

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**EXPOSICIÓN A RADIACIÓN IONIZANTE
EN EL PERSONAL MÉDICO DEL
DEPARTAMENTO DE ANESTESIOLOGÍA**

ANA JOSÉ IZAGUIRRE BECKLEY

Tesis

**Presentada ante las autoridades de la
Escuela de Estudios de Postgrado de la
Facultad de Ciencias Médicas
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología
Para obtener el grado de
Maestra en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología**

Enero 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

HACE CONSTAR QUE:

El (la) Doctor(a): Ana José Izaguirre Beckley

Registro Académico No.: 200610085

Ha presentado, para su EXAMEN PÚBLICO DE TESIS, previo a otorgar el grado de Maestro(a) en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología, el trabajo de TESIS EXPOSICIÓN A RADIACIÓN IONIZANTE EN EL PERSONAL MÉDICO DEL DEPARTAMENTO DE ANESTESIOLOGÍA

Que fue asesorado: Dra. Alicia Lucrecia Pérez Ramírez

Y revisado por: Dr. Eddy René Rodríguez González MSc.

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para enero 2018

Guatemala, 15 de noviembre de 2017



Dr. Carlos Humberto Vargas Reyes MSc.

Director

Escuela de Estudios de Postgrado

Dr. Luis Alfredo Ruiz Cruz MSc

Coordinador General

Programa de Maestrías y Especialidades



/mdvs

Ciudad de Guatemala, 26 de mayo de 2017

Doctora

GLADIS JULIETA GORDILLO CABRERA

Docente Responsable

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología

Hospital Roosevelt

Presente

Respetable Dra. Gordillo:

Por este medio informo que he asesorado a fondo el informe final de graduación que presenta la Doctora **ANA JOSE IZAGUIRRE BECKLEY** Carné **200610085**, de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología, el cual se titula "**EXPOSICION A RADIACION IONIZANTE EN EL PERSONAL MÉDICO DEL DEPARTAMENTO DE ANESTESIOLOGÍA, HOSPITAL ROOSEVELT**".

Luego de asesorar, hago constar que la **Dra. Izaguirre Beckley**, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el dictamen positivo sobre dicho trabajo y confirmo está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,

Dra. Alicia Lucrecia Pérez R.
Anestesiología
Col. 10017

Dra. Alicia Lucrecia Pérez Ramírez
Asesora de Tesis

Ciudad de Guatemala, 26 de mayo de 2017

Doctora

GLADIS JULIETA GORDILLO CABRERA

Docente Responsable

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología

Hospital Roosevelt

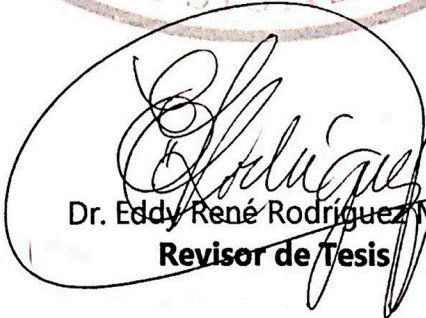
Presente.

Respetable Dra. Gordillo:

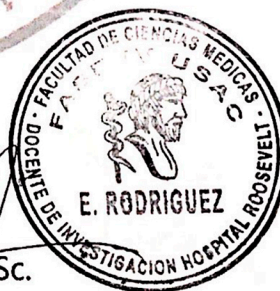
Por este medio informo que he revisado a fondo el informe final de graduación que presenta la Doctora **ANA JOSE IZAGUIRRE BECKLEY Carné 200610085**, de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología, el cual se titula **"EXPOSICION A RADIACION IONIZANTE EN EL PERSONAL MÉDICO DEL DEPARTAMENTO DE ANESTESIOLOGÍA, HOSPITAL ROOSEVELT"**.

Luego de la revisión, hago constar que la **Dra. Izaguirre Beckley**, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el dictamen positivo sobre dicho trabajo y confirmo que está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,

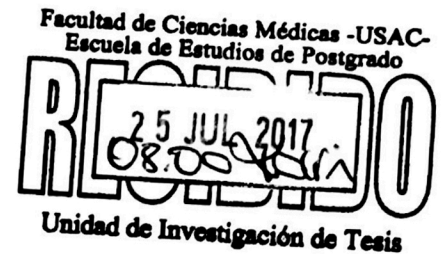

Dr. Eddy René Rodríguez MSc.

Revisor de Tesis



A: Dra. Gladis Julieta Gordillo Cabrera, MSc.
Docente responsable de investigación.
Maestría en Ciencias Anestesiología.

De: Dr. Mynor Ivan Gudiel Morales
Unidad de Tesis Escuela de Estudios de Post-grado



Fecha de recepción del trabajo para revisión: 4 de Julio 2017

Fecha de dictamen: 25 de Julio de 2017

Asunto: Revisión de Informe final de:

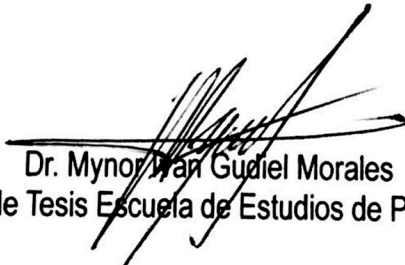
ANA JOSE IZAGUIRRE BECKLEY

Título:

EXPOSICION A RADIACION IONIZANTE EN EL PERSONAL MEDICO DEL DEPARTAMENTO
DE ANESTESIOLOGIA HOSPITAL ROOSEVELTH

Sugerencias de la revisión:

- Omitir la sede del estudio en el título.
- Describa en el apartado de procesamiento y análisis de datos los estimadores, sus intervalos de confianza y las medidas de significancia estadísticas que utilizara.
- Solicitar examen privado al realizar sugerencias..


Dr. Mynor Ivan Gudiel Morales
Unidad de Tesis Escuela de Estudios de Post-grado



ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1-2
II.	ANTECEDENTES	3-16
III.	OBJETIVOS	17
IV.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	18-24
V.	RESULTADOS	25-36
VI.	DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	37-41
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42-45
VIII.	ANEXOS	46

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	26
Tabla 2	27
Tabla 3	28
Tabla 4	29
Tabla 5	30
Tabla 6	31
Tabla 7	32
Tabla 8	33
Tabla 9	34
Tabla 10	35
Tabla 11	36

ÍNDICE GRÁFICAS

Gráfica 1	26
Gráfica 2	27
Gráfica 3	28
Gráfica 4	29
Gráfica 5	34
Gráfica 6	35

RESUMEN

Se define como radiación ionizante a la radiación que al interactuar con la materia produce partículas con carga eléctrica llamada "iones".

A partir del año 1895, fueron descubiertos los rayos x, a partir de este momento se sentaron las bases de la radiología y sus diversos usos como método de apoyo diagnóstico. Sin embargo desde su descubrimiento el estudio de los efectos biológicos de la radiación ionizante ha recibido una especial atención, puesto que cada vez más es su uso en el campo de la medicina. **Objetivos:** a. establecer el nivel de exposición a radiación ionizante en personal médico de anestesiología en sala de operaciones de adultos. B. identificar el tipo de procedimiento que representa mayor exposición a radiación ionizante. C. medir el tiempo de exposición a radiación ionizante. D. enumerar las manifestaciones clínicas más comunes a exposición. E. evaluar la condición del equipo de protección radiológica personal. **Metodología:** Estudio transversal. La valoración de la exposición se realizó mediante dosimetría. Se tomó la población completa de residentes del departamento de anestesiología que rotaron por quirófanos 1, 5 y 6 durante los meses de junio a diciembre de 2015. **Resultados:** Respecto al nivel de exposición de radiación ionizante en los diferentes quirófanos, se pudo observar que el quirófano No. 5 fue el que mayor exposición obtuvo siendo un total de 1.2 mSv, comparándose con niveles de radiación, lo que equivale entre 50 a 75 radiografías de tórax, lo que equivale a un rango de 5 a 8 meses de radiación natural. En el quirófano No. 1 se encontró 1,19 mSv con lo cual podemos observar que se encuentra en el mismo rango que la radiación del quirófano No. 5. En el quirófano No. 6 se pudo encontrar un nivel de exposición de 1.05, con lo que se pudo comparar a 50 radiografías de tórax con lo que se tiene un periodo equivalente de radiación natural de 5 meses. **Conclusiones:** Los niveles de radiación ionizante a los cuales se encuentran expuestos equivalen a un rango de 5 a 8 meses de radiación natural.

Palabras clave: exposición a radiación ionizante, dosimetría, anestesiología.

I. INTRODUCCIÓN

La radiación ionizante es aquella que al interactuar con la materia produce partículas con carga eléctrica llamada iones. Este tipo de radiación siempre tiene un origen atómico, puede ser de naturaleza electromagnética como los rayos X, los rayos gamma ó pueden ser de naturaleza corpuscular. (1) Se define radiación según la Real Academia Española como: la acción de exponer personas u objetos a efectos de otros agentes. (2) Se entiende como exposición a radiación ionizante al momento en que una persona se encuentra en contacto directo con este tipo de radiación. Existen diversos tipos de exposición a radiación en los que podemos mencionar: exposición interna e irradiación externa (como la exposición médica a los rayos X). (3)

Se puede producir daño biológico en un individuo que recibe la radiación ionizante o en generaciones posteriores y según las dosis que reciba los efectos pueden presentarse de manera inmediata o con largos tiempos de latencia. (4)

A partir del año 1895, año en el que fueron descubiertos los rayos x, la radiación ha hecho hincapié en la medicina, puesto que a partir de este momento se sentaron las bases de la radiología y sus diversos usos como método de apoyo diagnóstico. (5) Sin embargo desde su descubrimiento el estudio de los efectos biológicos de la radiación ionizante ha recibido una especial atención, puesto que cada vez mas es su uso en el campo de la medicina. (6)

