocimiento sobre normas de protección radiológica.**

**Instrucciones:**

**Responda los ítems sobre lo que recuerda de los conocimientos teóricos recibidos.**

**En caso haya duda consulte con la persona encargada de la encuesta.**

**1. Los principios de protección radiológica son:**

- a) Optimización, justificación, universalidad.
- b) Limitación de dosis, justificación, universalidad.
- c) Limitación de dosis, optimización, justificación.
- d) Optimización, limitación de dosis, universalidad.

**2. Las medidas de protección contra la irradiación por fuentes externas son:**

- a) Distancia, blindaje, justificación.
- b) Distancia, tiempo, blindaje.
- c) Distancia, tiempo, justificación
- d) Universalidad, optimización, distancia.

**3. La distancia como mínimo que debe ubicarse el técnico u operador con respecto al cabezal de rayos X es de:**

- a) 1m
- b) 2m
- c) 3m
- d) 4m

**4. Si un paciente es incapaz de sostener con sus dedos la película radiográfica o pantalla donde queda impregnada la imagen, se debe:**

- a) Hacer que un acompañante lo sostenga durante el disparo.
- b) Usar equipos de fijación como posicionadores radiográficos.
- c) Sostener la película del paciente con nuestras manos.
- d) A y B

**5. El elemento o los elementos que es o son necesarios para el operador en la práctica radiológica son:**

- a) Delantal, mascarilla, gorro, lentes protectores.
- b) Mascarilla, gorro, guantes, lentes protectores, mandil de plomo
- c) Dosímetro
- d) Todas son correctas.

**6. ¿Qué equipos de protección radiológica conoce para el paciente?**

- a) Sólo mandil de plomo.
- b) Mandil de plomo con protector de tiroides.
- c) Escudo submandibular.
- d) solo B y C son correctas.

**7. El posicionador de radiografías es:**

- a) Es un equipo de protección personal de metal.
- b) Dispositivos de metal para evitar la distorsión de la radiografía.
- c) Evita la irradiación de zonas innecesarias como dedos del paciente.
- d) Dispositivo de plástico para evitar la distorsión de la radiografía e irradiación de zonas innecesarias.

**8. Luego de utilizar el posicionador de radiografías se debe:**

- a) Dejarlo secar por unos minutos.

- b) Secar los restos de saliva y guardarlos en un lugar limpio y seco.
- c) Lavar el instrumento con agua y jabón.
- d) Esterilizar a calor húmedo, o desinfectar el instrumento con hipoclorito o alcohol.

**9. Sobre la mascarilla del operador o en el paciente, o trabajador de salud:**

- a) La mascarilla solo necesita cubrir la boca del operador.
- b) La mascarilla debe cubrir la nariz y boca del operador.
- c) La mascarilla debe cubrir la nariz y boca del operador y carecer de costura central.
- d) La mascarilla solo es necesaria en caso de pacientes con enfermedades infecto contagiosas.

**10. ¿Es necesario desinfectar el equipo radiográfico?**

- a) No, sólo en caso de contaminarse con fluidos sanguíneos.
- b) Sí, sólo al finalizar la jornada de trabajo.
- c) Sí, antes y después de la atención de cada paciente.
- d) Sí, antes de la jornada de trabajo.

**11. Con relación a la desinfección de equipos radiográficos:**

- a) Se desinfecta con hipoclorito al 0,1%
- b) Se desinfecta con alcohol al 70%.
- c) Puede desinfectarse con hipoclorito de sodio al 0,1% o alcohol al 70%.
- d) Es necesario desinfectar el equipo con glutaraldehído al 2 %.

**12. Sobre el líquido de fijado radiográfico:**

- a) El fijador es más biocompatible que el revelador radiográfico, puede desecharse por el desagüe sin problemas.
- b) El fijador radiográfico es tóxico.
- c) Debe eliminarse en tarros de plástico de paredes gruesas rotuladas adecuadamente.
- d) B y C

**13. Sobre el líquido de revelado radiográfico:**

- a) El revelador es más biocompatible y puede ser eliminado por el desagüe.
- b) El revelador y fijador no pueden eliminarse por el desagüe.

c) El revelador y fijador radiográfico usado no deben juntarse en un mismo recipiente para su eliminación.

d) A y C

**14. Sobre las radiografías y sus envolturas:**

a) Las radiografías reveladas pueden descartarse directamente al tacho de basura.

b) Las radiografías contienen cristales de plata contaminantes del medio ambiente.

c) Sólo las láminas de plomo de su envoltura contaminan el medio ambiente.

d) Las radiografías y las láminas de plomo de su envoltura contaminan el medio ambiente.

