



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA  
SALUD ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA  
MÉDICA  
ÁREA DE RADIOLOGÍA**

**“DOSIS ABSORBIDA EN TECNÓLOGOS MÉDICOS DE  
LOS SERVICIOS DE MEDICINA NUCLEAR E  
INTERVENCIONISMO EN INSTITUCIONES DE SALUD  
DE LIMA METROPOLITANA, 2017”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE LICENCIADO  
TECNÓLOGO MÉDICO EN EL ÁREA DE RADIOLOGÍA**

**AUTOR:**

**YEFERSON CELSO LEGUIA CABALLERO**

**ASESOR: Lic. ACEVEDO TOREALVA, EDWIN**

**LIMA – PERÚ**

**2018**

# HOJA DE APROBACIÓN

**YEFERSON CELSO LEGUIA CABALLERO**

**“DOSIS ABSORBIDA EN TECNÓLOGOS MÉDICOS DE  
LOS SERVICIOS DE MEDICINA NUCLEAR E  
INTERVENCIONISMO EN INSTITUCIONES DE SALUD  
DE LIMA METROPOLITANA, 2017”**

Esta tesis fue evaluada y aprobada para la obtención del título de  
Licenciado en Tecnología Médica en el área de Radiología por la  
Universidad Alas Peruanas.

---

---

---

LIMA – PERÚ

2018

### **DEDICATORIA:**

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan importante en mi vida.

A mis padres, que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores. Me enseñaron a ganarme las cosas con mi propio esfuerzo, y saber valorar el tiempo, lo cual me ha ayudado en los momentos más difíciles en mi vida.

A mis hermanas, por su comprensión y su apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida, sin ellas no hubiera podido lograr alcanzar mi meta.

A mis profesores, gracias por su tiempo y su apoyo; así como, por la sabiduría brindada en el desarrollo de mi formación profesional.

### **AGRADECIMIENTO:**

A la Facultad de Tecnología Médica en Radiología de nuestra casa de estudios, la Universidad Alas Peruanas por los años de formación en su centro.

A una persona que sin ser mi asesor me apoyo y demostró siempre dedicación, preocupación y disposición de su tiempo para ayudarme a culminar con éxito mi trabajo de investigación.

Al abogado Oscar Felipe Chirinos Casas, quien me ayudó y me apoyó desde un inicio para hacer de esta investigación realidad.

## RESUMEN

El tipo de estudio realizado es retrospectivo transversal. El objetivo de este estudio fue determinar la dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente en Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en Instituciones de Salud de Lima Metropolitana, 2017. La población objeto de estudio fueron 50 Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo. El instrumento utilizado fue la lectura de los reportes dosimétricos personales, los cuales tienen los registros mensuales de cada tecnólogo médico del servicio de radiología, así como también una ficha de recolección de datos. Los resultados obtenidos fueron: Según los reportes de dosimetría de radiaciones, el promedio fue de  $1.57 \pm 0.1$  mSv, siendo la mínima de 0.1 mSv y la máxima de 25.4 mSv. Solo un tecnólogo médico sobrepasó los límites de dosis efectiva mínima anual recomendados por el IPEN. Los reportes de dosimetría más frecuentes independientemente del sexo, se encontró en el intervalo de 0,1 - 0,91mSv (20%. Femenino y 48% Masculino). Los reportes de dosimetría más bajas se dieron en el grupo etario de 31 a 37 años siendo esta dosis de 0.1 a 0.91mSv (18%); por lo contrario, los reportes de dosimetría más altos según los intervalos establecidos, fueron considerados por el mismo grupo etario (6%), además el grupo etario de 52 a 58 años presentó proporción similar (6%). Todas las instituciones de salud tuvieron como reportes de dosimetría más frecuentes de 0.1 a 0.91 mSv (68%) siendo la más baja considerada según los intervalos establecidos, así mismo las dosis más altas ( $> \text{ó} = 2,55$  mSv) fueron registradas con mayor frecuencia en el HNGAI ( 12%). Se obtuvo una mayor concentración de los datos en aquellos que percibieron .Según los reportes de dosimetría de 0.1 a 0.91 mSv correspondiente al estado nutricional considerado como obeso (38%). El 100% de los Tecnólogos Médicos del servicio de intervencionismo tuvieron reportes de dosimetría de 0.1 a 0,91 mSv. Asimismo, el 36.4% de los Tecnólogos Médicos de medicina nuclear recibieron una dosis aproximadamente 3 veces mayor que los Tecnólogos Médicos de intervencionismo ( $\geq 2.55$  mSv).

**PALABRAS CLAVES:** Dosis absorbida, Medicina nuclear, Intervencionismo, Tecnólogo Médico.

## ABSTRACT

The type of study carried out is cross-sectional retrospective. The objective of this study was to determine the absorbed dose in relation to the effective and equivalent dose in Medical Technologists of the services of nuclear medicine and interventionism in Health Institutions of Metropolitan Lima, 2017. The population under study were 50 Medical Technologists of the nuclear medicine and intervention services. The instrument used was the reading of the personal dosimetric reports, which have the monthly records of each medical technologist of the radiology service, as well as a data collection card. The results obtained were: According to the reports of radiation dosimetry, the average was  $1.57 \pm 0.1$  mSv, being the minimum of 0.1 mSv and the maximum of 25.4 mSv. Only one medical technologist exceeded the minimum annual effective dose limits recommended by the IPEN. The most frequent reports of dosimetry, regardless of sex, were found in the range of 0.1 - 0.91mSv (20%, Feminine and 48%, Male). The lowest dosimetry reports were given in the age group from 31 to 37 years old, this dose being from 0.1 to 0.91mSv (18%); On the contrary, the highest dosimetry reports according to the established intervals were considered by the same age group (6%), in addition the age group from 52 to 58 years presented a similar proportion (6%). All the health institutions had more frequent reports of dosimetry from 0.1 to 0.91 mSv (68%), being the lowest considered according to the established intervals, likewise the highest doses ( $>$  or  $=$  2.55 mSv) were registered with higher frequency in the HNGAI (12%). A greater concentration of data was obtained in those who perceived. According to the dosimetry reports from 0.1 to 0.91 mSv corresponding to the nutritional status considered as obese (38%). 100% of the Medical Technologists of the intervention service had dosimetry reports of 0.1 to 0.91 mSv. Likewise, 36.4% of Nuclear Medicine Medical Technologists received a dose approximately 3 times higher than Medical Interventionists ( $\geq$  2.55 mSv).

**KEYWORDS:** absorbed dose, nuclear medicine, interventionism, medical technologist.

## LISTA DE TABLAS

Tabla Nro. 1:	Sexo según la muestra .....	50
Tabla Nro. 2:	Edad según la muestra .....	51
Tabla Nro. 3:	Grupos etarios según la muestra .....	52
Tabla Nro. 4:	Peso según la muestra .....	53
Tabla Nro. 5:	Talla según la muestra .....	54
Tabla Nro. 6:	Índice de masa corporal según la muestra .....	55
Tabla Nro. 7:	Estado nutricional de la muestra .....	56
Tabla Nro. 8:	Lugar de trabajo según la muestra .....	57
Tabla Nro. 9:	Servicio según la muestra .....	58
Tabla Nro. 10:	Dosis absorbida según la muestra .....	59
Tabla Nro. 11:	Dosis absorbida en Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo de salud de lima Metropolitana durante el año 2017.....	60
Tabla Nro. 12:	Dosis absorbida en Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo de salud de lima Metropolitana durante el año 2017, según el sexo....	62
Tabla Nro. 13:	Dosis absorbida en Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo de salud de lima Metropolitana durante el año 2017, según edad. ....	64
Tabla Nro. 14:	Dosis absorbida en Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo de salud de lima Metropolitana durante el año 2017, según el IMC.....	66
Tabla Nro. 15:	Dosis absorbida en Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo de salud de lima Metropolitana durante el año 2017, según el lugar de trabajo. ....	68
Tabla Nro. 16:	Dosis absorbida en Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo de salud de lima Metropolitana durante el año 2017, según el servicio.	70

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico Nro. 1:	Sexo de la muestra.....	50
Gráfico Nro. 2:	Grupos etarios de la muestra.....	52
Gráfico Nro. 3:	Estado nutricional de la muestra. ....	56
Gráfico Nro. 4:	Lugar de trabajo de la muestra.....	57
Gráfico Nro. 5:	Servicio de la muestra.....	58
Gráfico Nro. 6:	Dosis absorbida de la muestra.....	61
Gráfico Nro. 7:	Dosis absorbida en Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo de salud de lima Metropolitana durante el año 2017, según el sexo...63	
Gráfico Nro. 8:	Dosis absorbida en Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo de salud de lima Metropolitana durante el año 2017, según la edad...65	
Gráfico Nro. 9:	Dosis absorbida en Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo de salud de lima Metropolitana durante el año 2017, según el IMC... 67	
Gráfico Nro. 10:	Dosis absorbida en Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo de salud de lima Metropolitana durante el año 2017, según el lugar de trabajo.....	69
Gráfico Nro. 11:	Dosis absorbida en Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo de salud de lima Metropolitana durante el año 2017, según el servicio.	71

## ANEXOS

ANEXO Nro. 1:	“Consentimiento Informado”.....	81
ANEXO Nro. 2:	“Ficha de Recolección de Datos”.....	83

## ÍNDICE

<b>CARÁTULA</b> .....	01
<b>HOJA DE APROBACIÓN</b> .....	02
<b>DEDICATORIA</b> .....	03
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	04
<b>RESUMEN</b> .....	05
<b>ABSTRACT</b> .....	06
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	07
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b> .....	08
<b>INTRODUCCION</b> .....	10
<b>CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	
1.1. Planteamiento del Problema.....	11
1.2. Formulación del Problema	
1.2.1. Problema General.....	14
1.2.2. Problemas Específicos.....	14
1.3. Objetivos	
1.3.1. Objetivo General.....	15
1.3.2. Objetivos Específicos.....	15
1.4. Justificación.....	16
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	
2.1. Bases Teóricas.....	17
2.2. Antecedentes	
2.2.1. Antecedentes Internacionales.....	39
2.2.2. Antecedentes Nacionales.....	42
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b>	
3.1. Diseño del Estudio.....	45
3.2. Población.....	45
3.2.1. Criterios de Inclusión.....	45
3.2.2. Criterios de Exclusión.....	46
3.3. Muestra.....	46
3.4. Operacionalización de Variables.....	47
3.5. Procedimientos y Técnicas.....	48
3.6. Aspectos Éticos .....	49
3.7. Plan de Análisis de Datos.....	49
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS ESTADÍSTICOS</b>	
4.1. Descripción de los Resultados.....	50
4.2. Discusión de los resultados.....	72
4.3. Conclusiones.....	75
4.4. Recomendaciones.....	76
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	78
<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA</b> .....	84

## INTRODUCCION

En el Perú, no ha habido investigaciones relacionadas a los niveles de radiación, en los servicios de medicina nuclear e intervencionismo; por tanto, no se tenía un conocimiento adecuado del grado de exposición que tienen los profesionales Tecnólogos Médicos en dichos servicios.

De esta manera, surge esta motivación para realizar un estudio sobre dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente en los servicios de medicina nuclear e intervencionismo, con la intención de constatar si se cumplen con las normas de protección radiológica, y saber en cuál de los dos servicios se tiene un mayor nivel de radiación. Para ello, se utilizó como instrumento principal, los dosímetros personales de cada tecnólogo médico; a eso se añadió, una ficha de recolección de datos, el cual nos ayudará a tener una información más concreta sobre los niveles de radiación anuales de cada servicio, y si estos cumplen con las recomendaciones del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN).

El objetivo de la presente investigación, es poder concientizar a los profesionales que tienen contacto directo con radiación ionizante, y presentar recomendaciones de acuerdo a cada servicio; pues, cada servicio presenta funciones diferenciadas bajo una misma finalidad, la cual es el diagnóstico médico.

## **CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Planteamiento del Problema:**

En la actualidad, muchas Instituciones de Salud, vienen difundiendo con gran éxito los procedimientos que se efectúan con técnicas como el SPECT que utiliza rayos gamma, de igual manera tenemos la técnica PET cuyo objetivo es medir la actividad metabólica en el cuerpo. Ambas técnicas de medicina nuclear ayudan con el diagnóstico morfológico de tumores del sistema nervioso. De igual manera, se viene desarrollando el servicio de intervencionismo con procedimientos cardiológicos, ante estos sucesos se busca una adecuada vigilancia de los tecnólogos médicos en relación a protección radiológica. (1).

Con la presente investigación se pretende, evaluar la exposición a radiaciones ionizantes en procedimientos radiológicos en los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en instituciones de salud de Lima Metropolitana en el año 2017.

Hemos tenido a nuestro alcance, el Estudio efectuado por el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de las Radiaciones Atómicas (UNSEAR 2008), la misma que sobre la exposición médica indica, que en el mundo diariamente se llevan más de un millón de procedimientos de radiología diagnóstica, siendo cerca de 100,000 relacionadas a la medicina nuclear. (2).

En nuestro país, si bien se encuentra reglamentado el uso de protección radiológica, en los servicios de medicina nuclear e intervencionismo, no es aplicado frecuentemente por los Tecnólogos Médicos que laboran en los centros de salud.

Sin embargo, la exigencia de evaluar mediante reportes dosimétricos se efectúa en intervalos mensuales y en forma obligatoria por el personal a cargo (3).

En este sentido, el monitoreo de la dosis de radiación recibida por los Tecnólogos Médicos- es de importancia ética y legal. Es así, que consideramos que la protección radiológica y su uso adecuado, resulta también de vital importancia para evitar la sobre exposición a las radiaciones ionizantes y pueda observarse daños físicos o biológicos en el futuro.

La protección radiológica es el conjunto de medidas establecidas por los organismos competentes, para la utilización segura de las radiaciones ionizantes y garantizar la protección de los individuos, de sus descendientes, de la población en su conjunto, así como del medio ambiente, frente a los posibles riesgos que se deriven de la exposición a las radiaciones ionizantes.

Es por eso, que los riesgos radiológicos que el uso de la radiación y de materiales radiactivos puede afectar al medio ambiente, deben evaluarse y controlarse mediante la aplicación de normas de seguridad.