Esta investigación se realizó con el interés de conocer los niveles de radiación ionizante a los cuales está expuesto el personal del departamento de anestesiología, en el año 2003 se publicó en Radiation Safety Journal un artículo nombrado "Cancer risks from medical radiation", en donde se estudió la exposición a dosis medias de radiación ionizante como parte de tratamiento de radioterapia, obteniendo resultados donde se evidencian que a dosis de 3 mSv se puede dar tratamiento a algunos tipos de cáncer, sin embargo la exposición a estas mismas dosis pueden predisponer a otros tipos de cáncer. (7)

Es posible encontrar alteraciones de ADN a dosis bajas de radiación ionizante (8) y actualmente la radiación ionizante es muy utilizada como método diagnóstico por diferentes ramas de la medicina. (9). Por lo cual es importante conocer las dosis de exposición, los efectos sobre la salud y la integridad, sabiendo que el daño generado por

la radiación ionizante se instaura a nivel celular, sobre todo los mecanismos de reparación, señalización celular y sobre todo en el ADN. (10)

El presente estudio es un estudio transversal, en el cual se tomo el total de la población de personal médico del departamento de Anestesiología que se encontró expuesto a radiación ionizante en sala de operaciones de adultos del Hospital Roosevelt. Se tomó como criterios de inclusión a residentes de anestesiología quienes estuvieron expuestos a radiación ionizante durante procedimientos quirúrgicos realizados en los Quirófanos 1, 5 y 6 de sala de operaciones de adultos del Hospital Roosevelt. Los objetivos por los cuales se realizo esta investigación fueron establecer el nivel de exposición a radiación ionizante en personal médico del departamento de Anestesiología en el servicio de Sala de Operaciones de Adultos del Hospital Roosevelt, durante los meses de junio a diciembre del año 2015, identificar el tipo de procedimiento que representa mayor exposición a radiación ionizante para el personal médico y enumerar las manifestaciones clínicas más comunes a exposición.

Se determinaron los niveles de radiación ionizante en los quirófanos 1, 5 y 6 de sala de operaciones de adultos del Hospital Roosevelt durante los meses de Junio a Diciembre del año 2015, se evidenció que los residentes que rotan por estos quirófanos se encuentran expuestos a radiación ionizante. En el quirófano No. 1 se tuvo un acumulado de 1.19 mSv, el quirófano No. 5 presento 1.2 mSv y el quirófano No. 6 presentó 1.05 mSv. Lo cual significa que dentro de la clasificación de personal que se encuentra expuesto a radiación ionizante se encuentran entre trabajadores expuestos categoría B, quienes es muy poco probable que reciban dosis efectivas superiores a 6 mSv por año oficial. Respecto al nivel de exposición de radiación ionizante en los diferentes quirófanos, se pudo observar que el quirófano No. 5 fue el que mayor exposición obtuvo siendo un total de 1.2 mSv, comparándose con niveles de radiación, lo que equivale entre 50 a 75 radiografías de tórax, lo que equivale a un rango de 5 a 8 meses de radiación natural. En el quirófano No. 1 se encontró 1,19 mSv con lo cual podemos observar que se encuentra en el mismo rango que la radiación del quirófano No. 5. En el quirófano No. 6 se pudo encontrar un nivel de exposición de 1.05, con lo que se pudo comparar a 50 radiografías de tórax con lo que se tiene un periodo equivalente de radiación natural de 5 meses.

II. ANTECEDENTES

2.1 HISTORIA DEL DESCUBRIMIENTO DE LOS RAYOS X

Wilhelm Conrad Röntgen fue uno de los físicos más importantes del siglo XIX. Se le conoce por su descubrimiento de los rayos que él llamó rayos x. En 1895 estaba estudiando en su laboratorio de la universidad de Würzburg los fenómenos que acompañan el pasaje de una corriente eléctrica a través de un gas a muy baja presión. Otros antes ya habían trabajado en este tema: J. Plucker, J. W. Hitar, C. F. Valery, E. Goldstein, w. Croles, H. Hertzio y P. Leonard. (6)

Por el trabajo de estos científicos las propiedades de los rayos catódicos (nombre dado por Goldstein a la corriente eléctrica establecida dentro de gases rarificados debido al pasaje de electricidad de muy alta tensión) se habían hecho bien conocidas, y se habían revelado nuevos e interesantes fenómenos relacionados con las descargas eléctricas en el vacío. Estos experimentos habían sugerido a roentgen la probabilidad de que existieran problemas sin resolver derivados de ellos. El trabajo de Röntgen con los rayos catódicos lo llevó, sin embargo, al descubrimiento de un nuevo y diferente tipo de rayos. (6)

Repitiendo los experimentos de Hertz y Lenard con los rayos catódicos, utilizó los aparatos empleados por los investigadores, que comprendían el tubo de Lenard, la pantalla fluorescente y la placa fotográfica. Siguiendo la sugerencia de Lenard, cubrió con una cartulina negra el tubo de Lenard y observó la fluorescencia de los rayos catódicos que pasaban de la ventana del tubo a una pantalla con la habitación completamente a oscuras, la corriente de alta tensión pasó a través del tubo, y vio ponerse fluorescentes a unos cristales de platinocianuro de bario que yacían sobre una mesa a cierta distancia del tubo, esta observación fue hecha la tarde del viernes 8 de noviembre de 1895. (6)

Continúo los experimentos tratando de determinar si el fenómeno había sido causado por los rayos catódicos, colocó la pantalla con los cristales de platinocianuro de bario a mayor distancia del tubo de la que se conocía como poder de penetración de los rayos catódicos, pero la misteriosa fluorescencia persistía. Así, pensó que estaba ante rayos catódicos de gran penetración, o que había encontrado un nuevo tipo de rayos. Luego de ver que estos rayos recorrían largas distancias en el aire, colocó materiales de gran densidad entre el tubo y la pantalla. Primero usó un libro, y observó que la fluorescencia

persistía, pero que la intensidad había disminuido. Luego reemplazó el libro por materiales más pesados, como metales, y observó que la radiación era absorbida en varios grados, siendo el platino y el plomo los únicos materiales que la detenían completamente. (6)

Roentgen reemplazó estos materiales con su propia mano, y observó en la pantalla la sombra densa de los huesos, delineados por las partes blandas. Roentgen era aficionado a la fotografía y ya que las películas fotográficas formaban parte del inventario general de investigación sobre rayos catódicos, no fue demasiado difícil reemplazar la pantalla por una placa fotográfica, con lo que obtuvo un registro permanente de los varios fenómenos visuales. (6)

El 20 de noviembre de 1895 realiza la primera radiografía, que representaba en una película fotográfica las moldeaduras de la puerta de su laboratorio atravesado por los rayos x. El 22 de diciembre del mismo año realiza la famosa radiografía de la mano izquierda de su esposa Bertha. (11) Sin embargo no divulgó ninguna información concerniente a su descubrimiento hasta haber investigado exhaustivamente las muchas nuevas y curiosas propiedades de los nuevos rayos.

En las primeras comunicaciones presentó la mayoría de las propiedades físicas de los rayos x, nombre que él sugirió utilizando el símbolo algebraico de lo desconocido, desarrollado en 17 puntos de manera clara. Los rayos x son invisibles al ojo, no pueden ser concentrados por lentes y viajan en línea recta, pueden pasar a través de muchas sustancias, con distinto grado de absorción; los metales los absorben en distinto grado, y el platino y el plomo completamente. Clasificó varias sustancias de acuerdo a su transparencia. Investigo el problema de la refracción de los rayos. (12) Determino que los cuerpos se comportan frente a los rayos x como los medios turnios lo hacen frente la luz. Considero que los rayos x se mueven a la misma velocidad en todas las sustancias. Comparó luego a los rayos x con los rayos catódicos. Finalmente arriesga la sugerencia que los rayos x son vibraciones longitudinales en el éter, más tarde, Max Von Laue y sus colaboradores mostraron que estos rayos son de la misma naturaleza electromagnética que la luz, difiriendo sólo en su mayor frecuencia de vibración.

Rontgen recibió numerosos honores en 1901 recibió el premio nobel de física (el primero entregado en la historia). (6)(13)

2.2 RAYOS-X. ORIGEN Y FUENTES (14)

Los rayos x es una región del espectro electromagnético cuya longitud de onda (λ) está en el rango de 10 nanómetros a 100 picómetros (10^{-8} a 10^{-11} m) y energías entre 200 y 100000 eV.

Los rayos x, son una forma de radiación ionizante, por lo que puede ser peligrosa. Rayos x con longitud de onda mayor que 0.1 nm se llaman rayos x suaves. A longitudes de onda menores se llaman rayos x duros. Estos rayos x duros se solapan con los rayos γ de baja energía. La distinción entre los dos rayos depende es de la fuente de radiación y no de la longitud de onda: los rayos x son generados por procesos electrónicos energéticos y los rayos γ por transiciones en los núcleos atómicos. (5)

Muchos procesos violentos en el universo producen rayos x (que son detectados por satélites especiales): estrellas que están siendo destrazadas por hoyos o agujeros negros, colisiones entre galaxias, novas y supernovas, estrellas de neutrones que forman capas de plasma que luego explotan en el espacio.

La producción de rayos x se hace utilizando un tubo de rayos x. En este tubo se producen electrones al calentar un filamento o cátodo que emite electrones por emisión termiónica. Los electrones son acelerados hacia una placa metálica o ánodo de un metal pesado de alto punto de fusión (Pt, W, Mo ó Cu) al establecer un alto potencial eléctrico (varios kilovoltios) entre el cátodo y ánodo. Los rayos x se producen en la placa metálica cuando los electrones de alta velocidad chocan con los átomos del metal por dos tipos de procesos. (14)(15)

Al chocar con el metal, los electrones son desacelerados rápidamente y son dispersados por los fuertes campos eléctricos de los núcleos de los átomos pesados. La energía perdida por los electrones corresponde a un continuo de rayos x llamado bremsstrahlung (radiación de frenado). El rango de frecuencias cambia más hacia los rayos x al aumentar el voltaje de aceleración de los electrones, ya que una partícula cargada emite radiación al cambiar su velocidad. Si los electrones tienen suficiente energía, al chocar con los átomos metálicos pueden sacar electrones de los niveles electrónicos más internos. Los electrones de los niveles más altos van a llenar esos vacíos internos y en el proceso emiten radiación en la región de rayos x. (16)

Otra fuente importante para la producción de rayos x son los aceleradores de partículas o sincrotrones. Los físicos descubrieron que al acelerar los electrones producían radiación sin efectuar ninguna colisión. Los campos magnéticos de los aceleradores causaban un movimiento en grandes espirales alrededor de las líneas de fuerza. Este proceso producía la radiación sincrotrón. la radiación sincrotrón es un flujo de radiación electromagnética que contiene longitudes de onda desde el infrarrojo a los rayos x. cuando el haz de electrones o partículas está circulando en el acelerador circular cerca de la velocidad de la luz y es desviado por magnetos, con campos magnéticos perpendiculares a la trayectoria circular de las partículas, las cuales son aceleradas produciendo un intenso haz de radiación electromagnética generado en la dirección tangencial a la órbita original.