**15. La limitación de dosis que usted debe tener al año es:**

a) Un trabajador expuesto 50 mSv al año

b) Un trabajador expuesto 100 MSv en 5 años

c) Personas en formación y estudiantes 6 msV al año

d) Público en general 1 mSv al año

e) Todos son ciertas

**Parte II: Nivel de Actitudes sobre el cumplimiento normas de protección radiológica.**

1.- Discute con su compañero u otro trabajador la indicación de la toma de la radiografía en un paciente. Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_ No aplica\_\_\_\_\_

2.- Conversa con el paciente acerca de los riesgos que una mala protección radiológica puede contraer. Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_ No aplica\_\_\_\_\_

3.- Prescribe la realización de una radiografía, sabiendo que hay estudios con medicina basada en evidencia que lo recomiendan. Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_ No aplica\_\_\_\_\_

4.- Observa a un trabajador de la salud que se expone a radiactividad y no lo evita de ese riesgo. Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_ No aplica\_\_\_\_\_

5.- Pregunta a los responsables técnicos si los aparatos radiológicos están calibrados y en óptimas condiciones. Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_ No aplica\_\_\_\_\_

6.- Promueve la protección de los órganos del cuerpo más sensibles a la radiactividad. Profesional. Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_ No aplica\_\_\_\_

7.- Recibe o busca información actualizada, que mejora su rendimiento laboral y profesional relacionada con la protección radiológica. Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_ No aplica\_\_\_\_

**Parte III: Nivel de Prácticas sobre el cumplimiento normas de protección radiológica.**

1.- Utiliza medio de blindaje para protegerse de los rayos X en el cuerpo. Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_ No aplica\_\_\_\_

2.- Ayuda al paciente a realizarse el examen radiológico sin dificultad, recordando que debe protegerse de la radiactividad. Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_ No aplica\_\_\_\_

3.- Realiza cambios de vestimenta o lavado de manos posterior al haber visitado el área de radiología. Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_ No aplica\_\_\_\_

4.- Respeta las zonas de seguridad según las zonas con sus respectivas señalizaciones protectoras. Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_ No aplica\_\_\_\_

5.- Explica a los pacientes los riesgos que la exposición a los rayos X conlleva. Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_ No aplica\_\_\_\_

5.- Participa en el manejo en el control y monitoreo de las medidas de protección radiológica en el hospital. Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_ No aplica\_\_\_\_

6.- Se mantiene poco tiempo en el área radiológica de la unidad hospitalaria. Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_ No aplica\_\_\_\_

7.- Utiliza el dosímetro para controlar la cantidad de radiación expuesta. Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_ No aplica\_\_\_\_

## **Puntuación del CAP.**

### **Evaluación Conocimientos (% de respuestas adecuadas)**

- Nulo: 0% de respuesta.
- Poco: menor del 40 % de las respuestas.
- Regular: entre el 40 al 80 % de las respuestas.
- Mucho: mayor del 80 % de las respuestas.

### **Evaluación de las Actitudes (% de respuestas adecuadas)**

- Positivo: Mayor o igual al 60% de las respuestas
- Negativo: Menor del 60% de las respuestas

### **Evaluación de las Prácticas (% de respuestas adecuadas)**

- Adecuada: Mayor o igual al 60% de las respuestas
- Inadecuada: Menor del 60% de las respuestas

## **CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPANTES DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación titulada “Conocimientos, actitudes y prácticas de la protección radiológica en el personal de salud que labora en el departamento de radiología y sala de operaciones del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez de la ciudad de Managua, de octubre a diciembre 2020”, será desarrollada por el Dr. Félix Harenthon Ramos Arias, Residente del tercer año de la especialidad Radiología en el Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez. El objetivo del estudio es medir el nivel de conocimiento y la actitud hacia la aplicación de normas de protección radiológica. Luego, con esta investigación se pretende mejorar la atención de los pacientes y la protección de los trabajadores de la salud y equipo de trabajo. En caso de acceder a participar en este estudio, se le pedirá responder un cuestionario de preguntas objetivas.