Para ello, estas normas de seguridad estas regidas por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), que es una asociación dedicada a fomentar el progreso de la ciencia de la protección radiológica para beneficio público (4).

La dosis de radiación recibida por un individuo al permanecer en contacto con un emisor o generador de radiaciones ionizantes, va a depender de tres factores también importantes: Tiempo, distancia, blindaje (4).

## **1.2. Formulación del Problema:**

### **1.2.1. Problema General:**

¿Cuánto es la dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente en los Tecnólogos Médicos según la lectura de los reportes dosimétricos personales de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en instituciones de salud de Lima Metropolitana?

### **1.2.2. Problemas Específicos:**

- ¿Cuánto es la dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente según la lectura de los reportes dosimétricos personales, en los Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en instituciones de salud de Lima Metropolitana, según el sexo?
- ¿Cuánto es la dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente según la lectura de los reportes dosimétricos personales, en los Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en instituciones de salud de Lima Metropolitana, según la edad?
- ¿Cuánto es la dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente según la lectura de los reportes dosimétricos personales, en los Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en instituciones de salud de Lima Metropolitana, según el Índice de Masa Corporal - IMC?

- ¿Cuánto es la dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente según la lectura de los reportes dosimétricos personales, de los Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en instituciones de salud de Lima Metropolitana, según el lugar de trabajo?
- ¿Cuánto es la dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente según la lectura de los reportes dosimétricos personales, de los Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en instituciones de salud de Lima Metropolitana, según el servicio donde ejercen?

### **1.3. Objetivos:**

#### **1.3.1. Objetivo General:**

Determinar la dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente según la lectura de los reportes dosimétricos personales en los Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en instituciones de salud de Lima Metropolitana, en el año 2017.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos:**

- Determinar la dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente según la lectura de los reportes dosimétricos personales, en los Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en instituciones de salud de Lima Metropolitana,

según el sexo.

- Determinar la dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente según la lectura de los reportes dosimétricos personales, en los Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en instituciones de salud de Lima Metropolitana, según la edad.
- Determinar la dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente según la lectura de los reportes dosimétricos personales, en los Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en instituciones de salud de Lima Metropolitana, según el Índice de Masa Corporal – IMC.
- Determinar la dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente según la lectura de los reportes dosimétricos personales, en los Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en instituciones de salud de Lima Metropolitana, según el lugar donde de trabajo.
- Determinar la dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente según la lectura de los reportes dosimétricos personales, en los Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en instituciones de salud de Lima Metropolitana, según el servicio donde ejercen.

#### **1.4. Justificación:**

En base al objetivo principal, la finalidad de esta investigación es la de

determinar la dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente, según los intervalos de los reportes dosimétricos mensuales de los Tecnólogos Médicos en los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en instituciones de salud de Lima Metropolitana, suscitado en el año 2017.

Entonces, tenemos que el presente trabajo, se justifica porque usualmente los Tecnólogos Médicos no cuentan con una información adecuada respecto a los reportes dosimétricos y la protección radiológica necesaria. Esto, para que podamos verificar de una manera más adecuada y sistemática, los niveles de radiación de los Tecnólogos Médicos que desarrollan sus labores en Medicina Nuclear e intervencionismo, ya que son los servicios con mayor concentración de procedimientos en el área de diagnóstico.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Bases Teóricas:**

#### **Radiaciones ionizantes**

Se define una radiación como ionizante cuando al interaccionar con la materia produce la ionización de la misma; es decir, origina partículas con carga eléctrica (iones). El origen de estas radiaciones es siempre atómico, pudiéndose producir tanto en el núcleo del átomo como en los orbitales y pudiendo ser de naturaleza corpuscular (partículas subatómicas) o electromagnética (rayos X, rayos gamma ( $\gamma$ )).

Las radiaciones ionizantes de naturaleza electromagnética, son similares en naturaleza física a cualquier otra radiación electromagnética, pero con una energía fotónica muy elevada (altas frecuencias, bajas longitudes de onda) capaz de ionizar los átomos.

Las radiaciones corpusculares están constituidas por partículas subatómicas que se mueven a velocidades próximas a la de la luz.

Existen varios tipos de radiaciones emitidas por los átomos, siendo las más frecuentes: la desintegración, la desintegración " $\beta$ ", la emisión " $\gamma$ " y la emisión de rayos X y neutrones. Las características de cada radiación varían de un tipo a otro, siendo importante considerar su capacidad de ionización y su capacidad de penetración, que en gran parte son consecuencia de su naturaleza. (5).

## **Servicios de Radiología.**

### **1. Medicina Nuclear.**

Constituye una subespecialidad del campo de las imágenes médicas, que utiliza cantidades muy pequeñas de material radioactivo para diagnosticar y determinar la gravedad, o para tratar, una variedad de enfermedades, incluyendo varios tipos de cánceres, enfermedades cardíacas, gastrointestinales, endocrinas, desórdenes neurológicos, y otras anomalías dentro del cuerpo. Debido a que los procedimientos de medicina nuclear pueden detectar actividades moleculares dentro del cuerpo, ofrecen la posibilidad de identificar enfermedades en sus etapas tempranas, como así también las respuestas inmediatas de los pacientes a las intervenciones terapéuticas. (6)

## **2. Intervencionismo**

La Radiología Intervencionista, que se basa en la realización de procedimientos mínimamente invasivos guiados por imágenes, está cobrando cada vez más importancia en el diagnóstico de enfermedades y se está convirtiendo en una excelente alternativa al tratamiento quirúrgico de muchas condiciones médicas.

### **Principales Procedimientos en Radiología Intervencionista**

**Angiografía.** Examen de rayos X de las arterias y venas para diagnosticar estrechamientos y otros problemas que puede haber en los vasos sanguíneos.

**Angioplastia con balón.** Con un pequeño balón que se introduce en los vasos sanguíneos se abren los estrechamientos y bloqueos.

**Drenaje y colocación de stent biliar.** En el drenaje biliar se usa un *stent* (un pequeño tubo de malla) para abrir conductos obstruidos y así permitir que la bilis salga del hígado.

**Acceso venoso central.** Un acceso venoso central consiste en un tubo que se introduce en un vaso sanguíneo para administrar medicamentos o sustancias nutritivas directamente a través del sistema sanguíneo y/o para extraer sangre.

**Quimioembolización.** Se entiende por quimioembolización la administración de medicamentos que combaten el cáncer en el propio lugar donde éste se encuentra.

**Embolización.** En una embolización se introducen agentes que provocan la coagulación de la sangre, como pequeñas espirales, partículas de

plástico, material colágeno u otros en los vasos que se quieran cerrar, como los que están dando lugar a una hemorragia o que suministran sangre a un fibroma uterino.

**Cateterización de la trompa de Falopio.** En este tratamiento contra la infertilidad se usa un catéter para abrir las trompas de Falopio bloqueadas sin necesidad de cirugía.

**Tubo de gastrostomía.** Un tubo de gastrostomía es un tubo de alimentación que se introduce en el estómago de los pacientes que no pueden ingerir suficiente alimento por la boca.

**Mantenimiento del acceso de hemodiálisis.** Para abrir los accesos de hemodiálisis obstruidos se puede realizar una angioplastia o una trombólisis con el fin de poder usar estos accesos para llevar a cabo una hemodiálisis en casos de problemas renales.

**Telangiectasia hemorrágica hereditaria (THH).** La THH o síndrome de Rendu-Osler-Weber es un trastorno genético hereditario de los pequeños vasos sanguíneos que afecta a uno de cada 2.500 – 40.000 personas en Europa, aunque hay diferencias regionales.

**Biopsia con aguja.** La biopsia con aguja, una alternativa a la biopsia quirúrgica, es un examen diagnóstico que permite detectar el cáncer de mama, de pulmón y otros tipos de cáncer.

**Ablación por radiofrecuencia.** En la ablación por radiofrecuencia se usa la energía de las ondas de radio para destruir los tumores cancerígenos.

**Stents.** Un stent es un pequeño tubo de malla de plástico o acero inoxidable que se usa para tratar diferentes procesos.

**Stents cubiertos (stent grafts).** Con un *stent graft* se refuerza la zona rota

o dilatada de una arteria (aneurisma).

**Trombolisis.** Una trombolisis es la disolución de un coágulo de sangre a través de una inyección de un agente trombolítico (que disuelve los coágulos) en la zona donde se encuentra el propio coágulo.

**Shunt transyugular intrahepático Portosistémico (TIPS).** En este procedimiento se restaura el flujo de sangre a nivel hepático, con lo que se previenen las hemorragias e incluso se puede salvar la vida de pacientes con un grave mal función del hígado.

**Embolización de la arteria uterina.** Con una embolización de la arteria uterina se pueden parar las peligrosas hemorragias post-parto, evitando la necesidad de realizar una histerectomía (la extirpación del útero).

**Embolización de mioma uterino.** Para tratar los miomas uterinos (dolorosos tumores benignos, en muchos casos de gran tamaño) se lleva a cabo una embolización de las arterias que alimentan el tumor.

**Vertebroplastia.** La vertebroplastía es un procedimiento ambulatorio para tratar por ejemplo fracturas de la columna vertebral llevada a cabo bajo sedación consciente que consiste en la introducción de una aguja a través de una pequeña incisión en la espalda del paciente.

**Así mismo la dosis de radiación por procedimiento por fluroscopia intervencionista es de 5-70 mSv.(7)**

## **TECNÓLOGO MÉDICO EN RADIOLOGÍA**

La especialidad de Radiología, en la actualidad, engloba diferentes áreas de desempeño profesional del Tecnólogo Médico, como son: Radiodiagnóstico, Medicina Nuclear, Tomografía Computarizada,

Resonancia Magnética, Radioterapia y Ultrasonido. Dentro de los profesionales existentes en todo Departamento o Servicio de Radiología en nuestro país se encuentra el Lic. en Tecnología Médica en el área de Radiología. Este profesional universitario de las ciencias de la salud, con formación científica, tecnológica y humanística y con principios éticos y morales, es el encargado de crear, planificar, modificar, ejecutar, y evaluar continuamente métodos, procedimientos y tecnologías en la aplicación de la radiación ionizante y no ionizante, para la obtención de imágenes de ayuda diagnóstica y/o tratamiento, dosificándola racionalmente permitiendo contribuir al fomento, promoción, recuperación y rehabilitación de la salud. Siendo sus especialidades las de Radiología Convencional y Especializada, Medicina Nuclear, Ultrasonografía, Tomografía Computarizada, Mamografía, Radiología Intervencionista, Resonancia Magnética y Radioterapia. Tiene 4 áreas funcionales: asistencial, administrativo, docencia e investigación. (8)

### **PROTECCIÓN DEL OPERADOR**

Las principales reglas que el operador debe de cumplir son:

**Distancia:** El operador debe alejarse de la fuente de radiación puesto que su nivel de intensidad disminuye con la distancia.

**Blindaje:** Mediante el uso de las pantallas protectoras entre la fuente de radiación y el personal, éstas generalmente son muros de hormigón, láminas de plomo o acero o cristales a base de plomo.

**Tiempo:** Tratar de estar el menor tiempo posible y disminuir la exposición a las radiaciones.

## **ACCIDENTES RADIOLÓGICOS**

a) Irradiación externa

b) Contaminación radioactiva: Interna y Externa

### **RADIACIÓN EXTERNA**

La fuente de irradiación permanece en el exterior del organismo irradiado

- Radiación fotónica: Rayos x o gamma.
- Partículas: Electrones, protones, neutrones, etc.
- Mixta: Fotónica más partículas.

Según su extensión puede ser:

- Global (todo el cuerpo).
- Parcial (irradiación de cabeza o tronco).
- Localizada (irradiación de extremidades).

La irradiación externa se detiene cuando la fuente de radiación está blindada o la persona sale del campo de irradiación.

### **CONTAMINACIÓN**

Se entiende por contaminación la presencia de sustancias y/o formas de energía en cantidades mayores de las que se podría esperar en un lugar concreto. La contaminación radioactiva es la presencia de sustancias radioactivas en un medio y/o personas por encima de determinados valores.

#### **LA CONTAMINACIÓN RADIATIVA EXTERNA**

Se puede producir cuando la sustancia radiactiva presente en el aire (polvo, líquidos) se deposita sobre la superficie exterior del cuerpo (piel, anexos, mucosas) desde la cual lo irradia. Generalmente, este tipo de material radiactivo puede eliminarse del organismo por simple lavado.

## **LA CONTAMINACIÓN RADIATIVA INTERNA**

La sustancia radiactiva penetra al organismo por diferentes vías (digestiva, inhalatoria, lesiones cutáneas o piel intacta), o entra de algún modo en el torrente sanguíneo (por ejemplo inyecciones), esta sustancia se distribuye en los fluidos corporales produciendo una irradiación interna.

Debe considerarse la protección frente a la exposición a radiación externa, que es la exposición frente a fotones y partículas radioactivas y; la contaminación radioactiva interna transferida desde la contaminación radiactiva de superficie. Esta protección se realiza mediante el establecimiento de límites para niveles conocidos de exposición a la radiación y contaminación radioactiva.

### **Efectos Biológicos**

En general todas los tipos de radiación ionizante producen daños en el área expuesta; pero sin embargo, la eficacia con la que se producen las reacciones tisulares varía con la densidad de ionización en el recorrido de la radiación con la denominada transferencia lineal de energía. La eficacia biológica relativa (EBR) de los rayos alfa y neutrones por unidad de energía absorbida es más elevada que los rayos x o gamma. Las diferencias básicas de las radiaciones ionizantes desde el punto de vista biológico, se refieren a su alcance dentro del tejido; esto es, la profundidad que pueden alcanzar dentro del tejido y la forma en que constituyen radicales libres y por consiguiente pierden energía a lo largo de su recorrido. Los efectos de las radiaciones ionizantes en un organismo, generalmente se pueden dividir en tres partes: Agudos, a largo plazo y genético. Los efectos biológicos de la radiación pueden ser agrupados en dos tipos: efectos deterministas

(reacciones tisulares) y efectos estocásticos (cáncer y efectos hereditarios).