En el cosmos, las partículas como los electrones pueden ser acelerados a altas energías, a velocidades relativísticas, por campos eléctricos y magnéticos muy intensos. La frecuencia de la radiación producida depende de la energía tanto de las partículas como de los campos presentes. La radiación sincrotrón tiene un espectro característico en la distribución de fotones con la energía: la radiación decae con la energía menos rápido que el espectro de radiación de un gas caliente. Cuando se observa la radiación sincrotrón desde los residuos de una supernova, un jet cósmico u otra fuente, revela información acerca de los electrones de alta energía y de los campos magnéticos presentes. (17)

La radiación sincrotrón tiene varias características que la hacen muy útil para aplicaciones tanto en el estudio de propiedades, composición, construcción de materiales como para la investigación. Las características únicas son: a) alta intensidad y brillantez, es cientos o miles de veces más intensa que fuentes tradicionales de rayos x, es altamente colimada. b) tiene un espectro de energía amplio. Se puede producir un haz de cualquier energía. c) el haz de radiación sincrotrón es altamente polarizado y parcialmente coherente. d) es emitido en pulsos muy cortos, típicamente de menos de un nano-segundo. e) para estudios de materiales son muy buenos porque tienen el tamaño adecuado para penetrar el material y para interactuar con sus constituyentes una vez que ha penetrado.

2.3 INTERACCIÓN CON LA MATERIA (18) (19) (20)

Una de las características interesantes de los rayos x es que debido a su alta energía y longitud de onda muy corta, logran penetrar a través de muchos materiales, con excepción de algunos metales pesados como el plomo (pb), que absorben la radiación (con un grosor de varios centímetros). Los rayos x tienen energía mayor que los rayos ultravioleta y pueden pasar a través de la piel, músculos y órganos, pero son bloqueados por los huesos (que contienen el metal calcio). Cuando el doctor le toma una radiografía, la foto que resulta es la imagen de la sombra de los rayos x que pasaron por su cuerpo. Debido a la alta energía de los rayos x, éstos son radiación ionizante, o sea que pueden excitar electrones, formar iones, romper enlaces y formar radicales libres o sea, son capaces de dañar o matar a las células. Una breve exposición para tomar una radiografía no es tan dañina, pero exposición continuada o a radiación intensa es peligrosa y requiere tomar medidas de protección.

Cuando una fuente de rayos x, ya sea un tubo de rayos x, una fuente radioactiva, explosión nuclear o radiación sincrotrón, cae sobre un objeto o una muestra, los rayos x pueden ser absorbidos, dispersados por el material o difractados por un arreglo regular de átomos.

El proceso por el cual los rayos x son absorbidos por un átomo transfiriendo toda su energía a un electrón muy interior se llama el efecto fotoeléctrico. Durante este proceso si los rayos x primarios tienen suficiente energía, se emiten electrones de las capas o niveles interiores, creando una vacante. Estas vacantes presentan una condición inestable para el átomo. Conforme el átomo retorna a su condición estable, electrones de las capas o niveles exteriores son transferidos a las capas o niveles interiores y en el proceso emiten un rayo x característico cuya energía es la diferencia en energía entre las capas correspondientes a la transición electrónica. Debido a que cada elemento tiene niveles de energía que son propios, cada elemento produce rayos x que son únicos. Este proceso de emisión se llama fluorescencia de rayos x.

2.4 APLICACIONES DE LOS RAYOS- X

Debido a sus características, los rayos x han encontrado muchas aplicaciones a nivel médico como a nivel industrial. Para su detección se requiere de varios tipos de

detectores. Se utilizan placas fotográficas, contadores geiger, detectores de centelleo y detectores de semiconductores. El uso de placas fotográficas es el método más frecuentemente utilizado tanto en hospitales y dentisterías para sacar radiografías, como en las industrias para el estudio de materiales. Cuando el negativo de una placa fotográfica se expone a los rayos x, se torna “blanco” donde los rayos x atraviesan las partes “blandas” del cuerpo, la piel o los órganos, y se torna “negro” donde los rayos x fueron absorbidos por las partes “duras” como los huesos, o por materiales de contraste como el bario (que se toma en una suspensión para contraste en las vías digestivas) o el yodo (que se inyecta para contraste en las vías circulatorias). La placa fotográfica tiene una emulsión de sales de plata (generalmente el bromuro de plata) que son activadas por los rayos x y se reducen al metal ag. Al “revelar” la placa, se produce el contraste entre “blanco” y “negro” descrito arriba. Otro método también utilizado en los hospitales es el uso de una pantalla fluorescente (que contiene yoduro de sodio, u otro material, que emite radiación visible cuando le llegan los rayos x.) que permite el estudio en tiempo real. (4)(21)

2.4.1 USOS DIAGNÓSTICOS

Aparatos de rayos x (fijos, móviles, arcos de quirófano, tomografía computarizada sustancias radiactivas usadas en medicina nuclear “in vivo” sustancias radiactivas usadas en el laboratorio “in vitro”. Usos terapéuticos: aceleradores lineales de electrones o máquinas de telecobaltoterapia, utilizadas para el tratamiento del cáncer y otras enfermedades (teleterapia). Fuentes radiactivas encapsuladas en pequeños contenedores que se insertan en el interior del paciente oncológico (braquiterapia) durante largos periodos de tiempo (implantes), o durante varias sesiones de corta duración (braquiterapia de alta tasa de dosis). Sustancias radiactivas administradas a los pacientes (terapia metabólica). (22)

Los riesgos derivados para los trabajadores del medio hospitalario son muy diferentes de unos casos a otros. así, los pacientes con implantes de braquiterapia y de tratamientos metabólicos deben ser confinados en sus habitaciones, mientras que el paciente tratado mediante teleterapia o braquiterapia de alta tasa puede marchar a su casa después de cada sesión. (23)

Lo más importante es que la prueba esté debidamente justificada por el médico que la prescribe, y que la dosis sea la mínima compatible con una imagen que permita

diagnosticar la enfermedad. Pero como ejemplo, la dosis efectiva por una radiografía de tórax se estima en 0,02 msv, que equivale a la dosis que se recibe por el fondo radiactivo natural durante 3 días, sin embargo en un ct de tórax la dosis efectiva puede alcanzar 8 msv que equivaldría a la exposición durante 3,6 años al fondo radiactivo natural. (23)

2.3 DOSIS TÍPICAS EFECTIVAS DE EXPOSICIÓN PARA EL DIAGNÓSTICO MÉDICO.

Procedimiento diagnóstico -dosis efectivas típicas (msv) número equivalente de radiografías de tórax en periodo equivalente aproximado de radiación natural (1) en exámenes con rayos x:

Dosis típicas efectivas de exposición para el diagnóstico médico. CE 2008.

Procedimiento diagnóstico	Dosis efectivas típicas (mSv)	Nº equivalente de radiografías de tórax	Periodo equivalente aproximado de radiación natural ⁽¹⁾
Exámenes con rayos X:			
Miembros y articulaciones	<0,01	<0,5	<1,5 días
Tórax (solo AP)	0,02	1	3 días
Cráneo	0,06	3	9 días
Columna dorsal	0,7	35	4 meses
Columna lumbar	1	50	5 meses
Cadera	0,4	20	2 meses
Pelvis	0,7	35	4 meses
Abdomen	0,7	35	4 meses
UIV	2,4	120	14 meses
Esofagograma	1,5	75	8 meses
Esofagogastroduodenal	2,6	130	15 meses
Tránsito intestinal	3	150	16 meses
Enema opaco	7,2	360	3,2 años
TC de cabeza	2	100	10 meses
TC de tórax	8	400	3,6 años
TC abdomen o pelvis	10	500	4,5 años
Estudios con radionúclidos:			
Ventilación pulmonar (Xe-133)	0,3	15	7 semanas
Perfusión pulmonar (Tc-99m)	1	50	6 meses
Riñón (Tc-99m)	1	50	6 meses
Tiroides (Tc-99m)	1	50	6 meses
Ósea (Tc-99m)	4	200	1,8 años
Cardiaca dinámica (Tc-99m)	6	300	2,7 años
PET cabeza (F-18 FDG)	5	250	2,3 años

¹promedio en el Reino Unido de radiación natural = 2,2 mSv por año: rango promedio regional desde 1,5 a 7,5 mSv por año.

Los riesgos debidos a las dosis de radiación ionizante que se reciben por las diferentes exploraciones diagnósticas en medicina, se estima que el riesgo adicional, durante la vida, de cáncer fatal por un examen tomografía abdominal en un adulto es un exceso de riesgo

muy reducido comparado con el alto riesgo total de cáncer (cerca de 1 entre 3) y usualmente es ampliamente contrarrestado por el beneficio que se obtiene con el examen tomografía. (25)

En la sociedad actual, muchas de nuestras actividades diarias implican riesgos, es decir, posibilidad de daño, enfermedad e incluso muerte. En el caso de los pacientes, el riesgo asociado a la exposición a radiaciones en una exploración está compensado por el beneficio derivado del diagnóstico o tratamiento recibido. Una forma de comparar el riesgo asociado a la radiación con otras clases de riesgo para la salud, es comparar el número medio de días de esperanza de vida perdidos por unidad de exposición, para cada tipo de riesgo. Estas estimaciones muestran que muchas de nuestras actividades diarias representan un riesgo para la salud mayor que el derivado de los niveles de radiación existentes en el ámbito médico. Riesgo para la salud estimación de días de vida perdidos fumar 20 cigarrillos diarios 2370 (6,5 años) sobrepeso del 20 % 85 todo tipo de accidentes 435 (1,2 años) accidentes de tráfico 200 consumo de alcohol 130 accidentes domésticos 95 ahogamiento 41 radiación de fondo natural (1- 3 msv/ año) 8 rayos x diagnósticos 6 catástrofes naturales 3,5 dosis de radiación ocupacional de 10 msv 1 10 msv/año durante 30 años 30 (26).