El cuestionario tomará 20 minutos aproximadamente. La participación en este estudio es voluntaria. La información que se recolecta será confidencial y anónima. Además, no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Una vez realizado el estudio, los cuestionarios se destruirán. Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas durante su desarrollo. Desde ya le agradezco su participación.

Acepto participar voluntariamente en esta investigación, ya he sido informado (a) sobre el objetivo del estudio. Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento.

Fecha:

## GLOSARIO

- **ACTIVIDAD RADIATIVA:** Frecuencia con la que tienen lugar cambios, transformaciones o desintegraciones en el núcleo atómico. La actividad se expresa en becquerelios (Bq). Un becquerelio, representa una desintegración en un segundo. La antigua unidad era el Curio.
- **ACELERADOR:** Equipo de uso clínico o industrial, que tiene capacidad para emitir fotones y electrones de varios MeV
- **ACTIVIDAD ESPECÍFICA:** Es la actividad radiactiva en cada unidad de masa o en cada unidad de volumen. Su unidad es el Bq/gr o el Bq/ml
- **ADN:** Acido desoxiribonucleico. Macromolécula esencial del material genético. Es la base de la herencia biológica.
- **ÁTOMO:** Es la más pequeña porción de un elemento que presenta las propiedades químicas del mismo. Consiste en un núcleo de carga positiva, rodeado de electrones de carga negativa.
- **BECQUERELIO ( Bq):** Es la unidad de actividad radiactiva, representa una desintegración en un segundo.
- **BLINDAJE:** Material que se utiliza para que absorba una determinada radiación. Cuando se desea atenuar radiación gamma o rayos X, se suele utilizar hormigón normal, hormigón baritado, plomo, etc. Cuando se desea atenuar emisiones beta, se suelen utilizar sustancias como el metacrilato.
- **CÁMARA DE IONIZACIÓN:** Equipo que se utiliza para detectar y medir la radiación y cuyo fundamento físico consiste en la ionización que la radiación produce en un gas.
- **CÉLULA:** Unidad funcional más pequeña capaz de existir de forma independiente. Está formada por núcleo y citoplasma, ambos separados por la membrana nuclear. El citoplasma está separado del medio en el cual se encuentra la célula por otra membrana llamada membrana celular.
- **CITOPLASMA:** Comprende la parte de la célula contenida entre la membrana celular y el núcleo de la misma. El citoplasma es el lugar donde se realizan todas las funciones metabólicas de la célula.

- **CONTAMINACIÓN RADIATIVA:** Presencia indeseada de uno o más radionucleidos en el ser humano (contaminación personal) o en el entorno que le rodea (contaminación ambiental). Para que se produzca una contaminación radiactiva los radionucleidos han de estar como fuentes abiertas (no encapsulados).
- **CROMOSOMAS:** Componentes celulares contenidos en el núcleo de la célula, portadores de genes (unidades de material genético). Son los responsables de transmitir la información hereditaria que contiene la célula y también dirigen la actividad del Citoplasma de la misma.
- **CURIO:** Unidad obsoleta de actividad radiactiva, equivale a  $3,7 \times 10^{10}$  Bq.
- Esta cantidad se llama Giga Bq.
- **DESCONTAMINACIÓN:** Proceso mediante el cual se elimina toda o parte de la contaminación radiactiva.
- **DESINTEGRACIÓN:** Transformación nuclear o cambio radiactivo, mediante el cual el núcleo de los átomos radiactivos emite partículas o radiación  $\gamma$ .
- **DOSÍMETRO:** Sistema que mide la dosis de radiación.
- **DOSÍMETRO DE TERMOLUMINISCENCIA:** dosímetro formado por una sustancia que, al ser irradiada, retiene la energía depositada por la radiación y la emite en forma de luz al ser calentada en el proceso de lectura del dosímetro. La luz emitida es proporcional a la energía absorbida por el dosímetro.
- **DOSIS:** Terminio genérico utilizado para designar distintos tipos de dosis.
- **DOSIS ABSORBIDA:** Energía absorbida por unidad de masa.
- **DOSIS EQUIVALENTE:** Dosis absorbida en órgano o tejido, ponderada según el tipo y calidad de la radiación.
- **DOSIS EFECTIVA:** Suma de las dosis equivalentes ponderadas en los tejidos y órganos del cuerpo.
- **DOSIS INTERNA:** Dosis de radiación recibida como consecuencia de los radionucleidos depositados en el organismo humano.
- **EFFECTOS DETERMINISTAS:** También llamados no estocásticos y que se caracterizan por tener umbral a la hora de su aparición. La gravedad de este