### **EFFECTOS PRECOCES.**

Todo va depender de la dosis recibida y del volumen y tipo de tejidos irradiados. El llamado síndrome de radiación aguda provoca en un primer periodo náuseas, vómitos e incluso diarreas; en una segunda fase, un periodo de aproximadamente una semana, aparece un relativo bienestar; y posteriormente se entra a un tercer periodo, en el que aparece la fiebre, síntomas intestinales y se llega a caer el cabello. En una exposición a dosis muy elevadas aparecen síntomas inherentes al edema pulmonar, y puede producirse la muerte al cabo de uno o dos días. Si se sobrevive a la fase tóxica, la recuperación empieza a partir de la quinta semana y se completa después de un largo período de convalecencia.

### **EFFECTOS TARDÍOS**

Son muy temidos ya que suelen aparecer muchos años más tarde. Dentro de los efectos tardíos se encuentran: Los efectos determinísticos y los estocásticos.

### **EFFECTOS DETERMINÍSTICOS**

Los efectos determinísticos ocurren cuando ha habido una pérdida de función tisular, usualmente como resultado de muerte celular o pérdida del potencial mitótico. El número de células afectadas aumenta rápidamente con la dosis, y el daño de la función tisular se hace evidente por encima de una dosis umbral, la cual es específica para cada tejido. Los procedimientos diagnósticos de Medicina Nuclear están por debajo de la dosis umbral para efectos determinísticos, mientras que la dosis umbral es explotada para la Terapia con Radionúclidos, e idealmente está excedida solamente para el

tejido blanco. La dosis umbral está influenciada por la tasa de dosis: las tasas bajas de dosis permiten tiempo para actuar a los mecanismos de reparación y a la repoblación celular. En la Terapia con radionúclidos, la entrega de dosis es prolongada por la biocinética del radiofármaco y el decaimiento del radionúclido, lo cual reduce la probabilidad y severidad del daño tisular concomitante. En Radioterapia se logra el mismo efecto fraccionando la exposición para minimizar los efectos indeseados en tejidos sanos. Para la mayoría de los tejidos, las dosis umbrales van desde unos pocos Grays administrados como una única dosis, hasta 0.5 Gy/año para exposiciones fraccionadas.

Los tejidos más sensibles para efectos determinísticos son:

- La médula ósea
- Los testículos
- El cristalino del ojo.

Aunque la piel no es particularmente radiosensible, es de interés en Medicina Nuclear debido a la posibilidad de alta exposición accidental por contaminación localizada. El umbral para ulceración transitoria se estima en 1 Gy a una profundidad promedio de 1 cm.

## **EFFECTOS ESTOCÁSTICOS**

Los efectos estocásticos son eventos probabilísticos, no tienen un umbral y su probabilidad de ocurrencia aumenta con la dosis. Se consideran graves, equivalentes a un evento fatal. Se producen por daño al ADN (mutación en un oncogén o en un gen supresor de tumores), el cual puede derivar en la producción de cáncer o teratogénesis.

## **A. EFECTOS ESTOCÁSTICOS SOMÁTICOS**

Si la célula que ha sido modificada tras la irradiación es una célula somática, el efecto se pondrá de manifiesto en el individuo que ha sido expuesto a la radiación.

El de mayor relevancia, tras exposición a dosis bajas de radiación es el posible desarrollo de cáncer. Se dispone de información procedente de estudios epidemiológicos en supervivientes de las bombas atómicas de Hiroshima y Nagasaki y a personas expuestas a radiación externa o a radionúclidos por motivos médicos u ocupacionales. Estos estudios aportan información cuantitativa sobre el riesgo de cáncer a dosis intermedias o altas. A niveles bajos de exposición, es necesario hacer estimaciones mediante extrapolaciones de los datos de dosis altas.

## **B. EFECTOS ESTOCÁSTICOS HEREDITARIOS**

Si la célula que se ha modificado tras la radiación es una célula germinal, el efecto no se pondrá de manifiesto en el individuo expuesto sino en su descendencia. Hasta el momento, no se ha demostrado la inducción por radiación de enfermedades genéticas (hereditarias) en las poblaciones humanas expuestas a la radiación ionizante. Sin embargo, la radiación ionizante es un mutágeno universal por lo que parece poco probable que los humanos sean una excepción.

## **EFECTOS GENÉTICOS**

Las mutaciones se producen por cualquier cambio súbito en un gen o un Cromosoma. Pueden deberse a actores externos, como la radiación, o producirse espontáneamente. La radiación en los órganos reproductores puede dañar el ADN de los espermatozoides o los óvulos. Ello podría

provocar una anomalía en los descendientes de la persona irradiada. Sin embargo no existe una certeza de que ocurran tales efectos por lo que todos los efectos genéticos se consideran como estocásticos.

Para disminuir los efectos de la radiación se tiene que cumplir con medidas de protección.

## **RADIOPROTECCIÓN**

Es el conjunto de medidas llevadas a cabo con el fin de disminuir los efectos determinísticos y evitar los efectos estocásticos produce en el organismo humano. Dicha absorción de energía, va a dar lugar a efectos nocivos directos (efecto ionizante de los electrodos sobre las células) e indirectos (formación e radicales libres) sobre el ser humano, y se caracterizan por:

- Producirse al azar
- Ser inespecíficos
- No ser selectivos
- Aparecer tras un determinado periodo de latencia. (9)

## **MEDIDAS DE LA RADIACIÓN**

Básicamente se utilizan dos parámetros para definir varios términos de la medida de la radiación: (i) La ionización de la materia producida por la radiación; y, (ii) la energía proveniente de la radiación absorbida por la materia. De estos dos conceptos básicos se han derivado distintos tipos de medida de la radiación.

Se han desarrollado diferentes unidades y medidas por parte de la Comisión Internacional de Protección Radiológica, la Comisión Internacional de Unidades y Medidas de la Radiación y organismos similares. Existen tres unidades inconfundibles entre las principales formas

de medida de la radiación: El roentgen o unidad de exposición a la radiación, el rad o unidad de dosis de radiación absorbida, y el rem o unidad de dosis biológicas. Estas tres unidades eran utilizadas en el sistema tradicional de medidas y han sido reemplazadas por las unidades del Sistema Internacional (SI).

Los conceptos más importantes para determinar los sistemas de exposición a la radiación son la dosis absorbida, dosis equivalente y dosis efectiva.

### **Energía cinética liberada por unidad de masa en aire ionizado (K).**

En radiodiagnóstico, la exposición (R) y la dosis absorbida (rad) son en general numéricamente similares, pero cuando se utiliza el SI, transformar la exposición en dosis absorbida exige la necesidad de utilizar factores de conversión. Por esta razón, en lugar de la exposición, se utiliza la magnitud conocida como Kerma (kinetic energy released per unit of mass).

El Kerma en aire se define como la energía cinética (en Joules [J]) transferida por los fotones de rayos X a los electrones liberados por unidad de masa (kg) de aire ionizado. Su unidad, según el SI, es el Gy (que es igual a J/kg).

### **RELACIÓN ENTRE DOSIS ABSORBIDA Y EXPOSICIÓN**

Es posible calcular la dosis absorbida en un material si se conoce la exposición

$$D [\text{Gy}] = f \text{ por } X [\text{C kg}^{-1}]$$

f = coeficiente de conversión, dependiente del medio.

El KERMA (kinetic energy released in a material)

$$K = dE_{\text{trans}} / dm$$

Donde  $dE_{\text{trans}}$  es la suma de las energías cinéticas iniciales de todas las

partículas cargadas ionizantes liberadas por partículas ionizantes sin carga en un material de masa  $dm$ . La unidad del SI de Kerma es el julio por kilogramo (J/kg), llamado gray (Gy).

En radiodiagnóstico, Kerma y D son iguales.

### **Dosis Absorbida**

La Dosis Absorbida es la energía absorbida por unidad de masa en un determinado punto. Es una magnitud genérica, definida para cualquier tipo de radiación o material. Es la magnitud física básica de dosis y se utiliza para todos los tipos de radiación ionizante y cualquier geometría de irradiación.

$$D = \frac{d\varepsilon}{dm}$$

### **Dosis equivalente.**

La dosis equivalente es la dosis al órgano corregida por un factor de ponderación del tipo de radiación que tiene en cuenta la eficacia biológica relativa de la radiación incidente para producir efectos aun no determinados. Este tipo de dosis, introduce factores de peso que ponderan estos efectos biológicos en función de la radiación.

$$HT = \sum WR \cdot DT,R$$

### **Dosis Efectiva**

Es una magnitud definida como la suma ponderada de las dosis equivalentes a todos los tejidos y órganos pertinentes con el fin de indicar la combinación de diferentes dosis en diferentes tejidos de manera que sea

posible la correlación con el total de los efectos estocásticos. Esto es, por tanto, aplicable, aunque la distribución de la dosis absorbida por el cuerpo humano no sea homogénea. La dosis efectiva permite diferenciar dos estudios realizados con iguales parámetros radiológicos, pero que en diferentes partes del cuerpo tendrán valores diferentes por irradiar órganos distintos. (10).

### **Límite de Dosis**

Es el valor de la dosis efectiva o la dosis equivalente recibida por individuos que no debe ser excedida a causa de exposiciones planificadas.

Los límites de dosis son valores que nunca deben ser sobrepasados y que pueden ser rebajados de acuerdo con los estudios de optimización adecuados y se aplican a la suma de las dosis recibidas por exposición externa e interna en el periodo considerado.

Conforme se dispone en el Anexo I, numeral 1 del Reglamento de Seguridad Radiológica – Decreto Supremo N.º 009-97-TR, las dosis de los trabajadores expuestos ocupacionalmente deben limitarse de modo que no excedan los 20 mSv de dosis efectiva en un año, como promedio, en un período de 5 años consecutivos.(10)

### **Normativa técnica de protección radiológica:**

Las funciones de regulación y control del uso seguro de las fuentes de radiaciones ionizantes a nivel nacional son ejercidas por la Oficina Técnica de la Autoridad Nacional (OTAN), de conformidad con las funciones establecidas por Decreto Ley 21875, Ley 28028 – Ley de Regulación del

Uso de las Fuentes de Radiación Ionizante y por el Reglamento de la Ley 28028, así como por la Ley 27757 que le encarga el rol controlador de las importaciones de fuentes de radiación ionizante, sean éstas nuevas, usadas o repotenciadas:

**Norma Técnica IR.003.2013** "Requisitos de Protección Radiológica en Diagnóstico Médico con Rayos X" (R.P. 123-13-IPEN/PRES)

**Norma Técnica IR.002.2012** "Requisitos de Protección Radiológica y Seguridad en Medicina Nuclear" (R.P. 048-12-IPEN/PRES) (11)

## **PRINCIPIOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA**

La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) es un cuerpo internacional de expertos en radiación, los cuales examinan y reportan los asuntos de protección radiológica. Durante muchos años desde su inicio, la ICRP ha desarrollado un sistema de protección radiológica se ha difundido y ha ganado aceptación, sus guías y recomendaciones de protección de la ICRP puede ser resumido bajo 2 categorías: prácticas e intervención.

En la categoría "Prácticas", el uso de la radiación debe estar sujeto a tres criterios principales:

- Justificación, para ello se entiende que el beneficio neto del individuo o la sociedad expuesta a la radiación debe al menos compensar el daño de la radiación. Ninguna práctica que entrañe la exposición de los individuos a las radiaciones ionizantes, debe ser admitida a menos que su introducción, comparada con el detrimento que provoca, produzca suficiente beneficio o las personas expuestas a la sociedad. Se aplica a cualquier práctica y tipo

de exposición.

- Optimización, para ello la cantidad de exposición y la cantidad de personas expuestas deben mantenerse tan bajas como sea razonablemente posible teniendo en cuenta los factores sociales y 26 económicos (principio de ALARA).

- Limitación, con lo cual la exposición de los individuos, excluyendo los de la práctica médica, debe estar sujeta a dosis límites. El riesgo de exposiciones potenciales debe ser controlado.

En la categoría "Intervención": (medidas para reducir la exposición de fuentes de radiación existentes), esto debe estar sujeto a un criterio similar.

Justificación, el efecto potencial de la intervención propuesta debe minimizar cualquier efecto dañino posible y costos económicos.

Optimización, la intervención propuesta debe ser optimizada en términos de forma, escala y duración.

Energía cinética liberada por unidad de masa en aire ionizado (K) (12)

### **Respuesta de la OMS**

La Organización Mundial de la Salud - OMS ha establecido un programa sobre las radiaciones para proteger a los pacientes, los trabajadores y la población contra los riesgos para la salud de la exposición planificada, existente o de emergencia a la radiación. El programa se centra en los aspectos de salud pública de la protección contra la radiación y abarca actividades relacionadas con la evaluación, la gestión y la comunicación de los riesgos.

De conformidad con su función básica de "establecer normas y promover y

seguir de cerca su aplicación en la práctica”, la OMS ha cooperado con otras siete organizaciones internacionales en la revisión y actualización de las normas internacionales básicas de seguridad de la radiación. La OMS adoptó las nuevas normas en 2012 y en la actualidad está prestando apoyo a su aplicación en los Estados Miembros de la Organización (13)

### **La Dosimetría**

La dosimetría es la medición personal de la exposición de los Rayos X, Gamma u otro tipo de radiación, que se usa en el diagnóstico o tratamiento, por parte de los Tecnólogos Médicos, la misma que son regulados por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP).

La dosimetría personal es el medio de vigilancia que utilizan los Tecnólogos Médicos para tener atención respecto a los niveles de radiación ionizantes a los que son expuesto.

En los últimos años se ha visto la propagación de empresas relacionadas al servicio de la dosimetría personal, que utilizan películas termoluminiscentes y de estimulación óptica.

Estas empresas proporcionan información para asuntos médicos-jurídicos, proporcionando seguridad a los trabajadores expuestos a radiación ionizantes ante posibles problemas legales.

1. Aparatos diseñados para detectar la radiación.
2. La sensibilidad proporciona información sobre los niveles de radiación, sean estos niveles de baja radiación o de alta.
3. La precisión. Proporciona mayor exactitud en relación a la radiación detectada.

El dosímetro debe tener estas dos características, para dar una información adecuada.

Cabe señalar, que los dosímetros personales no ofrecen ningún tipo de protección frente a las radiaciones ionizantes, sino que su función principal es la de medir la cantidad de radiación por parte de su portador, en este caso, los Tecnólogos Médicos.