Hay que distinguir en primer lugar entre la exposición puntual a altas dosis (muy por encima de 100 msv), que puede provocar efectos agudos en poco tiempo (como malestar, quemaduras en la piel, caída de pelo, diarreas, náuseas o vómitos), y los daños acumulados, que pueden causar problemas de salud más graves a largo plazo (cáncer fundamentalmente), sobre todo leucemias y cáncer de tiroides. Estos efectos tienen que ver con la capacidad de las radiaciones ionizantes para provocar cambios en la estructura de las células, es decir, para alterar su ADN; algo que no ocurre con las radiaciones no ionizantes (como las de infrarrojos). (26)

Como recuerda la organización mundial de la salud (OMS), una persona recibe unos 3,5 msv a lo largo de todo el año, el 80% a través de fuentes naturales de radiación (como ciertos gases que puede haber en el terreno), y el otro 20% a través de procedimientos y pruebas médicas, aunque estas cifras pueden variar en función de la geología del terreno.

2.4 FUENTE DOSIS EFECTIVA ANUAL (MSV) (27)

Rango fondo natural: rayos cósmicos, radon, alimentos, radiación terrestre 2,4 rango típico entre 1 - 10 msv, en ciertas localizaciones hasta 20 msv.

Diagnóstico médico 0,4 rango entre 0,04 - 1 msv entre países del menor al mayor nivel sanitario pruebas nucleares 0,005 disminuye desde 1963 que se alcanzó el máximo de 0,15 msv. En el accidente de Chernobyl 0,002 ha disminuido desde un máximo de 0.04 msv en 1986 (promedio en el hemisferio norte). Producción de energía eléctrica nuclear 0,0002 aumenta con el número de centrales pero disminuye con las mejoras técnicas.

En España se encuentran expuestos a una media de 1,6 milisieverts al año, una cantidad inocua o tolerable. Por debajo de los 100 milisieverts al año (una cifra equivale a diez o doce tomografías de abdomen pelvis), la mayoría de la gente no sufre ningún síntoma. En el año 2009, en los países desarrollados, la contribución a la dosis efectiva por el diagnóstico médico es de 1,9 msv/año.

El primer principio de protección radiológica aplicable a las exposiciones médicas es la justificación del procedimiento, que debe realizarla el médico que la prescribe o el médico especialista, basándose en el riesgo beneficio para el paciente. Por tanto no hay un límite en el número de pruebas para un paciente, pero debe extremarse la justificación si con pruebas anteriores se dispone ya de suficiente información para el diagnóstico. Además se debe optimizar la dosis de radiación para que sea la mínima compatible con una imagen apta para el diagnóstico, o en el caso de la terapia con el objetivo del procedimiento. Los especialistas en radiofísica son los responsables de la dosimetría, y de colaborar en los procesos de optimización de la dosis. No hay límite de dosis para las exposiciones médicas, en el caso de las pruebas de radiodiagnóstico, sí que existen valores de dosis de referencia, o de actividad administrada en medicina nuclear, que nos sirven para chequear si los procedimientos se están realizando de forma adecuada. Los valores de dosis en diagnóstico son muy bajos, y no serviría de nada que por dar una dosis mínima no se pudiese diagnosticar una enfermedad.

2.5 RIESGOS RADIOLÓGICOS (28)

En las instalaciones sanitarias se pueden presentar los siguientes tipos de riesgos radiológicos:

2.5.1 Irradiación externa. Contaminación radiactiva, que puede ser interna o externa.

2.5.1.1 RADIODIAGNÓSTICO

En las instalaciones de radiodiagnóstico el único riesgo posible es el de irradiación externa, que sólo se produce cuando está en funcionamiento el tubo de rayos x.

En radiodiagnóstico son fuentes de radiación todos los equipos dotados de tubo de rayos x cuando éste está en funcionamiento. Se pueden especificar como:

Radiografía convencional radiografía y fluoroscopia radiografía con equipos móviles radiografía y fluoroscopia con equipos móviles radiología intervencionista mamografía radiografía dental y tomografía computarizada.

Otros (densitometría ósea, litotricia con localización por rayos x, etc.)

2.5.1.2 RADIOTERAPIA

En las instalaciones de radioterapia el riesgo más habitual es el de irradiación externa. Este puede afectar parcialmente a la totalidad del organismo. En el caso de radioterapia metabólica, existe además el riesgo de contaminación.

Las fuentes de radiación son, en general:

Equipos de rayos x para terapia, equipos de rayos x para simulación de tratamiento, equipos de telecobaltoterapia, irradiadores isotópicos de muestras biológicas, aceleradores de electrones, emisores beta y gamma usados en braquiterapia, que pueden encontrarse en:

Gammateca, radioquirófano, salas de tratamiento y área de hospitalización de braquiterapia.

2.5.1.3 MEDICINA NUCLEAR, RADIOFARMACIA Y LABORATORIOS

En las instalaciones de medicina nuclear y en los laboratorios que utilicen fuentes no encapsuladas los riesgos posibles son los de irradiación externa y/o contaminación interna y externa. En los laboratorios de radioinmunoanálisis el riesgo de irradiación externa es bajo y en los laboratorios donde sólo se manipule tritio el riesgo es, únicamente, de contaminación.

Las fuentes de radiación son los radionucleidos, emisores de radiación beta y/o gamma, que se encuentran en las siguientes áreas:(12)

cámara caliente, sala de preparación de monodosis de radiofármaco lista para su uso (en adelante, “monodosis”) y muestras, sala de administración de monodosis, laboratorios, áreas de adquisición de imagen, sala de espera de pacientes a los que se les haya administrado radiofármacos, habitaciones de hospitalización de radioterapia metabólica, aseos para pacientes a los que se les haya administrado radiofármacos, almacén de residuos, unidades de radiofarmacia, unidades de producción de radionucleidos de vida corta.

2.6 CLASIFICACIÓN DEL PERSONAL (4)

Por razones de seguridad, vigilancia y control radiológico, las personas que trabajan en las instalaciones con riesgo radiológico se clasifican, en función de las condiciones en que realizan su trabajo, en:

2.6.1 Trabajadores expuestos miembros del público

2.6.1 Trabajadores expuestos (4)

Son personas que, por las circunstancias en que se desarrolla su trabajo, bien sea de modo habitual, bien de modo ocasional, están sometidas a un riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes susceptible de entrañar dosis superiores a alguno de los límites de dosis para miembros del público.

Los estudiantes y personas en formación, mayores de dieciocho años, que, durante sus estudios, se encuentren expuestos a radiaciones ionizantes, se consideran incluidos en esta categoría. Los trabajadores expuestos se clasifican en dos categorías:

2.6.1.1 CATEGORÍA A

Pertenecen a esta categoría los que puedan recibir una dosis efectiva 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.

2.6.1.2 CATEGORÍA B

Pertencen a esta categoría aquellos que es muy improbable que reciban dosis efectivas superiores a 6 msv por año oficial, o a 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades.

La condición de trabajador expuesto de categoría A exige obligatoriamente:

Superar el reconocimiento médico de ingreso y los reconocimientos periódicos. Haber recibido formación en protección radiológica. Utilizar obligatoriamente dosímetro individual que mida la dosis externa, representativa de la totalidad del organismo siempre que realicen trabajos que supongan riesgos de exposición externa. Utilizar dosímetros adecuados en las partes potencialmente más afectadas, en el caso de riesgo de exposición parcial o no homogénea del organismo. Someterse a los controles dosimétricos pertinentes, en caso de existir riesgo de contaminación interna.

La condición de trabajador expuesto de categoría B exige obligatoriamente:

Superar el reconocimiento médico establecido. Haber recibido formación en protección radiológica, estar sometido a un sistema de vigilancia dosimétrica que garantice que las dosis recibidas son compatibles con su clasificación en categoría.

A cada trabajador expuesto le es abierto:

Un protocolo médico individual, conteniendo los resultados del examen de salud previo a su incorporación a la instalación y los exámenes médicos anuales y ocasionales, un historial dosimétrico individual que, en el caso de personas de categoría a, debe contener como mínimo las dosis mensuales, las dosis acumuladas en cada año oficial y las dosis acumuladas durante cada período de 5 años oficiales consecutivos, y en el caso de personas de categoría b, las dosis anuales determinadas, o estimadas, a partir de los datos de la vigilancia radiológica de zonas.

De acuerdo con las recomendaciones de la comisión internacional de protección radiológica, en su publicación nº 73, la mayoría de las personas que trabajan con radiaciones ionizantes pueden clasificarse como trabajadores expuestos de categoría b. como orientación: se pueden considerar de categoría a las personas que trabajan próximas al haz de rayos x en radiología intervencionista, vascular y cardiaca, los que

administran y preparan dosis radiactivas en medicina nuclear las asociadas con la preparación del tratamiento y el cuidado de pacientes en terapia metabólica, así como los que realizan estas funciones en braquiterapia.

Efectos a corto plazo de dosis instantáneas de radiación en el cuerpo humano los datos del cuadro corresponden a efectos a corto plazo de dosis instantáneas absorbidas por el cuerpo entero. Se refieren tan solo a una irradiación gamma, es decir, externa. En caso de que los elementos se introdujesen en el cuerpo por vía respiratoria o digestiva (especialmente iones que emitan radiación alfa, es decir, emisores alfa), el efecto sería muy superior, ya que actuarían de manera permanente y desde el interior del organismo.