efecto depende de la dosis. Ejemplos de estos efectos es las cataratas radioinducidas, caída del cabello, esterilidad etc.

- **EFFECTOS ESTOCÁSTICOS:** También llamados probabilísticos. Estos efectos no tienen umbral y la probabilidad de su aparición aumenta con la dosis. Son siempre graves y ejemplos de ellos son la inducción del cáncer y los efectos genéticos.
- **EFFECTOS GENÉTICOS:** Los que afectan a la salud de los descendientes de la persona irradiada. Son mutaciones producidas en los genes y que originan malformaciones de cualquier tipo.
- **EFFECTOS SOMÁTICOS:** Son aquellos que afectan a la salud de la persona irradiada, ejemplo de ellos es el cáncer radioinducido.
- **ELECTRÓN:** Partícula constituyente de la corteza atómica. Tiene carácter negativo y su masa es muy pequeña comparada con la masa del protón.
- **ELEMENTO:** Sustancia en la cual los átomos que la forman tienen todo el mismo número atómico ejemplo el oxígeno, el hidrógeno, etc.
- **EQUIPO DE RAYOS X:** Equipo utilizado en el área sanitaria, y que se basa en la utilización de haces de fotones tanto para el diagnóstico como para terapia. La energía de los fotones utilizados en este caso es de una magnitud cercana al keV
- **EXPOSICIÓN:** Acción y efecto de someter a las personas a las radiaciones ionizantes.
- **FACTOR DE PONDERACIÓN TISULAR:** Factor utilizado para calcular la dosis efectiva y que tiene en cuenta la distinta sensibilidad de los distintos órganos o tejidos a las radiaciones ionizantes.
- **FOTÓN:** Paquete de energía asociado a las distintas ondas electromagnéticas. Los rayos X y la radiación gamma están formados por haces de fotones y su mayor o menor capacidad de penetrar en el medio, depende de la energía del fotón asociado a ambos.
- **FUENTES RADIATIVAS:** Son fuentes con capacidad para producir radiaciones ionizantes.
- **GENÉTICO:** Lo relativo a la herencia biológica.

- **GÓNADAS:** Órganos que producen las células sexuales reproductoras (ovarios y testículos)
- **GRAY:** Unidad de dosis absorbida; equivale a 1 j/Kg
- **ICRP:** Comisión Internacional de Energía Atómica
- **IONIZACIÓN:** Fenómeno que ocurre cuando un átomo neutro, o una molécula, adquiere o pierde una carga eléctrica, convirtiéndose en unión positivo o negativo (catión o anión respectivamente).
- **IRPA:** Asociación Internacional de Protección Radiológica.
- **IRRADIACIÓN:** Exposición a la radiación.
- **ISÓTOPOS:** Átomos del mismo elemento que tienen el mismo número de protones en su núcleo, pero difieren en el número de neutrones.
- **LÍMITE DE DOSIS:** Valor de la dosis efectiva o de la dosis equivalente que no deberá de ser rebasada, causada a los individuos por prácticas controladas. Los límites de dosis están basados en recomendaciones hechas por la ICRP y se recogen en el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes. MeV Mega electrón voltio. Unidad de energía equivalente a 1 millón de electrón voltios.
- **MOLÉCULA:** Partícula formada por átomos que constituye la cantidad más pequeña de un compuesto que puede existir independiente-mente y que presenta todas las propiedades químicas del mismo.
- **MUTACIÓN:** Cambio o alteración en material genético.
- **NEUTRON:** Partícula sin carga eléctrica que se combina con los protones para formar el núcleo de un átomo.
- **NÚCLEO:** Parte central de un átomo, de carga positiva y constituida por protones y neutrones.
- **NÚMERO ATÓMICO (Z):** Número de protones en el núcleo de un átomo. Es característico de cada elemento
- **PARTÍCULA ALFA:** Partícula cargada positivamente y que consta de 2 protones y 2 neutrones. Las partículas alfa son emitidas por elementos pesados; tienen bajo poder de penetración y ceden su energía cerca de la fuente.