### **La finalidad del uso del dosímetro.**

- Garantizar el cumplimiento con el sistema de limitación de dosis.
- Proporcionar una información adecuada en relación a la radiación ionizante.
- Verificar el uso adecuado de las radiaciones ionizantes.
- Permite un adecuado control a corto o mediano plazo en relación a las exposiciones en los servicios de medicina nuclear e intervencionismo.
- Proporcionar datos a futuros estudios epidemiológicos que puedan ayudar a la protección radiológica.

### **Reportes dosimétricos.**

- La información recaudada por el servicio especializado en dosimetría, deben ser cuidadosamente resguardados para poder verificar los niveles de radiación. Estos archivos deben ser considerados como información pública.

### **Cualidades que deben poseer un dosímetro personal.**

- Deben adaptarse a los procesos realizados por los Tecnólogos Médicos,

evitando inmiscuirse en las tareas diarias que éstos realicen.

- Deben estar protegidos contra todo tipo de agentes externos como la humedad, polvo, calor u otra condición ambiental.

- El uso del dosímetro debe ser permanente a la hora de ejecutar procedimientos radiológicos.

- Debe colocarse en un lugar representativo de la parte más expuesta del cuerpo, generalmente a la altura del Tórax, en caso, sea irradiado este debe ser reemplazado inmediatamente.

- El dosímetro debe ser de uso personal, no puede ser utilizado por ninguna otra persona que no sea el titular.

### **Desempeño de un sistema dosimétrico.**

- Cuando una empresa presta el servicio de dosimetría a los Tecnólogos Médicos, deben someterse a los controles de calidad dosimétricas.

- Este proceso se realizará enviando una cantidad de dosímetros para que sean expuestos de manera controlada a radiación ionizantes, para posteriormente hacer una calibración adecuada para que se le devuelva al servicio encargado de evaluar la dosis a ciegas.

### **Referencias en relación a los niveles de radiación.**

- Estas referencias se brindan en relación a un programa de protección radiológica.

- Nivel de registro.
- Nivel de investigación
- Nivel de intervención. (14)

## **Tipos de Sistemas Dosimétricos**

Los dosímetros pueden ser pasivos o activos, estos pueden presentar ventajas y desventaja propias de su funcionamiento.

### **Dosímetros Termoluminiscentes - TLD.**

Es un fenómeno producido por la radiación ionizante inducida sobre los electrones libres de un determinado mineral. La intensidad de la luz liberada, tiene relación directa con la exposición a la radiación sufrida por el material.

### **Característica del TLD**

- La sensibilidad y exactitud para la vigilancia del personal expuesto o el medio ambiente.
- Disponibilidad comercial.
- Disponibilidad de materiales con excelente estabilidad.
- Facilidad de procesamiento.
- Reutilizable.

### **Dosímetros Foto luminiscentes.**

La fotoluminiscencia se basa en la formación de centros luminiscentes inducidos en cristales de fosfato con impurezas de plata.

La Ventajas de este dosímetro es la integración permanente y a largo plazo de la información de la dosis.

### **Dosímetro Eléctrico.**

Son exclusivos para la dosimetría personal disponiendo de un dispositivo de Geiger –Müller que detecta fotones por encima 30 KeL- Rayos X.

Los dispositivos electrónicos pueden dar una información más rápida en comparación de los otros dosímetros expuestos.

### **Dosímetro de Bolsillo.**

Los dosímetros de fibra de cuarzo, son utilizados para la vigilancia particular; sin embargo, su comercialización ha disminuido a diferencia de los otros tipos de dosímetros.

Tiene poca sensibilidad a radiaciones ionizantes de dosis alta; por tanto, no ofrece una adecuada protección radiológica.

### **OSL (Optical Stimulated Luminescence).**

La reciente integración de la luminiscencia por estimulación óptica (OSL) a la dosimetría, ha motivado estudios nuevos para saber más sobre esta técnica.

Esta se basa en la luminiscencia emitida de un semiconductor o aislante irradiado, durante una exposición a la luz.

Este método es más confiable que sus antecesores para evaluar exposiciones a radiaciones ionizantes.

### **Ventajas del OSL.**

- No hace falta calentar la muestra del OSL en comparación con el TLD, lo que genera evitar las altas temperaturas lo cual se produce al evitar la radiación de cuerpo negro.
- Mantiene un alto rango de medición.
- Ofrece una capacidad de relectura a la misma muestra o dosímetro de manera completa e independiente.
- Ofrecen información cuantitativa (la determinación de la dosis equivalente recibida por el usuario). (15)

## **2.2. Antecedentes:**

### **2.2.1. Antecedentes Internacionales:**

En el año 2004, en Managua (Nicaragua), se realizó un estudio con el propósito de determinar los niveles de radiación en el personal ocupacionalmente expuesto en el departamento de Radiología. El estudio se llevó a cabo en 36 licenciados, entre los resultados más importantes podemos destacar: la edad del personal, en general tiene una media de 33.03 años, con predominio del sexo femenino (65.7 %). Se realizaron dosimetrías en cuatro grandes períodos, con registro de 127 mediciones del 18-02-02 a 23-10-03, predominando las mediciones en personas del sexo femenino (74.34 %); donde se registran las mediciones en personas con 1 a 3 años trabajando en el departamento de Radiología del Hospital. El Registro de mediciones es específico por períodos y por cargos y los niveles de radiación en el personal ocupacionalmente expuesto se consideran que son menores en relación a las normas establecidas, que se establece como límite de dosis semanal de 0,4 mSv. Como se podrá observar, la dosis de los trabajadores no está por encima del valor límite establecido por la ICRP (Comisión Internacional de Protección Radiológica). El 80% del personal hace uso de chalecos, en los diferentes cargos, quienes a su vez hacen uso de castillos plomados (82.9%), y siempre usan dosímetros (94.30 %) (16).

En el año 2009, en México, se realizó un estudio con el propósito de verificar las condiciones de seguridad e higiene; ubicar los principales riesgos y exigencias laborales; así como elaborar una propuesta de intervención. Se realizó un tipo de estudio observacional, transversal y descriptivo. El estudio se llevó a cabo en 60 personas ocupacionalmente expuestas teniendo como resultado que de los 60 trabajadores catalogados como Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE), de los cuales 19 (31,7%) son técnicos radioterapeutas, 15 (25%) son enfermeras con capacitación en radioterapia, 11 (18,3%) son médicos oncólogos radioterapeutas, 11 (18,3%) son físicos médicos, 3 médicos residentes (5%) y un médico radiólogo (1,7%). En cuanto al género, la mayor parte del POE son mujeres 32 (53,3%) y 28 (46,7%) son varones. Sus edades oscilan entre los 25 y 62 años de edad y predomina el personal más joven, que se encuentra en los grupos de 25 a 44 años, con 46 trabajadores (76,7%) y el resto (14) se ubica en el grupo de 45 y más años (17).

En el año 2010, en Uruguay, se realizó un estudio con el propósito de presentar los resultados del programa de vigilancia en salud ocupacional de los trabajadores universitarios expuestos a radiaciones ionizantes durante el periodo 2003-2006. El estudio se llevó a cabo en la población que participó dentro del programa de vigilancia corresponde a los funcionarios de la UdelaR de diferentes servicios, que estaban expuestos a una fuente radiante. Este, incluyó

a los trabajadores del Hospital Universitario, Hospital de Clínicas Dr. Manuel Quintela. Obteniendo valores dosimétricos que no superaron los valores de referencia admitidos como máximos anuales. La dosis anual máxima recibida fue de 15,72 mili sieverts, correspondiente a las áreas de diagnóstico y tratamiento especializado del Hospital Universitario. Asimismo, más del 75% de los funcionarios sujetos a vigilancia pertenecían al sector de la salud, de los cuales 72,9 % correspondieron al Hospital de Clínicas y 3,6 % a la Facultad de Odontología, del total de trabajadores universitarios expuestos. Los sectores estudiados en el Hospital de Clínicas Dr. Manuel Quintela, correspondieron a áreas de diagnóstico y tratamiento especializado. Se distribuyeron mayoritariamente en los servicios de radiología y medicina nuclear. (18).

En el año 2017, en Brasil, se realizó un estudio con el propósito de identificar los tipos de cargas de trabajo a las que están expuestos los profesionales de enfermería mientras trabajan en medicina nuclear. El estudio se llevó a cabo con ocho trabajadores de enfermería de los servicios de medicina nuclear. Los trabajadores de enfermería estaban expuestos a todas las cargas de trabajo típicas del hacer de la enfermería, sumadas a la carga física de la exposición a la radiación, factor que puede generar desgaste (13).

### **2.2.2. Antecedentes Nacionales:**

En el año 2014, en Lima (Perú), se realizó otro estudio con el propósito de determinar la frecuencia del uso de las normas de protección radiológica en la irradiación de los Tecnólogos Médicos en radiología de los servicios de medicina nuclear de Lima. El estudio se llevó a cabo con 25 Tecnólogos Médicos en radiología. El instrumento utilizado fue el dosímetro INLIGHT, cuya lectura mensual indica la dosis efectiva, dosis del cristalino y piel. Los resultados obtenidos fueron: en cuanto a las normas de protección radiológica, del 100% de los tecnólogos evaluados hacen uso de su dosímetro, el 80% usaban castillo de plomo, el 76% usaban guantes de látex, el 72% tenían más de 2 minutos como tiempo de marcación, sólo el 56% usaban pinzas, el 88% usaban protectores, el 72% empleaban el portajeringa para transportar el fármaco y el 16% también lo utilizaban para inyectar. Todos los Tecnólogos Médicos tuvieron más de 30 segundos como tiempo de inyección y en menos de 45 cm de distancia. Los niveles de radiación obtenidos fueron dosis efectiva  $\leq 20$  mSv, dosis en cristalino  $\leq 150$  mSv y dosis en piel  $\leq 500$  mSv (19)

En el año 2017, en lima Perú, Se realizó otro estudio para determinar la frecuencia del Uso de Medidas de Protección Radiológica en Tecnólogos Médicos del servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Edgardo Rebagliati Martins. El estudio se llevó acabo en 47 tecnólogos médicos, para la obtención de información se utilizó una ficha de recolección de datos y los reportes dosimétricos del

personal ocupacionalmente expuesto. Se obtuvieron como resultados que la muestra estuvo constituida por 70.21% profesionales masculinos y 29.79% femeninos, donde el 100% del personal femenino solo trabaja 150 horas mensuales a diferencia del personal masculino; el 64.3% de las mujeres de la muestra y el 60.6% de los profesionales masculinos utiliza una distancia mayor a 2 metros con respecto al tubo de rayos x como medida de protección radiológica. La medida de Protección Radiológica "Distancia" es usada con mayor frecuencia por aquellos tecnólogos que cursan las edades de 40-49 años (71.4%), con tiempo de servicio de 11-20 años (100%) y que laboran en el área de Rayos X. El 93.6% de los tecnólogos médicos que conforman la muestra usan con mayor frecuencia el mandil plomado y las barreras blindadas fijas como blindaje, resultando de menor interés en profesionales de 60-69 años de edad (83.3%), caso contrario en profesionales de 11-20 años de tiempo de servicio (94.7%), además en áreas con cargas laborales de 21-30 pacientes usan el mandil plomado (100.0%) y barreras blindadas fijas (90.0%) ; de forma similar en aquellas áreas con carga de trabajo de 31-40 pacientes durante 6 horas utilizan el mandil plomado(94.7%) y barreras blindadas fijas (100.0%) como protección frente a la radiación electromagnética ionizante. La dosis de radiación recibida (Efectiva, Equivalente en cristalino y Equivalente en piel) fue en su mayoría menor o igual a 0.18 mSv en profesionales ocupacionalmente expuestos que tomaron como medidas protección radiológica : trabajar solo 150 horas mensuales

(92.5%), Distancia mayor a 2 metros frente al tubo de Rayos X (70.0%), uso de barreras blindadas fijas(100%), mandil plomado (94.9%) y biombo plomado (74.4%). (20).

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. Diseño del Estudio:**

Estudio descriptivo retrospectivo de tipo transversal.

### **3.2. Población:**

Todo Tecnólogo Médico en Radiología de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en las siguientes instituciones de salud de Lima, Perú; durante el periodo de enero a diciembre del 2017. (N=50)

- Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas.
- Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins.
- Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen.
- Hospital Militar Central del Perú.

#### **3.2.1. Criterios de Inclusión:**

- Tecnólogos Médicos en Radiología Ocupacionalmente Expuestos que acepten participar en el estudio, previa firma de un consentimiento informado (Ver Anexo Nro. 1).
- Tecnólogos Médicos en Radiología Ocupacionalmente Expuestos a la radiación ionizante.
- Tecnólogos Médicos en Radiología Ocupacionalmente Expuestos

de los servicios de medicina nuclear o intervencionismo.

- Tecnólogos Médicos en Radiología Ocupacionalmente Expuestos que cuenten con reporte dosimétrico completo correspondiente al año 2017.

### **3.2.2. Criterios de Exclusión:**

- Tecnólogos Médicos en Radiología Ocupacionalmente Expuestos que cumplan jornada laboral menor a la establecida.
- Tecnólogos Médicos en Radiología Ocupacionalmente Expuestos que se encuentren en suplencia cubriendo a otro personal por un tiempo menor a un mes.
- Tecnólogos Médicos en Radiología Ocupacionalmente Expuestos que no cumplan con la norma de protección radiológica IR 003.2013 y/o IR 002.2012.
- Tecnólogos Médicos en Radiología Ocupacionalmente Expuestos que se encuentren en otras áreas que no sean Medicina Nuclear e Intervencionismo.

### **3.3. Muestra:**

No se realizó el cálculo muestral pues se recolectó la información de todos los Tecnólogos Médicos en radiología que cuentan con sus reportes dosimétricos. (n=50).