Dosis instantánea		Efectos a corto plazo
rem	sievert	
1 - 25	0,01 - 0,25	Aberraciones cromosómicas en leucocitos periféricos a partir de 1 rem. Malformaciones en el feto en caso de embarazadas.
25 - 50	0,25 - 0,50	Depresión en el recuento de espermatozoides.
50 - 100	0,50 - 1	Anorexia, náuseas y vómitos. Caída drástica de los linfocitos. Supervivencia posible.
100 - 200	1 - 2	Náuseas, fatiga y vómitos. Eritemas cutáneos en zonas locales. 5-10% de mortalidad.
200 - 300	2 - 3	Náuseas y vómitos durante el primer día. Malestar general, dolor de garganta, palidez, diarrea. Más de un 10% de mortalidad.
300 - 600	3 - 6	Náuseas, vómitos y diarreas en las primeras horas. Bloqueo medular que puede ser reversible. 50% de mortalidad en un plazo de 30 días.
Más de 600	Más de 6	100% de mortalidad antes de 15 días.

2.7 Dosis máxima permitida, umbral de peligrosidad (1)

Al considerar los efectos de la radiactividad sobre los seres vivos debemos distinguir tres variables o parámetros relacionados con la radiación: la actividad, o cantidad de desintegraciones por segundo (medida en unidades llamadas becquerels o curies); la intensidad, o energía (medida en electrones); los efectos que se producen en un ser vivo (medidos en unidades llamadas grays o rads que se refieren a dosis absorbidas); o los efectos sobre una población afectada (medidos en unidades llamadas sieverts o rems por persona), queremos hacer hincapié en este último parámetro, ya que su comprensión es importante para entender la implicación de algunas informaciones. pongamos un ejemplo: si se informa de que un determinado nivel de radiactividad tiene una probabilidad

estadística del 1% de producir efectos sobre un individuo (que podrían ser vómitos, cáncer o la muerte), eso quiere decir que entre cien individuos de un grupo, los efectos se manifestarán tan sólo en uno. Aunque desde el punto de vista científico el dato matemático es neutro, psicológicamente crea una serie de implicaciones.

En general, puede parecer que una probabilidad de un 1% de que pase algo es muy baja, ya que se debería estar expuesto a la causa cien veces, pero si se considera que en un grupo de 100 individuos habrá uno afectado, y que en un grupo de 1000 habrá 10. La percepción de riesgo cambia aunque la probabilidad estadística sea la misma.

La unidad de medida más usual para determinar efectos biológicos, es decir la peligrosidad de la radiación en los seres vivos, es el rem (o su submúltiplo milirem), aunque se ha extendido el uso del sievert (sv) y su múltiplo el millisievert (msv).

III.OBJETIVOS

3.1 General

3.1.1 Establecer el nivel de exposición a radiación ionizante en personal médico del departamento de Anestesiología en el servicio de Sala de Operaciones de Adulto del Hospital Roosevelt, durante los meses de junio a diciembre del año 2015.

3.2 Específicos

3.2.1 Identificar el tipo de procedimiento que representa mayor exposición a radiación ionizante para el personal médico.

3.2.2 Enumerar las manifestaciones clínicas más comunes a exposición.

IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo y diseño de la investigación (9)

Transversal, ya que se cuantificó prevalencia de periodo del nivel de exposición a radiación ionizante.

4.2 Población y muestra (10)

Personal médico del departamento de anestesiología que se encontró expuesto a radiación ionizante en sus diferentes presentaciones en Sala de Operaciones de Adultos del Hospital Roosevelt durante los meses de Enero a Octubre 2015.

4.3 Sujeto de estudio

Nivel de exposición a radiación ionizante.

4.4 Cálculo de muestra

Se tomó el total de la población durante el presente estudio.

4.5 Selección de sujetos de estudio

4.5.1 Criterios de inclusión

- a) Jefes anesthesiólogos y residentes de anestesiología, que rotaron en procedimientos en los quirófanos 1, 5, y 6 de sala de operaciones de adultos en donde se utilizó o hubo exposición a radiación ionizante.

4.5.2 Criterios de exclusión

- a) Personal médico que se encontraba embarazada.

4.6 Cuadro de operacionabilidad de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OCUPACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
Exposición a radiación ionizante	Presentación a tipo de energía liberada por los átomos en forma de ondas electromagnéticas (rayos gamma o rayos X) o partículas (partículas alfa y beta o neutrones).	Cantidad de radiación ionizante recibida durante en un procedimiento quirúrgico, medida por dosímetro personal.	Cuantitativa	Razón	Milisivier
Radiación ionizante	Radiación que al interactuar con la materia produce partículas con carga eléctrica llamada "iones".	Tipo de radiación a la cual se encuentran expuestos los sujetos a estudio.	Cualitativa	Nominal	Rayos x Rayos gamma corpuscular
Personal médico	Conjunto de médicos, odontólogos y profesionales sanitarios responsables de proporcionar asistencia sanitaria en un hospital u otra institución	Jefes anestesiólogos Y residentes de anestesiología encargados en quirófanos 1,5 y 6.	Cualitativa	Nominal	Jefes de anestesiología Residentes de anestesiología.

	sanitaria.				
Prevalencia	Es la proporción de individuos de una población que presentan un determinado trastorno en un momento dado.	$P = \frac{\text{No. Eventos}}{\text{No. individuos totales}}$	Cuantitativa	Razón	%
Procedimiento quirúrgico	Operaciones que se ejecutan para corregir deformidades y defectos, reparación de lesiones y Diagnóstico y Cura de ciertas enfermedades.	Tipo de procedimiento en el cual se utiliza radiación ionizante. a) Cirugía b) Ortopedia c) Columna	cualitativa	Nominal	Tipo de anestesiólogo
Manifestaciones clínicas	Fenómeno revelador de una enfermedad.	Manifestación clínica que presenta el personal médico del departamento de	Cualitativa	Nominal	Corto plazo Anorexia Náuseas Vómitos Fatiga Eritemas

		anestesiología secundario a la exposición de radiación ionizante.			cutáneos Dolor de garganta Palidez Diarrea Bloqueo medular reversible A largo plazo a)cáncer de tiroides b) cáncer mama C) cáncer pulmonar
Protección radiológica	Medidas o acciones que se utilizan para protección a exposición de radiación.	Uso de medidas protectoras: -Bata de plomo -gafas de vidrio plomado -Collarín de plomo	Cualitativa	Nominal	Uso o no uso

4.7 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE SELECCIÓN DE SUJETOS

- Se entregó hoja de recolección de datos que fue llenada en los procedimientos en los cuales hubo uso de rayos x o fluoroscopia.
- Se entregó a médico residente de anestesiología que se encontró rotando en quirófano No. 1, 5 y 6 dosímetro personal al inicio del mes, para uso diario y así se midió la radiación obtenida a lo largo de cada mes.
- Se realizó lectura de dosímetro al finalizar cada mes de uso.
- Se obtuvo información de acuerdo a la boleta recolectora de datos y lectura de dosímetro para realizar dicha investigación.
- De acuerdo a los datos obtenidos se procedió a realizar lo siguiente: tabulación, porcentaje, cuadros.
- Seguidamente se discutió y analizó los resultados, obteniéndose las conclusiones correspondientes y se formularon las recomendaciones pertinentes.
- Se elaboró informe final el cual fue entregado a docente de investigación para su aprobación.

4.8 DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO PAR RECOLECTAR INFORMACIÓN

El instrumento fue tomado a jefes anestesiólogos y residentes de anestesiología. (VER Anexo No. 1)

4.9 PRINCIPIOS ÉTICOS

Todo el estudio estuvo enfocado en el diagnóstico de jefes anestesiólogos y residentes de anestesiología, a todos se les trató igual y se respetó la confiabilidad de los resultados.

4.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizaron gráficos de íe y barras para presentar los resultados y se utilizó epi-info7.

V. RESULTADOS

La recolección de datos del presente trabajo de investigación ha permitido establecer el nivel de exposición a radiación ionizante en el personal médico del departamento de Anestesiología en el servicio de Sala de Operaciones de adulto del Hospital Roosevelt en los quirófanos 1,5 y 6.

Los dosímetros que se utilizaron para medir el nivel de exposición fueron rentados a la empresa DOSILAB S.A., quienes también se encargaron de la lectura de los dosímetros mensualmente.

Los procedimientos de traumatología y ortopedia fueron los que mayor exposición a radiación ionizante representaron para el personal del departamento de anestesiología.

Dentro de las manifestaciones clínicas más comunes relacionadas a la exposición de radiación ionizante podemos encontrar fatiga con un 45%, palidez 28%, anorexia 22%.

Se observó durante el trabajo de campo que los médicos anestesiólogos no utilizaron ningún tipo de protección al realizarse rayos x dentro de sala de operaciones de adultos.

EXPOSICIÓN A RADIACIÓN IONIZANTE EN EL PERSONAL MÉDICO DEL DEPARTAMENTO DE ANESTESIOLOGÍA, HOSPITAL ROOSEVELT

Tabla No 1: Procedimientos realizados en los quirófanos No. 1, 5 y 6 en los cuales se utilizó radiación ionizante durante el mes de junio a diciembre 2016.