- **PARTÍCULA BETA:** Electrones con poder de penetración mayor que el de las partículas alfa por ser más ligeras que estas. Pueden tener carga positivas o negativas.
- **PENETRACIÓN:** Distancia máxima recorrida por una partícula alfa o beta antes de perder energía y ser absorbida.
- **PERIODO DE SEMIDESINTEGRACIÓN:** Intervalo de tiempo que ha de transcurrir para que el número de átomos de un radionucleido se reduzca a la mitad, o lo que es lo mismo, su actividad se reduzca a la mitad.
- **PRÁCTICA:** Actividad humana que puede aumentar la exposición de las personas a la radiación procedente de una fuente artificial, o de una fuente natural cuando los radionucleidos naturales son procesados por sus propiedades radiactivas, fisionables o fértiles, excepto en el caso de exposición de emergencia
- **PROTÓN:** Partícula de carga positiva que junto con los neutrones forma el núcleo de un átomo.
- **RADIACIÓN:** Emisión de energía o de partículas desde una fuente.
- **RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA:** Radiación que transmite energía y que consiste en ondas eléctricas y magnéticas que se desplazan a la velocidad de la luz.
- **RADIACIÓN IONIZANTE:** Transferencia de energía en forma de partículas u ondas electromagnéticas con longitud de onda igual o menor a 100 nanómetros o frecuencia igual o mayor a  $3 \times 10^8$  Hz, capaces de producir iones directa o indirectamente.
- **RADIOACTIVIDAD:** Fenómeno natural por el cual determinados elementos con núcleos inestables tienden, a lo largo del tiempo y con mayor o menor rapidez, a transformarse en núcleos estables mediante la emisión espontánea de algunas de las partículas que los constituyen.
- **RADIONUCLEIDO:** Átomo de núcleo inestable que se desintegra espontáneamente emitiendo partículas (alfa o beta) o radiación gamma, o ambas.
- **RADIONUCLEIDOS ARTIFICIALES:** Son los que se originan a partir de

- reacciones nucleares provocadas por el hombre.
- **RADIONUCLEIDOS NATURALES:** Son aquellos que forman parte de la tierra desde el origen de la misma. Además del Potasio-40 y del Rubidio-87, están los integrantes de las tres grandes cadenas de desintegración (Uranio-235, Uranio-238 y Torio-230). Los dos primeros radionucleidos y los cabezas de las tres series tienen un periodo de semidesintegración bastante elevado, comparable a la edad de la tierra.
- **RADIONUCLEIDOS COSMOGÉNICOS:** Son los que se originan debido a reacciones nucleares producidas por la interacción de los rayos cósmicos con la atmósfera, la hidrosfera y la litosfera.
- **RADIOTERAPIA:** Tratamiento de células y tejidos tumorales mediante la aplicación de radiaciones ionizantes.
- **RAYOS CÓSMICOS:** Radiación ionizante procedente del sol y del espacio exterior.
- **RAYOS GAMA:** Radiación electromagnética de muy baja longitud de onda, emitida por un núcleo inestable. Su poder de penetración es importante y directamente proporcional a su energía asociada.
- **RAYOS X:** Radiación de naturaleza electromagnética que procede de la corteza atómica. Se producen en dispositivos especialmente diseñados cuando un haz de electrones acelerados por un potencial eléctrico, choca contra una placa metálica. El poder de penetración de los Rayos X depende de la energía suministrada a los electrones por el potencial de aceleración.