### 3.4. Operacionalización de Variables:

Variable	Definición Conceptual	Instrumentos de Medición	Escala de Medición	Forma de Registro
<b>Principal:</b> Dosis absorbida	Magnitud para medir la cantidad de radiación ionizante recibida por un tejido	Reporte dosimétrico.	Continua.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Números decimales expresados en mSv</li> </ul>
<b>Secundarias:</b> Sexo.	Conjunto de las peculiaridades gonadales que caracterizan los individuos de una especie dividiéndolos en masculinos y femeninos	Registro nacional de Identidad y Estado Civil.	Binaria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masculino.</li> <li>• Femenino.</li> </ul>
Edad.	Tiempo que ha vivido una persona.	Registro nacional de Identidad y Estado Civil.	Discreta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 24 a 30 años.</li> <li>• 31 a 40 años.</li> <li>• 41 a 50 años.</li> <li>• 51 a 65 años.</li> </ul>
IMC	Es una razón matemática que asocia la masa y la talla de un individuo	Ficha de recolección de datos (Tallímetro y balanza)	Continuo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; 18.5 Kg/m<sup>2</sup></li> <li>18.5 - &lt;25 Kg/m<sup>2</sup></li> <li>25 - &lt;30 Kg/m<sup>2</sup></li> <li>≥ 30 Kg/m<sup>2</sup></li> </ul>
Lugar de trabajo	Áreas del centro de trabajo, edificadas donde labora el TM	Ficha de recolección de datos.	Nominal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• INEN</li> <li>• HERM</li> <li>• HNGAI</li> <li>• HMP</li> </ul>

Servicio	Son aquellos que están destinados a brindar prestaciones de salud, de promoción, de prevención, de recuperación y rehabilitación.	Ficha de recolección de datos.	Binaria	Medicina nuclear Intervencionismo
----------	---	--------------------------------	---------	--------------------------------------

### 3.5. Procedimientos y Técnicas:

Mediante un oficio solicito se me pueda proporcionar los datos del personal ocupacionalmente expuesto de los Centros de Salud que a continuación detallaré:

- Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas.
- Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins.
- Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen.
- Hospital Militar Central del Perú.

Mediante estos datos, que muestran las dosis absorbidas de cada personal ocupacionalmente expuesto se hará una breve comparación de los servicios con más expuestos a la radiación.

Estos datos tuvieron el apoyo de una ficha de recolección de datos (Anexo 2) que previamente registré en cada hospital con la autorización de cada

personal.

Teniendo en cuenta todo ello, se pudo desarrollar el proyecto que tuvo como instrumento el dosímetro.

### **3.6. Aspectos Éticos:**

Todo el personal ocupacionalmente expuesto fue informado acerca de este proyecto, en el cual se le da a conocer los beneficios que este podría tener en un futuro.

Asimismo, han llenado un cuestionario con los datos requeridos por la presente investigación, siendo conscientes de la autorización para el manejo de dicha información, suscribiendo para ello un consentimiento voluntario en el cual se explica detalladamente que dicha información, será celosamente guardada y utilizado con fines educativos y de salud.

### **3.7. Plan de Análisis de Datos:**

Los datos fueron analizados mediante el programa estadístico SPSS versión 23.0, determinando medidas de tendencia central. Se emplearon tablas de frecuencia y de contingencia.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS ESTADÍSTICOS.

### 4.1. Descripción de Resultados.

**Tabla Nro. 1: SEXO**

	Frecuencia	Porcentaje
<b>FEMENINO</b>	17	34.0
<b>MASCULINO</b>	33	66.0
<b>Total</b>	50	100.0

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla Nro. 1, se describe el sexo de la muestra de la presente investigación, siendo el más frecuente el sexo masculino (66,0 %).

**Gráfico Nro. 1: SEXO**



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico Nro. 1, se describen las proporciones referentes a las dimensiones de la variable sexo de la muestra.

**Tabla Nro. 2: Edad de la muestra**

<b>Muestra</b>	50
<b>Media</b>	43.30
<b>Mediana</b>	44.00
<b>Moda</b>	35
<b>Desviación estándar</b>	10.304
<b>Mínimo</b>	24
<b>Máximo</b>	61

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla Nro. 2, se aprecian las medidas de tendencia central y dispersión de la edad de la muestra. Ésta fue formada por 50 Tecnólogos Médicos en radiología de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo de los centros de salud de Lima – Perú, que laboraron en el periodo Enero – Diciembre del año 2017. La edad promedio fue  $43.3 \pm 10.3$  años, donde la edad mínima fue de 24 años y la máxima de 61 años. Este rango de edad ha sido clasificado en seis grupos etarios que se muestran en la Tabla Nro. 3.

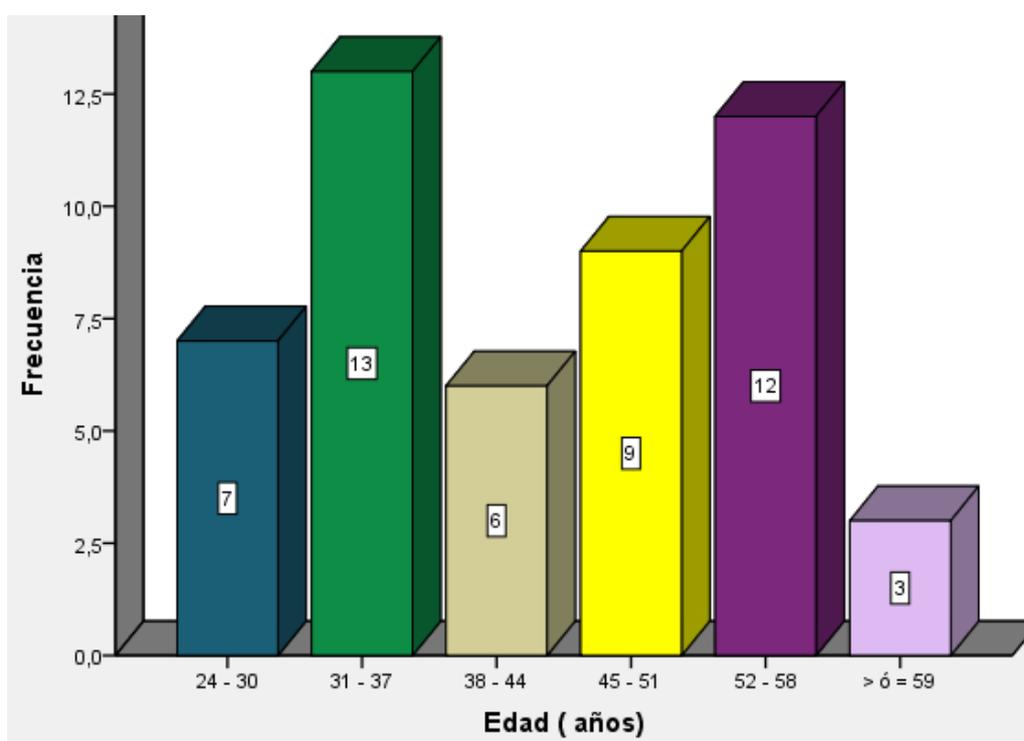
**Tabla Nro. 3: Grupos etarios de la muestra**

	Frecuencia	Porcentaje
<b>24 – 30</b>	7	14.0
<b>31 – 37</b>	13	26.0
<b>38 – 44</b>	6	12.0
<b>45 – 51</b>	9	18.0
<b>52 – 58</b>	12	24.0
<b>&gt; ó = 59</b>	3	6.0
<b>Total</b>	50	100.0

Fuente: Elaboración propia

La Tabla Nro. 3, indica la distribución de grupos etarios de la muestra, nótese que el grupo de mayor concentración se situó entre las edades de 31 a 37 años (26%), seguido 52 a 58 años (24%).

**Gráfico Nro. 2: Grupos Etarios de la muestra**



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico Nro. 2, se describen las frecuencias de las dimensiones de cada uno de estos grupos etarios.

**Tabla Nro. 4: Peso**

<b>Muestra</b>	50
<b>Media</b>	71.7400
<b>Mediana</b>	75.5000
<b>Moda</b>	78.00
<b>Desviación estándar</b>	11.91605
<b>Mínimo</b>	34.00
<b>Máximo</b>	100.00

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla Nro. 4, se aprecian las medidas de tendencia central y dispersión de la edad de la muestra, ésta fue formada por 50 Tecnólogos Médicos en radiología de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo de los centros de salud de Lima – Perú, que laboraron durante el periodo Enero – Diciembre del año 2017. El peso promedio fue  $71.74 \pm 11.9$  kilos, el peso mínimo fue 34 kilos y el máximo de 100 kilos.

**Tabla Nro. 5: Talla**

Muestra	50
Media	1.6462
Mediana	1.6700
Moda	1.70
Desviación estándar	0.10652
Mínimo	1.52
Máximo	1.80

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla Nro. 5 se aprecian las medidas de tendencia central y dispersión de la edad de la muestra, ésta fue formada por 50 Tecnólogos Médicos en radiología de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo de los centros de salud de Lima – Perú, que laboraron en el periodo Enero – Diciembre del año 2017. La talla promedio fue  $1.64 \pm 0.1$  metros, la talla mínima fue de 1.52 metros y la máxima de 1.80 metros.

**Tabla Nro. 6: Índice de Masa Corporal**

Muestra	50
Media	27.0956
Mediana	26.2976
Moda	23,42
Desviación estándar	9.41079
Mínimo	11.76
Máximo	87.22

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla Nro. 6, se aprecian las medidas de tendencia central y dispersión del IMC de la muestra, ésta fue formada por 50 Tecnólogos Médicos en radiología de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo de los centros de salud de Lima – Perú, que laboraron en el periodo Enero – Diciembre del año 2017. El IMC promedio fue  $27.09 \pm 9.4$  kg/m<sup>2</sup>, el IMC mínimo fue 11.76 kg/m<sup>2</sup> y el máximo 87.22 kg/m<sup>2</sup>. Estas medidas de IMC han sido clasificadas en 4 intervalos de acuerdo al nivel nutricional expresados en la tabla Nro. 7.

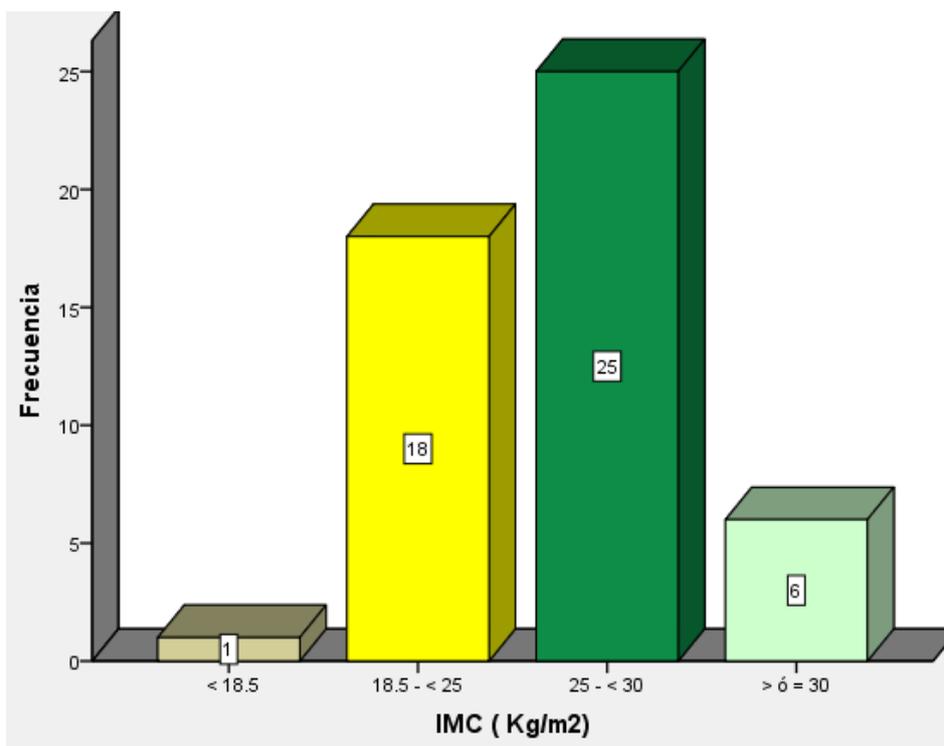
**Tabla Nro. 7: Estado Nutricional de la muestra**

	Frecuencia	Porcentaje
< 18.5 Kg/m <sup>2</sup> ( Delgadez)	1	2.0
18.5 - < 25 Kg/m <sup>2</sup> ( Normal)	18	36.0
25 - < 30 Kg/m <sup>2</sup> ( Sobrepeso)	25	50.0
> ó = 30 Kg/m <sup>2</sup> ( Obeso)	6	12.0
Total	50	100.0

Fuente: Elaboración propia

La Tabla Nro. 7, indica la distribución del estado nutricional, nótese que el grupo de mayor concentración se situó en el IMC de 25 a 29.99 Kg/m<sup>2</sup> considerado según el estado nutricional como “Sobrepeso” (50%).

**Gráfico Nro. 3: Estado Nutricional de la muestra**



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico de Barras Nro. 3, se describen las frecuencias de las dimensiones de la variable estado nutricional de la muestra.

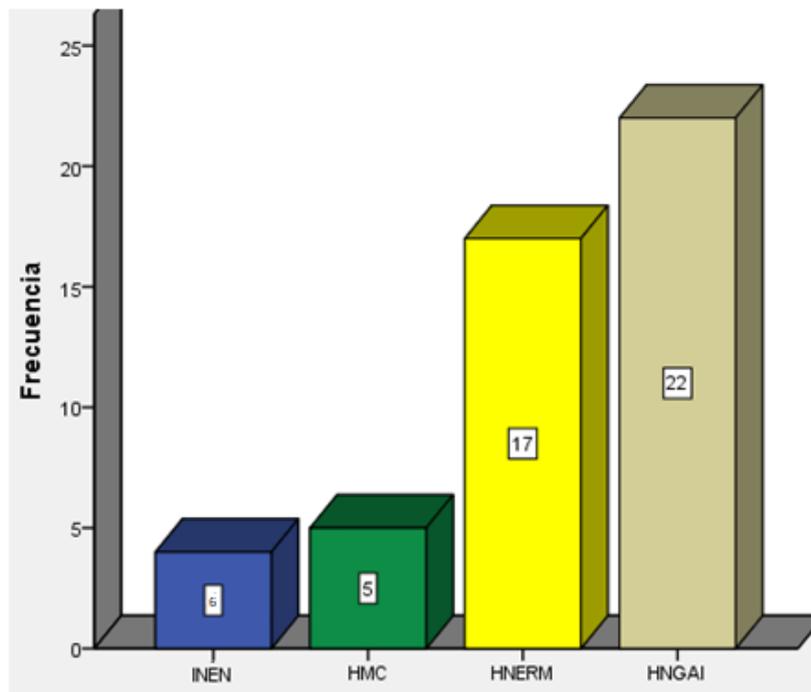
**Tabla Nro. 8: Lugar De Trabajo**

	Frecuencia	Porcentaje
HNGAI	22	44.0
INEN	6	12%
HMC	5	10.0
HNERM	17	34.0
Total	50	100.0

Fuente: Elaboración propia

La tabla Nro. 8, se describe la variable lugar de trabajo. Nótese una mayor concentración de los datos en aquellos tecnólogos de radiología que pertenecen en el Hospital HNGAI (44%), seguido del Hospital HNERM (34%).