<u>NUMERO DE QUIROFANO</u>	<u>TOTAL DE PROCEDIMIENTOS</u>	<u>%</u>
1	56	42.7%
5	33	25.2%
6	42	32.1%

Gráfica No. 1

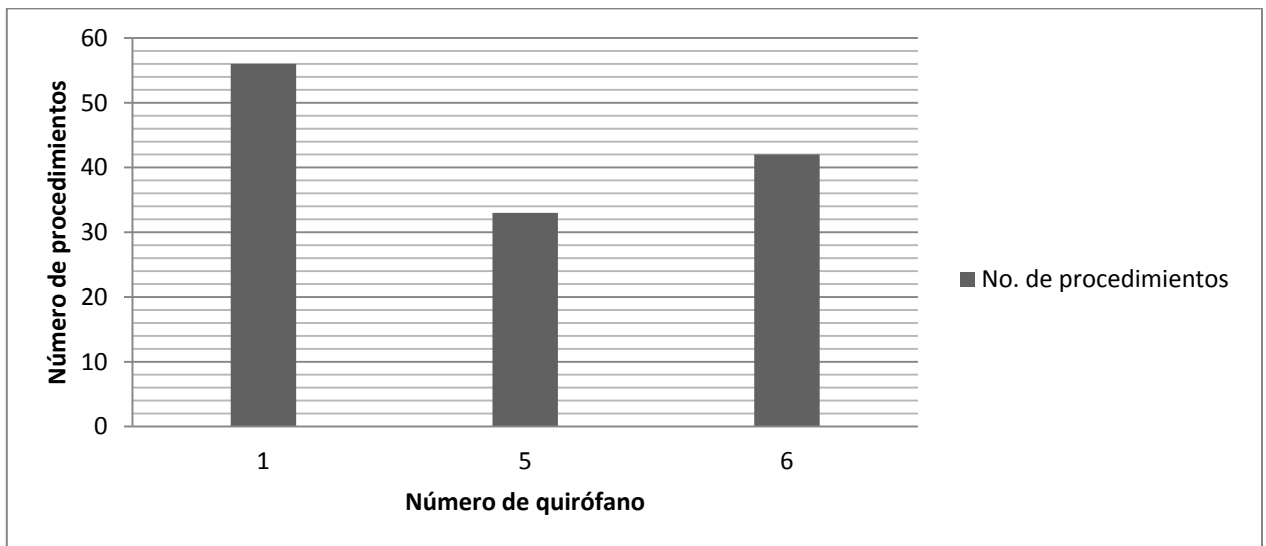
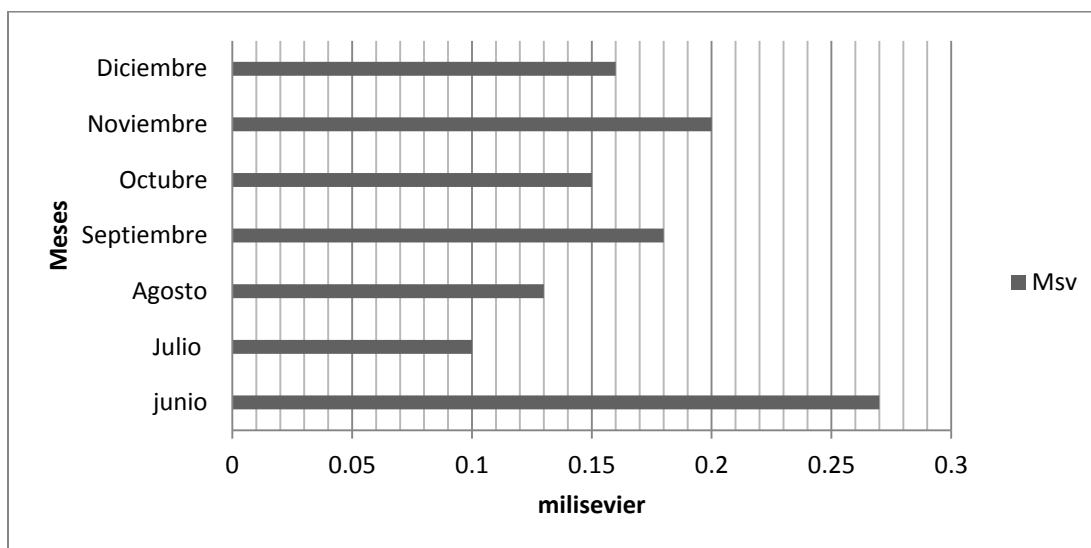


Tabla No. 2: Dosis equivalente personal medida en mSv durante los meses de Junio a Diciembre en el personal de anestesiología en el quirófano No. 1

<u>NUMERO DE QUIROFANO</u>	<u>LECTURA DOSIMETRO</u>
junio	0.27
Julio	0.10
Agosto	0.13
Septiembre	0.18
Octubre	0.15
Noviembre	0.2
Diciembre	0.16

Gráfica No. 2

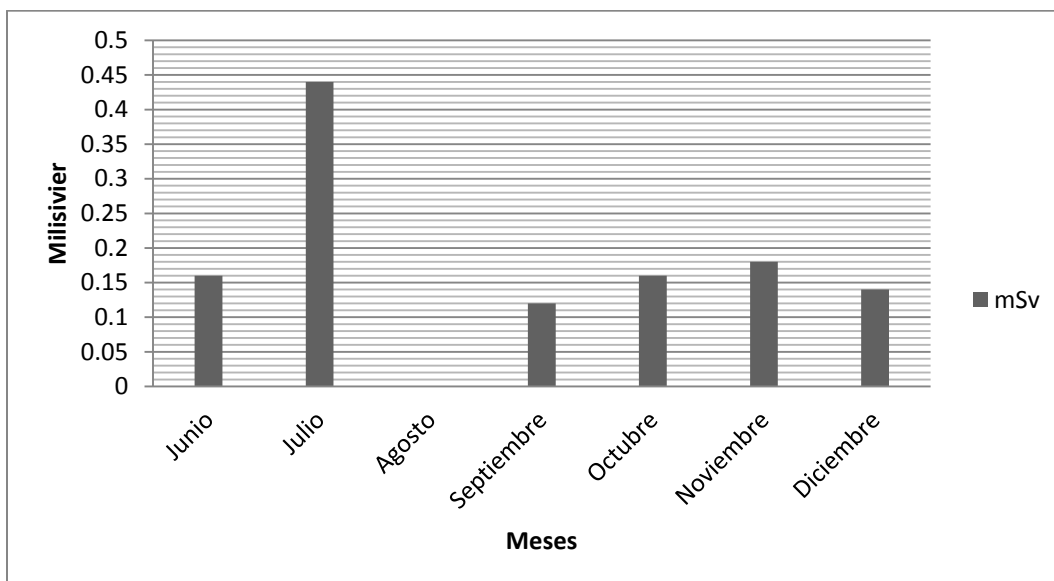


Mediana	Moda	Media	Cuartil 1	Cuartil2	Cuartil 3
0.16	N/A	0.17	0.14	0.16	0.19

Tabla No. 3: Dosis equivalente personal medida en mSv durante los meses de Junio a Diciembre en el personal de anestesiología en el quirófano No. 5

<u>NUMERO DE QUIROFANO</u>	<u>LECTURA DOSIMETRO</u>
Junio	0.16
Julio	0.44
Agosto	0
Septiembre	0.12
Octubre	0.16
Noviembre	0.18
Diciembre	0.14

Gráfica No. 3

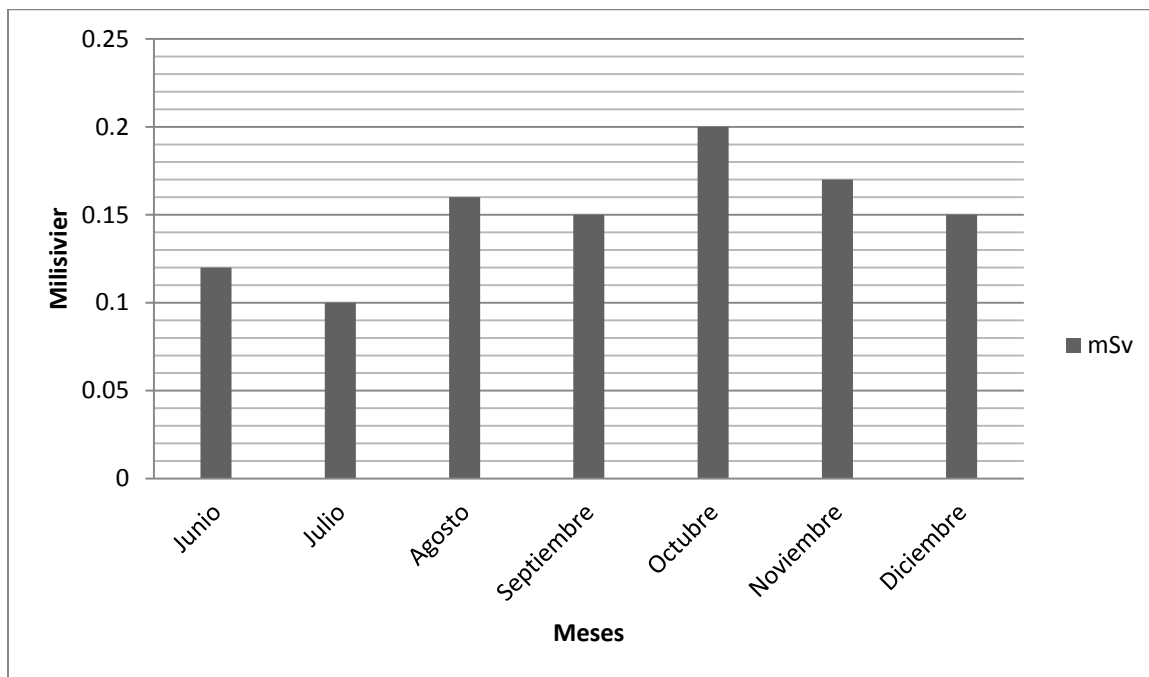


Mediana	Moda	Media	Cuartil 1	Cuartil 2	Cuartil 3
0.16	0.16	0.17	0.13	0.16	0.17

Tabla No. 4: Dosis equivalente personal medida en mSv durante los meses de Julio, agosto, septiembre y octubre en el personal de anestesiología en el quirófano No. 6

NUMERO DE QUIROFANO	LECTURA DOSIMETRO
Junio	0.12
Julio	0.10
Agosto	0.16
Septiembre	0.15
Octubre	0.2
Noviembre	0.17
Diciembre	0.15

Gráfica No. 4



Mediana	Moda	Media	Cuartil 1	Cuartil 2	Cuartil 3
0.15	0.15	0.15	0.135	0.15	0.165

Tabla No.5: Medidas de desviación estándar de quirófanos uno, cinco y seis de sala de operaciones de Adultos, Hospital Roosevelt, Junio a Diciembre 2015.