**Gráfico Nro. 4: Lugar de Trabajo**



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico Nro. 4, se describen las frecuencias de las dimensiones de la variable lugar de trabajo de la presente muestra.

**Tabla Nro. 9: Servicio**

	Frecuencia	Porcentaje
<b>Intervencionismo</b>	28	56.0
<b>Medicina Nuclear</b>	22	44.0
<b>Total</b>	50	100.0

Fuente: Elaboración propia

La Tabla Nro. 9, se describe que el 56% de la muestra labora en el servicio de intervencionismo, mientras que el 44% en el servicio de medicina nuclear.

**Gráfico Nro. 5: Servicio**



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico Nro. 5, se describen las proporciones de las dimensiones de la variable servicio de la presente muestra.

**Tabla Nro. 10: Dosis Absorbida**

Muestra	50
Media	1.5746
Mediana	0.4250
Moda	0.35
Desviación estándar	3.70085
Mínimo	0.10
Máximo	25.40

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla Nro. 10, se aprecian las medidas de tendencia central y dispersión de la edad de la muestra, ésta fue formada por 50 Tecnólogos Médicos en radiología de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo de los centros de salud de Lima – Perú, que laboraron en el periodo Enero – Diciembre del año 2017.

La dosis absorbida promedio fue  $1.57 \pm 0.1$  mSv. La dosis absorbida mínima fue 0.1 mSv y la máxima de 25.4 mSv. Cabe señalar que solo un tecnólogo medico ha sobrepasado los límites de dosis absorbida mínima anual recomendados por el IPEN (Instituto de energía nuclear). Así mismo dichos valores han sido divididos en 4 intervalos que se muestran en la Tabla Nro. 11.

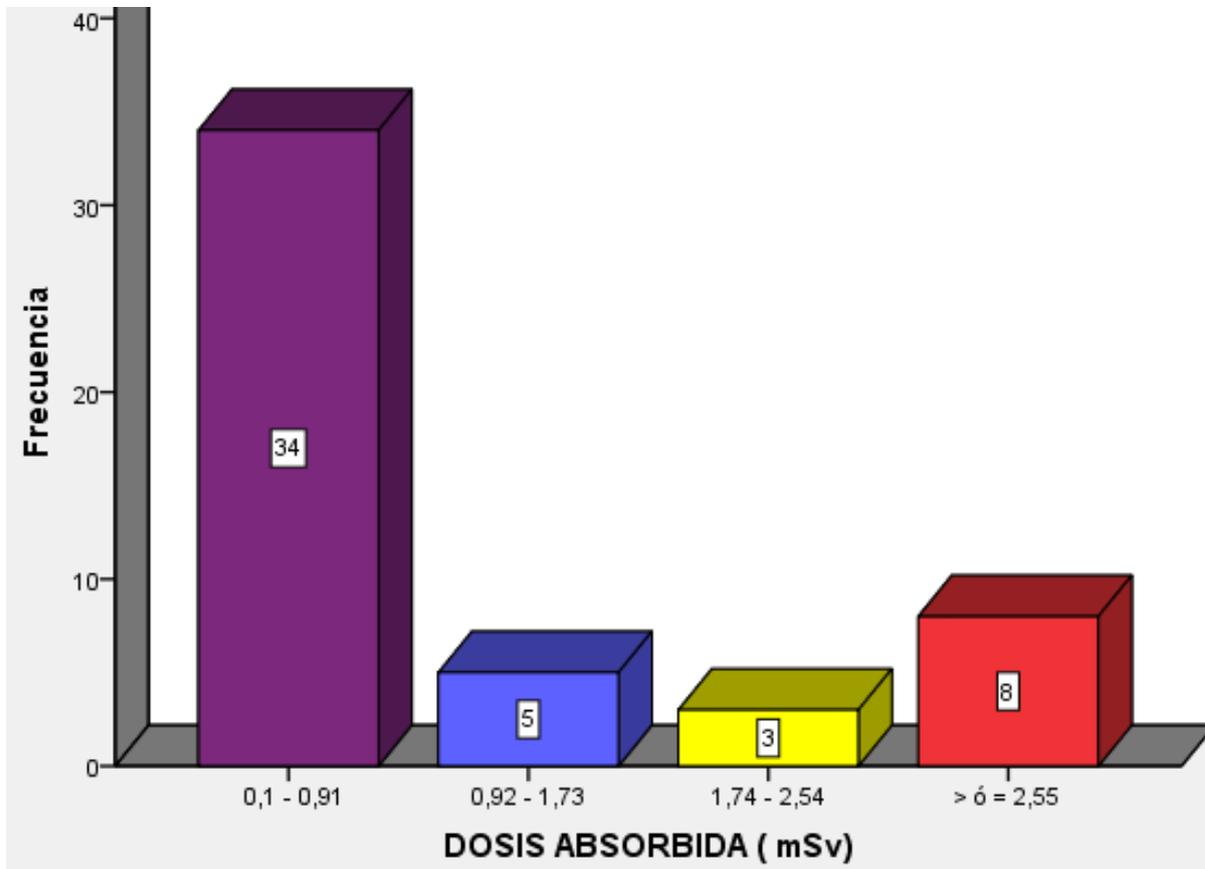
**Tabla Nro. 11: DOSIS ABSORBIDA EN TM DE LOS SERVICIOS DE MN E INTERVENCIONISMO EN INSTITUCIONES DE SALUD DE LIMA METROPOLITANA DURANTE EL AÑO 2017.**

	Frecuencia	Porcentaje
<b>0,1 - 0,91 mSv</b>	34	68.0
<b>0,92 - 1,73 mSv</b>	5	10.0
<b>1,74 - 2,54 mSv</b>	3	6.0
<b>&gt; ó = 2,55 mSv</b>	8	16.0
<b>Total</b>	50	100.0

Fuente: Elaboración propia

La Tabla Nro. 11, se describe que la dosis absorbida de Tecnólogos Médicos en radiología de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo de los centros de salud de Lima Metropolitana, que laboraron en el periodo Enero – Diciembre del año 2017 fue :0,1 - 0,91mSv (68.0%), 0,92 - 1,73mSv (10.0%), 1,74 - 2,54mSv (6.0%), > ó = 2,55mSv (16.0%) . Cabe resaltar que hay una mayor concentración de los datos en aquellos Tecnólogos Médicos en radiología que percibieron una dosis absorbida que oscila entre 0.1 a 0.91mSv (68%).

**Gráfico Nro. 6: DOSIS ABSORBIDA EN TM DE LOS SERVICIOS DE MN E INTERVENCIONISMO EN INSTITUCIONES DE SALUD DE LIMA METROPOLITANA DURANTE EL AÑO 2017.**



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico de Barras Nro. 6, se describen las frecuencias de las dimensiones de la variable de dosis absorbida de la presente muestra.

**Tabla Nro. 12: DOSIS ABSORBIDA EN TM DE LOS SERVICIOS DE MN E INTERVENCIONISMO EN INSTITUCIONES DE SALUD DE LIMA METROPOLITANA DURANTE EL AÑO 2017, SEGÚN SEXO.**

DOSIS ABSORBIDA (mSv)		Sexo		Total
		FEMENINO	MASCULINO	
0,1 - 0,91		10	24	34
		20.0%	48.0%	68.0%
0,92 - 1,73		0	5	5
		0.0%	10.0%	10.0%
1,74 - 2,54		2	1	3
		4.0%	2.0%	6.0%
> ó = 2,55		5	3	8
		10.0%	6.0%	16.0%
<b>Total</b>		17	33	50
		34.0%	66.0%	100.0%

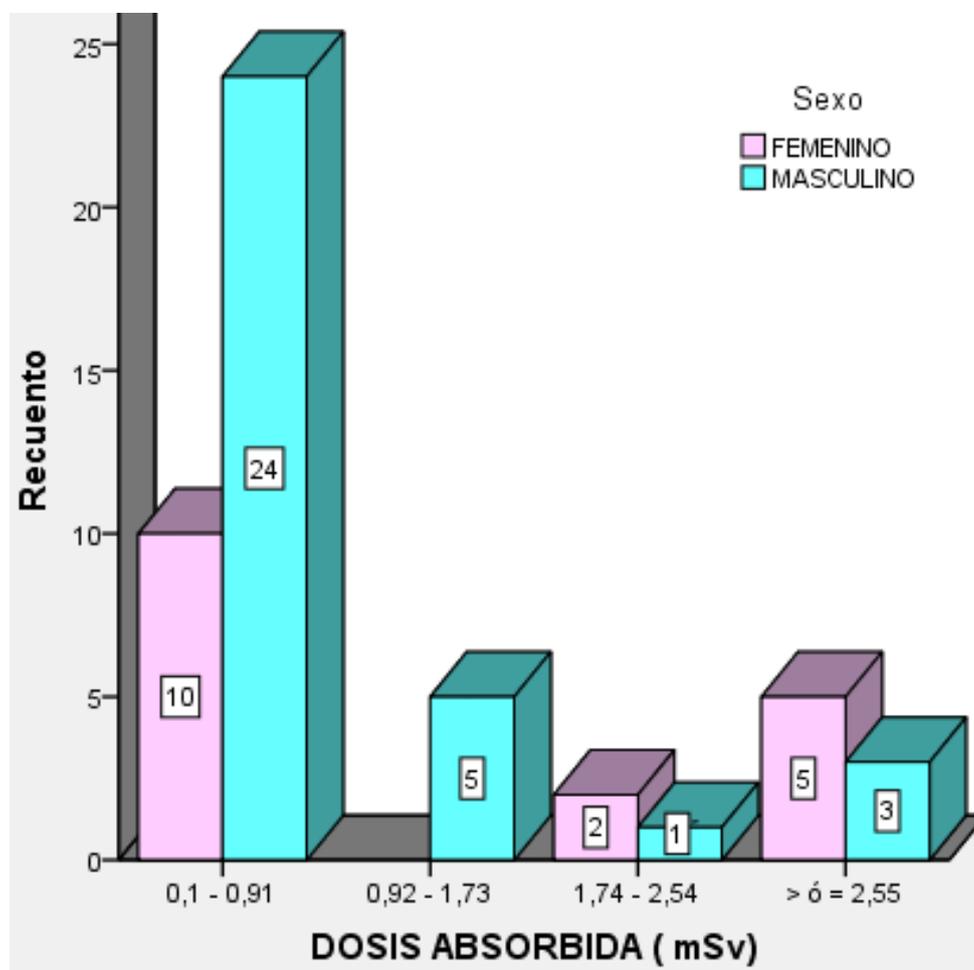
Fuente: Elaboración propia

En la Tabla Cruzada Nro. 12, se describe la dosis absorbida de Tecnólogos Médicos en radiología del sexo femenino fue: 0,1 - 0,91mSV (20.0%), 1,74 - 2,54mSv (4.0%) , > ó = 2,55 mSv (10.0%).

Así mismo se estimó dicha dosis en Tecnólogos Médicos del sexo masculino obteniendo como resultado: 0,1 - 0,91 mSv(48.0%),0,92 - 1,73 mSv(10.0%) , 1,74 - 2,54mSv (2.0%) , > ó = 2,55mSv( 6.0)%.

Cabe resaltar que luego del análisis de la distribución de los datos de dosis absorbida según el sexo, podemos concluir que la dosis absorbida más frecuente independientemente del sexo se encontró en el intervalo de 0,1 - 0,91 mSv (20% Femenino y 48% Masculino).

**Gráfico Nro. 7: DOSIS ABSORBIDA EN TM DE LOS SERVICIOS DE MN E INTERVENCIONISMO EN INSTITUCIONES DE SALUD DE LIMA METROPOLITANA DURANTE EL AÑO 2017, SEGÚN SEXO.**



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico de Barras agrupadas Nro. 7, describe la frecuencia de las dimensiones de la variable de dosis absorbida según el sexo de la presenta muestra.

**Tabla Nro. 13: DOSIS ABSORBIDA EN TM DE LOS SERVICIOS DE MN E INTERVENCIONISMO EN INSTITUCIONES DE SALUD DE LIMA METROPOLITANA DURANTE EL AÑO 2017, SEGÚN EDAD.**

		Edad ( años)						Total
		24 – 30	31 - 37	38 - 44	45 - 51	52 – 58	> ó = 59	
<b>DOSIS ABSORBIDA ( mSv)</b>	0,1 - 0,91	3	9	6	7	7	2	34
		6.0%	18.0%	12.0%	14.0%	14.0%	4.0%	68.0%
	0,92 - 1,73	2	0	0	1	2	0	5
		4.0%	0.0%	0.0%	2.0%	4.0%	0.0%	10.0%
	1,74 - 2,54	1	1	0	0	0	1	3
	2.0%	2.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.0%	6.0%	
	> ó = 2,55	1	3	0	1	3	0	8
		2.0%	6.0%	0.0%	2.0%	6.0%	0.0%	16.0%
<b>Total</b>		7	13	6	9	12	3	50
		14.0%	26.0%	12.0%	18.0%	24.0%	6.0%	100.0%

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla de Contingencia Nro. 13, se describe la dosis absorbida según los grupos etarios de la presente muestra, podemos observar que en el grupo etario de 24 a 30 años [14%] se obtuvo que la dosis absorbida fue: 0,1 - 0,91mSv (6.0%), 0,92 - 1,73 mSv (4.0%), 1,74 - 2,54 mSv (2.0%), > ó = 2,55 mSv (2.0%).

En el grupo etario de 31 a 37 años [26%] se obtuvo: 0,1 - 0,91mSv (18.0%), 1,74 - 2,54mSv (2.0%) y > ó = 2,55mSv (6%).

En el grupo etario de 38 a 44 años [12%] se obtuvo: 0,1 - 0,91mSv (12%).

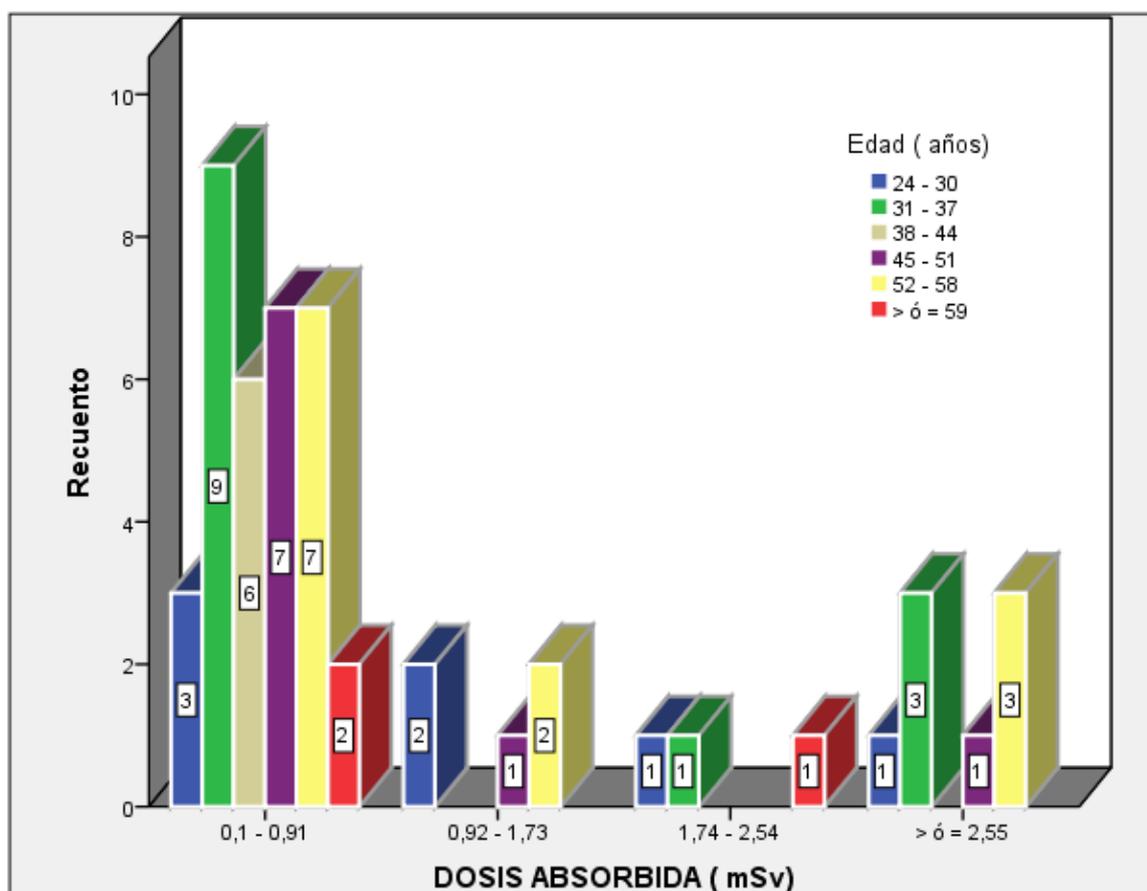
En el grupo etario de 45 a 51 [18%] se obtuvo: 0,1 - 0,91mSv (14.0%), 0,92 - 1,73mSv (2.0%), > ó = 2,55mSv (2.0%).

En el grupo etario de 52 a 58 años [24%] se obtuvo: 0,1 - 0,91mSv (14.0%), 0,92 - 1,73mSv (4.0%), > ó = 2,55 mSv (6.0%).

En el grupo etario de > ó = 59 años [6%] se obtuvo: 0,1 - 0,91mSv (4.0%), 1,74 - 2,54 mSv (2.0%) .

Cabe señalar que las dosis de radiación más bajas se dieron en el grupo etario de 31 a 37 años siendo esta dosis de 0.1 a 0.91mSv (18%); por lo contrario, las dosis de radiación más altas según los intervalos establecidos fueron considerados por el mismo grupo etario (6%), además el grupo etario de 52 a 58 años presentó proporción similar (6%).

**Gráfico Nro. 8: DOSIS ABSORBIDA EN TM DE LOS SERVICIOS DE MN E INTERVENCIONISMO EN INSTITUCIONES DE SALUD DE LIMA METROPOLITANA DURANTE EL AÑO 2017, SEGÚN EDAD.**



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico de Barras agrupadas Nro. 8, se describe la frecuencia de las dimensiones de la variable de dosis absorbida según la edad de la presente muestra.

**Tabla Nro. 14: DOSIS ABSORBIDA EN TM DE LOS SERVICIOS DE MN E INTERVENCIONISMO EN INSTITUCIONES DE SALUD DE LIMA METROPOLITANA DURANTE EL AÑO 2017, SEGÚN IMC.**

		IMC ( Kg/m2)				Total
		< 18.5	18.5 - < 25	25 - < 30	> ó = 30	
<b>DOSIS ABSORBIDA (mSv)</b>	0,1 - 0,91	0	12	19	3	34
		0.0%	24.0%	38.0%	6.0%	68.0%
	0,92 - 1,73	0	1	3	1	5
		0.0%	2.0%	6.0%	2.0%	10.0%
	1,74 - 2,54	0	1	1	1	3
		0.0%	2.0%	2.0%	2.0%	6.0%
	> ó = 2,55	1	4	2	1	8
		2.0%	8.0%	4.0%	2.0%	16.0%
<b>Total</b>		1	18	25	6	50
		2.0%	36.0%	50.0%	12.0%	100.0%

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla de Contingencia Nro. 14, se puede observar que solo un tecnólogo médico que representa el 2% de la muestra presentó un nivel nutricional considerado como “delgadez”; además, presentó una dosis  $\geq 2.55$  mSv. Asimismo, se pudo observar en relación de la dosis absorbida según el IMC de los Tecnólogos Médicos, que el estado nutricional considerado normal [36%] obtuvo : 0,1 - 0,91 mSv (24.0%), 0,92 - 1,73mSv (2.0%) , 1,74 - 2,54mSv ( 2.0%) y  $> \text{ó} = 2,55$  mSv (8.0%) .

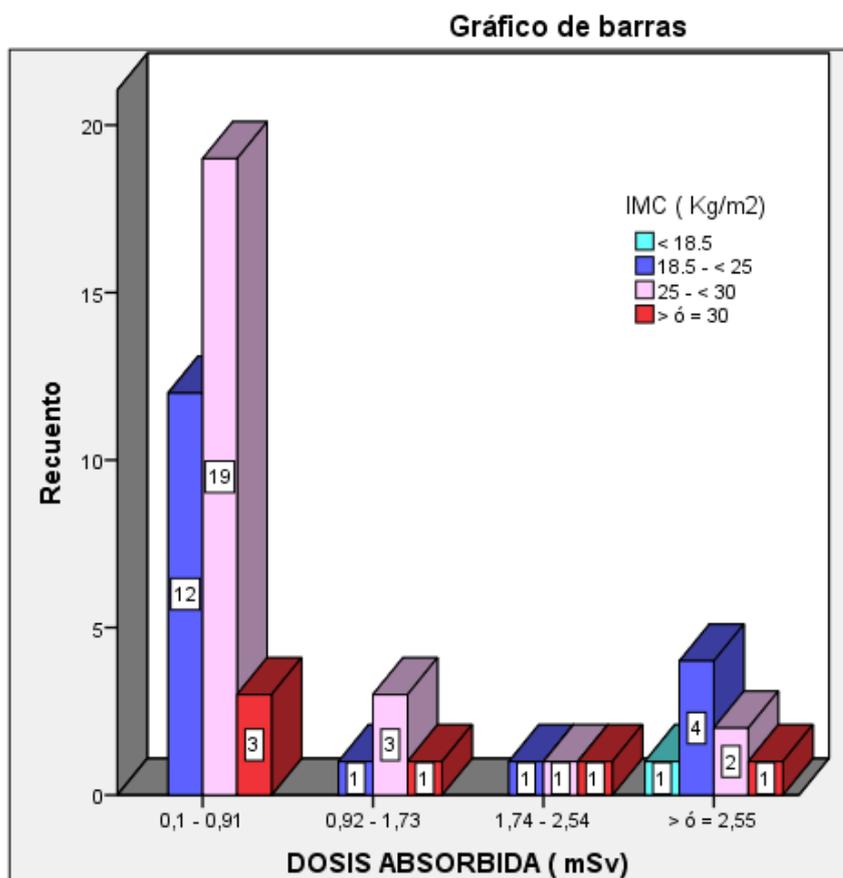
En relación a los Tecnólogos Médicos con sobrepeso que representan el 38% se estimó la siguiente dosis absorbida: 0,1 - 0,91(38.0%), 0,92 - 1,73mSv (6.0%), 1,74 - 2,54mSv (2.0%) y  $\geq 2,55$  mSv (4.0%).

Así también, se estimó la dosis absorbida en Tecnólogos Médicos con sobrepeso que representaron el 12% de la muestra obteniendo como resultados los siguientes valores: 0,1 - 0,91mSv (6.0%), 0,92 - 1,73mSv (2.0%), 1,74 - 2,54mSv

(2.0%),  $> \acute{o} = 2,55$  mSv (2.0%).

Finalmente podemos describir que se observa una mayor concentración de los datos en Tecnólogos Médicos que percibieron una dosis absorbida de 0.1 a 0.91 mSv correspondiente al estado nutricional considerado como obeso (38 %).

**Gráfico Nro. 9: DOSIS ABSORBIDA EN TM DE LOS SERVICIOS DE MN E INTERVENCIONISMO EN INSTITUCIONES DE SALUD DE LIMA METROPOLITANA DURANTE EL AÑO 2017, SEGÚN IMC.**



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico de Barras Nro. 9 se describen la frecuencia de las dimensiones de la variable de dosis absorbida según el valor del IMC.

**Tabla No. 15: DOSIS ABSORBIDA EN TM DE LOS SERVICIOS DE MN E INTERVENCIONISMO EN INSTITUCIONES DE SALUD DE LIMA METROPOLITANA DURANTE EL AÑO 2017, SEGÚN LUGAR DE TRABAJO.**

		Lugar de Trabajo Total				
		HNGAI	INEN	HMC	HNERM	
<b>DOSIS ABSORBIDA ( mSv)</b>	0,1 - 0,91	13	3	3	15	34
		26.0%	6.0%	6.0%	30.0%	68.0%
	0,92 - 1,73	1	1	2	1	5
		2.0%	2.0%	4.0%	2.0%	10.0%
	1,74 - 2,54	2	1	0	0	3
	4.0%	2.0%	0.0%	0.0%	6.0%	
	> ó = 2,55	6	1	0	1	8
		12.0%	2.0%	0.0%	2.0%	16.0%
<b>Total</b>		22	6	5	17	50
		44.0%	12.0%	10.0%	34.0%	100.0%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla cruzada Nro. 15 se describe que el 44.0% de Tecnólogos Médicos de radiología que laboran en el hospital HNGAI, obtuvieron los siguientes resultados según la dosis absorbida de la presente muestra: 0.1 a 0.91 mSv (26.0%), 0,92 - 1,73 mSv (2.0%), 1,74 - 2,54mSv (4.0%) y > ó = 2,55 (12.0%).

Asimismo, se estimó la dosis absorbida en Tecnólogos Médicos que laboran en el Instituto de Salud INEN [12%] obteniendo como resultado los siguientes valores: 0.1 a 0.91 mSv (6.0%), 0,92 - 1,73 mSv (2.0%), 1,74 - 2,54mSv (2.0%) y > ó = 2,55 (2.0%).

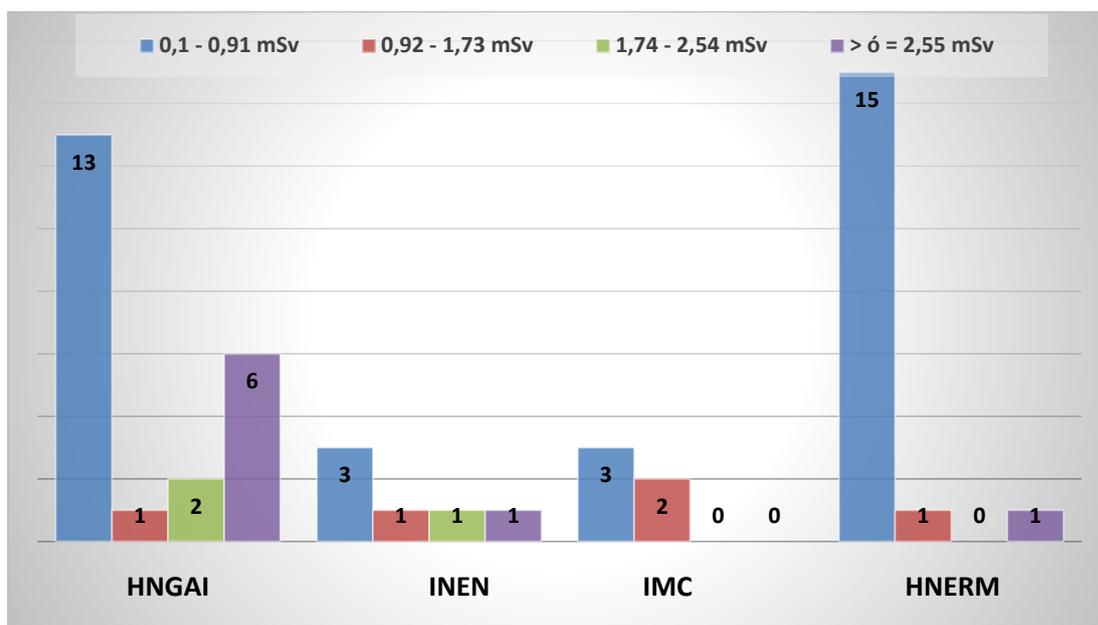
En el hospital HMC [10%] se obtuvo los siguientes datos estadísticos según la dosis absorbida de la presente muestra: 0.1 a 0.91 mSv (6.0%) y 0,92 - 1,73 mSv (4.0%).