	Quirófano 1	Quirófano 2	Quirófano 3
Media	0.17	0.17	0.15
Mediana	0.160	0.160	0.150
Moda	#N/A	0.160	0.150
Varianza	0.003	0.018	0.001
Desviación estándar	0.055	0.133	0.033

Tabla No.6: Intervalo de confianza del 90% para la media en la lectura de dosímetro del Quirófano No. 1

Intervalo de confianza del 90% para la media en la lectura de dosímetro del Quirófano No. 1			
Estimación puntual		0.17	
sigma		0.05	
n		7	
grados de libertad		6	
	0.05	-1.943	
s/raíz n		0.021	
margen de error		0.0402	
Intervalo		0.13	0.21 mSv

Tabla No. 7: Intervalo de confianza del 90% para la media en la lectura de dosímetro del Quirófano No. 5

Intervalo de confianza del 90% para la media en la lectura de dosímetro del Quirófano No. 5			
Estimación puntual		0.17	
sigma		0.13	
n		6	
grados de libertad		5	
	0.05 -	2.015	
s/raíz n		0.054	
margen de error		0.109	
Intervalo		0.06	0.28 mSv

Tabla No. 8: Intervalo de confianza del 90% para la media en la lectura de dosímetro del Quirófano No. 6

Intervalo de confianza del 90% para la media en la lectura de dosímetro del Quirófano No. 6			
Estimación puntual		0.15	
sigma		0.03	
n		7	
grados de libertad		6	
	0.05	-1.943	
s/raíz n		0.012	
margen de error		0.0240	
Intervalo		0.13	0.17 mSv

Tabla N0. 9: Uso de medidas de protección personal para la exposición de radiación ionizante en quirófano uno, cinco y seis de sala de operaciones de adultos, Hospital Roosevelt, junio a diciembre 2015.

<u>NUMERO DE QUIROFANO</u>	<u>USO DE PROTECCION BATA</u>	<u>GAFAS</u>	<u>COLLARIN</u>
1	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0

Gráfica No. 5

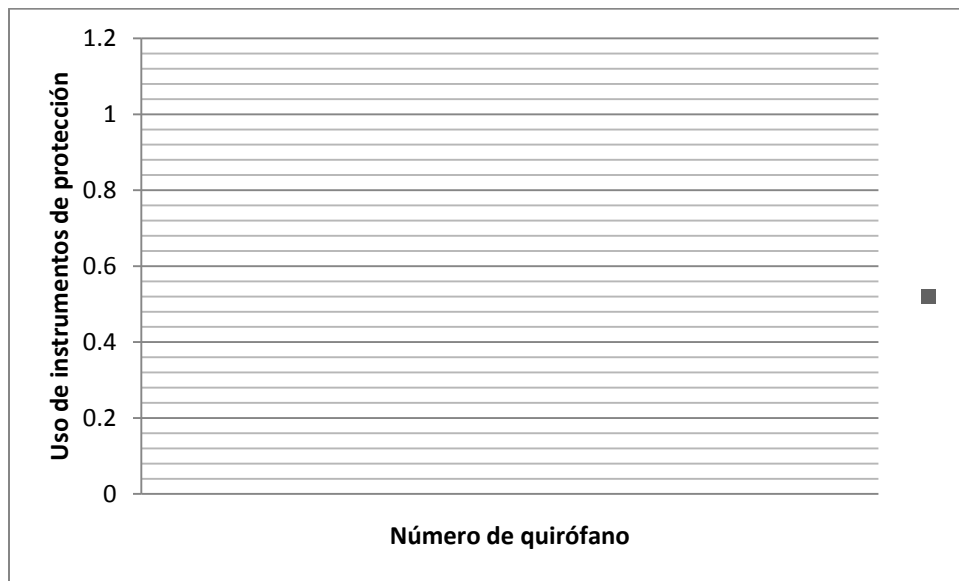
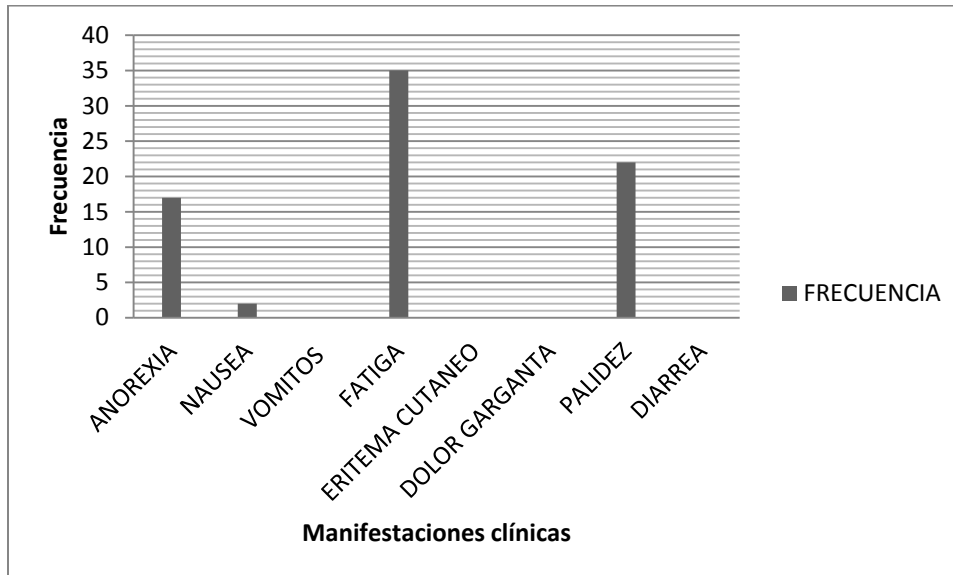


Tabla No. 10: Manifestaciones clínicas referidas por personal médico del departamento de Anestesiología del Hospital Roosevelt por la exposición a radiación ionizante

<u>MANIFESTACIONES CLINICAS</u>	<u>FRECUENCIA</u>	<u>%</u>
ANOREXIA	17	22.4%
NAUSEA	2	2.6%
VOMITOS	0	0%
FATIGA	35	46%
ERITEMA CUTANEO	0	0%
DOLOR GARGANTA	0	0%
PALIDEZ	22	28.9%
DIARREA	0	0%

Gráfica No. 6



Media	Moda	Mediana	Cuartil 1	Cuartil 2	Cuartil3
9.5	0	1	0	1	18.25

Tabla.11: Relación de niveles de exposición con sintomatología del personal médico del departamento de Anestesiología del Hospital Roosevelt

mSv	SINTOMATOLOGÍA							
	Anorexia		Fatiga		Palidez		Náuseas	
1.19	5	29.42%	12	34.3%	0	0%	0	0
0.74	4	23.52%	9	25.71%	7	31.82%	0	0
1.51	8	47.06%	14	40%	15	68.18%	2	100%

VI. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se define como radiación ionizante a la radiación que al interactuar con la materia produce partículas con carga eléctrica llamada iones. Desde el año 1895 en el cual fueron descubiertos los rayos X, la radiación ha tomado mucha importancia en el campo de la medicina ya que se sentaron las bases de la radiología y sus usos como apoyo diagnóstico. Desde sus inicios se han estudiado los efectos biológicos de la radiación ionizante. La energía que es depositada por la radiación cuando atraviesa las células vivas produce iones y radicales libres, los cuales rompen los enlaces químicos y se originan cambios en ADN. Es posible encontrar alteraciones del ADN a dosis bajas de radiación ionizante.

En el presente trabajo se tenía como objetivo principal establecer el nivel de exposición a radiación ionizante en el personal médico del departamento de Anestesiología en el servicio de Sala de Operaciones del Hospital Roosevelt.

Se determinaron los niveles de radiación ionizante en los quirófanos 1, 5 y 6 de sala de operaciones de adultos del Hospital Roosevelt durante los meses de Junio a Diciembre del año 2015, se evidenció que los residentes que rotan por estos quirófanos se encuentran expuestos a radiación ionizante. En el quirófano No. 1 se tuvo un acumulado de 1.19 mSv, el quirófano No. 5 presentó 1.2 mSv y el quirófano No. 6 presentó 1.05 mSv. Lo cual significa que dentro de la clasificación de personal que se encuentra expuesto a radiación ionizante se encuentran entre trabajadores expuestos categoría B, quienes es muy poco probable que reciban dosis efectivas superiores a 6 mSv por año oficial. En el quirófano No.1 y No. 5 se encontró una media de 0.17 mSv, en el quirófano No. 6 una media de 0.15 mSv. En el año 2009 en España se realizó un estudio en el cual se determinó que los trabajadores que se encontraban expuestos a un nivel de radiación con una media de 1.6 mSv al año se consideraba una cantidad inocua tolerable. En el año 2011 se realizó el estudio Evaluación del efecto genotóxico de la radiación ionizante en médicos ortopedistas expuestos laboralmente, se concluyó que se encontraron alteraciones del ADN aunque los valores de dosimetría se encontraron dentro de los límites de exposición ocupacional, pero aun así mayores a la población general.

Respecto al nivel de exposición de radiación ionizante en los diferentes quirófanos, se pudo observar que el quirófano No. 5 fue el que mayor exposición obtuvo siendo un total de 1.2 mSv, comparándose con niveles de radiación, lo que equivale entre 50 a 75 radiografías de tórax, lo que equivale a un rango de 5 a 8 meses de radiación natural. En el quirófano No. 1 se encontró 1,19 mSv con lo cual podemos observar que se encuentra en el mismo rango que la radiación del quirófano No. 5. En el quirófano No. 6 se pudo encontrar un nivel de exposición de 1.05, con lo que se pudo comparar a 50 radiografías de tórax con lo que se tiene un periodo equivalente de radiación natural de 5 meses.

Durante la recolección de datos del presente trabajo se determinó que los procedimientos de traumatología y ortopedia fueron en los que más se utilizó radiación ionizante, en quirófano No. 1 se utilizaron rayos x en 56 pacientes, representando el 42%, seguido por el quirófano No. 6 con 42 pacientes, representando el 32%, por último el quirófano 5 con 33 casos, representando el 25%.

Para la interpretación de resultados se utilizó medidas de tendencia central como media, moda, mediana, desviación estándar. Se utilizó la distribución T Student para crear un intervalo de confianza de 90% para la media de lectura de dosímetro de quirófanos uno, cinco y seis.

Con la recolección de datos se encontró que el personal médico de anestesiología no utiliza medidas de protección durante la toma de rayos x en sala de operaciones. Esto podría deberse al poco conocimiento de los mecanismos de exposición y los efectos secundarios que podrían darse.

Dentro de las manifestaciones clínicas referidas por el personal del departamento de anestesiología del Hospital Roosevelt referidas por las hojas de datos se pudo encontrar que la más referida fue fatiga con un 46%, seguida por palidez con un 28%, anorexia con un 22.4% y náuseas con un 2.6%.

La sintomatología con mayor frecuencia presentada fue fatiga sin embargo no existe una relación directa entre nivel de exposición y un síntoma en específico ya que a distintos niveles de exposición la sintomatología presentada fue la misma con frecuencias similares.

Durante la recolección de datos también se encontraron ciertas situaciones que complicaron la recolección de datos durante el trabajo de campo:

1. Durante los meses que se realizó el trabajo de campo no se contó con fluoroscopia dentro de sala de operaciones, puesto que la máquina se encontraba no funcional.
2. El mes de agosto se encontró cerrado el quirófano No. 5 por mantenimiento.
3. Falta de colaboración de residentes del departamento de anestesiología al tomar los datos de los pacientes y la utilización de los dosímetros durante los procedimientos que se realizaron en los quirófanos 1, 5 y 6.

Con estos diferentes obstáculos que se tuvieron durante la realización de trabajo de campo se superaron y se logro tener un adecuado proceso de investigación.

6.1. CONCLUSIONES

6.1.1 El personal médico de anestesiología de los quirófanos No. 1, 5 y 6 se encuentran dentro de los trabajadores expuestos de categoría B, quienes por definición es muy improbable que reciban dosis efectivas superiores a 6 msv por año oficial, o 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades.

6.1.2 Los procedimientos de traumatología y ortopedia fueron los que representaron mayor exposición a radiación ionizante, representando el 100% de los casos.

6.1.3. Las manifestaciones más comunes referidas por el personal médico del departamento de anestesiología que se encontraron en los quirófanos No. 1,5 y 6 fueron fatiga con un 46%, palidez un 28%, anorexia 22.4-5 y náuseas un 2.6%. Se evidenció que no existe una relación directa entre nivel de exposición y un síntoma en específico ya que a distintos niveles de exposición la sintomatología presentada fue la misma con frecuencias similares.

6.2. RECOMENDACIONES

6.2.1 Al ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

- a. Abastecer a los diferentes hospitales pertenecientes a la red de Salud Pública de equipo de protección contra radiación ionizante en buen estado, para disminuir los niveles de radiación ionizante.

6.2.2 Al Hospital Roosevelt

- b. Reglamentar el uso de equipo de protección personal contra radiación ionizante en el personal médico del departamento de Anestesiología de Sala de Operaciones del Hospital Roosevelt.
- c. Mantener un control constante sobre el equipo de protección contra radiación ionizante, para que este sea utilizado de la manera correcta.
- d. Proporcionar a los trabajadores que se encuentran bajo la categoría de exposición B reconocimiento médico, formación en protección radiológica y sistema de vigilancia dosimétrica.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Laborales, Direccion del Servicio de prevención de Riesgos de protección radiológica para la manipulación de fuentes no encapsuladas utilizadas en la instalación radioactiva central (IRC) de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid (UCM). 2009 Marzo. Madrid España.
2. Real Academia Española. Diccionario de la lengua española. 23 edición. Madrid. Espasa-Calpe;2014.
3. Organización mundial de la salud. Radiaciones ionizantes: Efectos en la salud y medidas de protección.Ginebra, Suiza. Noviembre 2012.
4. Cherry R. Radiaciones ionizantes.Enciclopedia de la salud y seguridad en el trabajo.Tomo 2. Capítulo 48. Madrid, España:2011. [septiembre 22, 2014] <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/48.pdf>
5. Pascual A. Radiación ionizante: Normas de protección. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. Universidad de Cadiz, Cadiz, España. 2001.
6. Buzzi A. El descubrimiento de los Rayos x Radiologia.Rev. Sociedad Argentina de Radiología. Argentina; 2010.
7. Elaine R. Cancer risks from medical radiation. Rev. Safe. jour(Maryland, USA). 2003 Julio; 85(1 47-59).
8. Sierra B. Evaluación del efecto genotóxico de la radiación ionizante en médicos ortopedistas expuestos laboralmente en cuatro instituciones de salud en Bogotá, Colombia Colombia UNd, editor. Bogotá; 201.
9. Hernandez R FCBP. Metodologia de la Investigacion. Cuarta edicion. In. Mexico: McGraw Hill Interamericana; 2007.

- 1.0 Taylor S BR. Introduccion a los metodos cualitativos de investigacion. In. Barcelona: . Ediciones Paidós Ibérica S,A.; 1987.
11. Secretaria de Marina, Armada de México. Manual para elaborar y evaluar trabajos de investigación. México:2013. [accesada 30 agosto 2014] http://www.cesnav.edu.mx/pdfs/manual_de_investigacion.pdf.
12. Menéndez S., García A. Procedimientos de protección radiológica para la manipulación de fuentes no encapsuladas utilizadas en la instalación radiactiva central (irc) de la facultad de medicina de la Universidad complutence de madrir. Universidad Complutence de Madrid,. Madrid. Marzo 2009.
13. Fontal B. Espectro electromagnético y sus aplicaciones. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. 2005.
14. Qian L, Li B. The hypothesis of an effective safe and novel Radioprotective agent hydrogen-rich solution. Rev. West Indian Med J (Jamaica) 2010; 59 (2):122
15. Webster E. A Primer on low-level ionizing radiation and its biological effects. Washington, USA. [s.n.] 1986.
16. Baquero H., Guevara G. Aberraciones cromosómicas en trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes. Rev. Cienc. Salud. Bogotá (Colombia) 2004 [accesado 22 Septiembre 2014]. <http://www.scielo.org.co/pdf/recis/v2n1/v2n1a2.pdf>
17. Comisión de Salud Pública, Consejo Interterritorial del sistema Nacional de Salud. Radiaciones Ionizantes. Madrid, España.[s.n.] 2011.

18. Osorio A., Reynolds P. Sistema de vigilancia de las enfermedades, diagnóstico y tratamiento en medicina laboral y ambiental. 3ra ed. México: internacional. Mc. Graw-Hill. 2005
19. Rodríguez C. Principios metodológicos para una vigilancia de la salud de los trabajadores en la salud de los trabajadores, contribuciones para una asignatura pendiente. Buenos aires, Argentina.[s.n.]2005
20. Tomasina F., Laborde A., Spant[on F., Blanco D., Pintado C., Stolovas N., Satragno N. Vigilancia de la exposición a radiaciones en el personal universitario de la salud. Rev. Cubana de Salud Pública. 2010; 36(1): 119-127
21. Lobo G. Comparación de la exposición a radiaciones ionizantes del personal de 3 servicios de diagnóstico por imágenes del Hospital San Juan de Dios. Rev. Alasbim Journal. 2007; 9(35)
22. Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias "Ismael Cosío Villegas". Manual de protección y seguridad radiológica. México, D.F. [s.n.] 2008.
23. Guerrero J., Pérez J. Las radiaciones no ionizantes y su efecto sobre la salud humana, instituto superior de medicina militar "dr. luis díaz soto. Rev cubana med milit. Cuba 2006 [accesado 21 septiembre 2014]. <http://scielo.sld.cu/pdf/mil/v35n3/mil08306.pdf>
24. . Sierra B. Evaluación del efecto genotóxico de la Radiación ionizante en médicos ortopedistas expuestos laboralmente, en cuatro instituciones de salud en Bogotá, Colombia 2011. [Tesis Magister]. Universidad Nacional de Colombia.Facultad de Medicina, Departamento de Toxicología. Bogotá Colombia. 2011.

25. Organización Mundial de la Salud. Health effects of static and time and varying electric and magnetic fields. international advisory committee minutes of meeting.international emf. project geneva: world health organization. Ginebra, Suiza. 1999.

26. Beldarraín L., Beldarraín E. Apuntes históricos sobre el origen y desarrollo de la protección radiológica en cuba. Rev Cubana Oncológica 2000;16(3):192-7

27. Méndez A., Maldonado J. Trastornos hematopoyéticos en trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes. Rev Med Seguir Trab. Madrid España. 2014; 60(234) 143-160

28. Instituto Balseiro. Aplicaciones médicas de las Radiaciones Ionizantes. Buenos Aires Argentina. 2012. (Publicación científica; 33)

VIII. ANEXOS

BOLETA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
HOSPITAL ROOSEVELT
DEPARTAMENTO DE ANESTESIOLOGÍA

NOMBRE DEL ANESTESIÓLOGO: _____ **FECHA:** _____

EDAD: _____

SEXO: _____

PROCEDIMIENTO _____ **DEPARTAMENTO:** _____

HORA DE INICIO: _____ **QUIRÓFANO No:** _____

HORA DE FINALIZACIÓN: _____

LECTURA DE DOSIMETRO: _____

USO DE

BATA: _____ **GAFAS DE VIDRIO DE PLOMO:** _____ **COLLARÍN DE PLOMO:**

MANIFESTACIONES CLÍNICAS:

A) ANOREXIA _____

B) NÁUSEAS _____

C) VÓMITOS _____

D) FATIGA _____

E) ERITEMAS CUTÁNEOS _____

F) DOLOR DE GARGANTA _____

G) PALIDEZ _____

H) DIARREA _____

PERMISO DEL AUTOR PARA COPIAR EL TRABAJO

El autor concede permiso para reproducir total o parcialmente y por cualquier medio la tesis titulada “EXPOSICIÓN A RADIACIÓN IONIZANTE EN EL PERSONAL MÉDICO DEL DEPARTAMENTO DE ANESTESIOLOGÍA, HOSPITAL ROOSEVELT” para propósitos de consulta académica. Sin embargo, quedan reservados los derechos de autor que confiere la ley, cuando sea cualquier otro motivo diferente al que se señala lo que conduzca a su reproducción y comercialización total o parcial.