En el hospital HNERM [34%] se obtuvo los siguientes datos estadísticos según la dosis de la presente muestra: 0.1 a 0.91 mSv (30.0%) y 0,92 - 1,73 mSv (2.0%), > ó = 2,55 (2.0%).

Cabe resaltar que todas las instituciones de salud tuvieron como dosis frecuente

de 0.1 a 0.91 mSv (68%) siendo la más baja considerada según los intervalos establecidos, así mismo las dosis más altas (> ó = 2,55 mSv) fueron registradas con mayor frecuencia en el HNGAI (12%).

**Gráfico Nro. 10: DOSIS ABSORBIDA EN TM DE LOS SERVICIOS DE MN E INTERVENCIONISMO EN INSTITUCIONES DE SALUD DE LIMA METROPOLITANA DURANTE EL AÑO 2017, SEGÚN LUGAR DE TRABAJO.**



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico de Barras Nro. 10, describen la frecuencia de las dimensiones de la variable del lugar de trabajo de la presenta muestra.

**Tabla Nro. 16: DOSIS ABSORBIDA EN TM DE INSTITUCIONES DE SALUD DE LIMA METROPOLITANA DURANTE EL AÑO 2017, SEGÚN SERVICIO.**

	Dosis Absorbida (mSv)	Servicio		Total
		Intervencionismo	Medicina Nuclear	
Dosis Absorbida (mSv)	0,1 - 0,91	28 100.0%	6 27.3%	34 68.0%
	0,92 - 1,73	0 0.0%	5 22.7%	5 10.0%
	1,74 - 2,54	0 0.0%	3 13.6%	3 6.0%
	> ó = 2,55	0 0.0%	8 36.4%	8 16.0%
	Total	28 100.0%	22 100.0%	50 100.0%

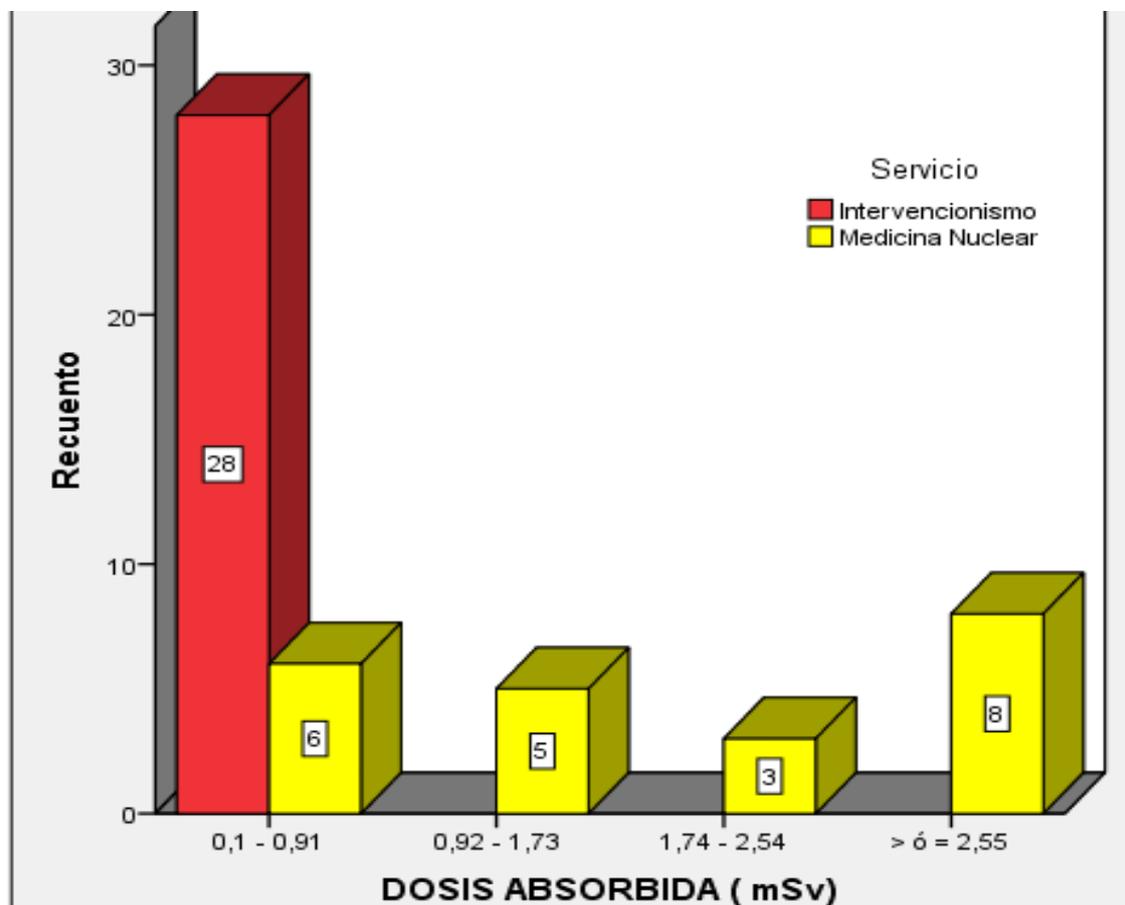
Fuente: Elaboración propia

En la Tabla de doble entrada Nro. 16, se describe la dosis absorbida en Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en los centros de salud de Lima Metropolitana durante el año 2017.

Se obtuvieron como resultados que el 100% de los Tecnólogos Médicos del servicio de intervencionismo tuvieron una dosis absorbida de 0.1 a 0,91 mSv. Asimismo, el 36.4% de los Tecnólogos Médicos de medicina nuclear recibieron una dosis aproximadamente 3 veces mayor que los Tecnólogos Médicos de intervencionismo ( $\geq 2.55$  mSv).

Ello nos da como conclusión que los Tecnólogos Médicos de medicina nuclear presentan mayor dosis absorbida que los Tecnólogos Médicos de intervencionismo en la presenta muestra.

**Gráfico Nro. 11: DOSIS ABSORBIDA EN TM DE LOS SERVICIOS DE MN E INTERVENCIONISMO EN INSTITUCIONES DE SALUD DE LIMA METROPOLITANA DURANTE EL AÑO 2017, SEGÚN SERVICIO.**



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico de barras Nro. 11, se describen la frecuencia de las dimensiones de la variable de dosis absorbida según el servicio.

## 4.2. Discusión de Resultados.

Este estudio conto una mayor concentración en el sexo masculino 66% así mismo se pudo ver una mayor concentración en los grupos etarios de 31 a 37 años (26%), en el presente estudio se constató que todos los licenciados hacen uso del dosímetro, en los reportes dosimétricos todos tuvieron una dosis absorbida de  $1.57 \pm 0.1$  mSv.

Asimismo, en una investigación que tuvo como objetivo determinar los niveles de radiación en el personal ocupacionalmente expuesto del departamento de radiología tuvo una muestra de 35 licenciados, con mayor concentración en el sexo femenino con un 65.7% y con una edad promedio de 33.03 años, así mismo la mayor parte del personal hace uso de su dosímetro siendo este el 94.30%, también se observó que el 80% hace uso de chalecos plomados y el 82.9% hace uso de castillo plomado

En el presente estudio se constató que la mayor concentración se situó el personal masculino con un 66%, de los cuales el (26%) son adultos. Todos tuvieron una dosis efectiva menor de 25.4 mSv.

En una investigación realizada en México, en el año 2009 se analizó una muestra de 60 trabajadores respecto a las condiciones de seguridad radiológica. Obteniendo como resultado una mayor concentración en el personal joven con un 76.7% cabe señalar que 53.3 % fueron mujeres. Finalmente, con respecto a los reportes dosimétricos se concluyó que todos obtuvieron una dosis absorbida menor de 20 mSv.

En nuestra investigación, la dosis máxima fue de 25.4 mSv, siendo una

información real y verídica; pues, de manera personal todos los Tecnólogos Médicos cuentan con su dosímetro. En una investigación similar, realizada en el año 2010, sobre vigilancia de la exposición de radiaciones ionizantes se evaluó a 306 funcionarios analizándose los registros de los valores dosimétricos personales en los años 2003, 2004, 2005 y 2006. Obteniendo como resultado que la dosis anual máxima recibida fue de 15,72 mSv y correspondió al Hospital de Clínicas, siendo esta información dudosa pues no solo corresponde al 35% del personal que hizo uso de su dosímetro.

En la presente investigación, se evaluaron 50 Tecnólogos Médicos en Radiología de los Servicios de Medicina Nuclear e Intervencionismo, en Lima Metropolitana de enero a diciembre de 2017. De dicha muestra, el mayor porcentaje de Tecnólogos Médicos participantes fue del HNGAI (44%), seguido por el HNERM (34%).

En una investigación similar, realizada en Brasil en el año 2017, participaron 8 profesionales de Salud de dos Instituciones. De la institución A participaron tres profesionales de enfermería: una enfermera y dos técnicos de enfermería; y de la institución B, participaron cinco enfermeras: dos enfermeras y tres técnicos de enfermería. Cuatro de los encuestados profesionales habían completado su entrenamiento en los últimos cinco años y uno ha concluido la carrera en el último año.

Luego de evaluar las prevalencias de los hallazgos, podemos concluir que en la investigación realizada en Brasil en enfermeras, tuvo una menor cantidad de participantes; sin embargo, se obtuvo resultados relevantes en el tema de protección radiológica y la falta de capacitación. En el presente estudio, tuvo una mayor participación del personal de salud, obteniendo una similar conclusión,

respecto a la protección radiológica; pero, a diferencia del estudio en comparación, en nuestra muestra existe un adecuado uso del material radioactivo..

En un estudio realizado en Perú en el año 2014, se obtuvo los siguientes resultados; predominó el personal masculino con un 68%, de los cuales todos tuvieron una dosis efectiva menor de 15 mSv. También se vio mayor concentración en los Tecnólogos Médicos con edades entre 23 – 30 años, presentan una menor dosis efectiva con un 40% en comparación de los que están entre 41 – 50 años con un 25%, teniendo como resultado un mayor nivel de protección en personal joven. En relación al presente estudio predominó el sexo masculino con un 66% con mayor concentración en los grupos etarios de de 31 a 37 años (26%) siendo la dosis absorbida de  $1.57 \pm 0.1$  mSv.

En un estudio realizado en Perú en el año 2017 se analizó una muestra de 47 tecnólogos médicos, obteniendo como resultados; predominó del sexo masculino con 70.21% y 29.79% femeninos de los cuales todos tuvieron una dosis efectiva menor o igual a 0.18 mSv . También se vio mayor concentración en los Tecnólogos Médicos que usan la protección radiológica distancia en las edades de entre 40-49 años (71.4%), %, con tiempo de servicio de 11-20 años (100%) y que laboran en el área de Rayos X. El 93.6% de los tecnólogos médicos que conforman la muestra usan con mayor frecuencia el mandil plomado y las barreras blindadas fijas como blindaje, resultando de menor interés en profesionales de 60-69 años de edad (83.3%), caso contrario en profesionales de 11-20 años de tiempo de servicio (94.7%), además en áreas con cargas laborales de 21-30 pacientes usan el mandil plomado (100.0%) y barreras blindadas fijas (90.0%) ; de forma similar en aquellas áreas con carga de trabajo

de 31-40 pacientes durante 6 horas utilizan el mandil plomado(94.7%) y barreras blindadas fijas (100.0%) como protección frente a la radiación electromagnética ionizante. En relación al presente estudio la muestra fue de 50 tecnólogos médicos predominó el sexo masculino con un 66% con mayor concentración en los grupos etarios de de 31 a 37 años (26%) siendo la dosis absorbida de  $1.57 \pm 0.1$  mSv .

### **4.3. Conclusiones.**

- La dosis absorbida en Tecnólogos Médicos en relación a la dosis efectiva e equivalente en radiología de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo de los centros de salud de Lima – Perú, fue de  $1.57 \pm 0.1$  mSv, 0.1 mSv la mínima y la máxima de 25.4 mSv. Solo un tecnólogo médico sobrepasó los límites de dosis efectiva e equivalente según los reportes dosimétricos recomendados por el IPEN.
- La dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente más frecuente independientemente del sexo, se encontró en el intervalo de 0,1 - 0,91mSv (20%. Femenino y 48% Masculino).
- Los reportes dosimétricos de la dosis efectiva más bajas se dieron en el grupo etario de 31 a 37 años, siendo esta dosis de 0.1 a 0.91mSv (18%); por el contrario, las dosis de radiación más altas según los intervalos establecidos fueron considerados por el mismo grupo etario (6%), además el grupo etario de 52 a 58 años presentó proporción similar (6%).
- Todas las instituciones de salud, tuvieron como reportes de dosis frecuente de 0.1 a 0.91 mSv (68%) siendo la más baja considerada según los intervalos

establecidos, así mismo las dosis más altas ( $> \text{ó} = 2,55 \text{ mSv}$ ) fueron registradas con mayor frecuencia en el HNGAI (12%).

- Mayor concentración de los datos en Tecnólogos Médicos, se evidenció en los reportes de dosis efectiva de 0.1 a 0.91 mSv correspondiente al estado nutricional considerado como obeso (38%).
- El 100% de los Tecnólogos Médicos del servicio de intervencionismo tuvieron una dosis efectiva de 0.1 a 0,91 mSv. Asimismo, el 36.4% de los Tecnólogos Médicos de medicina nuclear recibieron una dosis aproximadamente 3 veces mayor que los Tecnólogos Médicos de intervencionismo ( $\geq 2.55 \text{ mSv}$ ). De las lecturas obtenidas se evidenció que no existe dosis absorbida en tecnólogos médicos de ambos servicios. De acuerdo a los reportes dosimétricos de radiación se evidenció la existencia de la dosis efectiva en mSv.

#### **4.4. Recomendaciones.**

- Se recomienda, que los Tecnólogos Médicos en su totalidad que efectúan prestación de servicios en áreas como servicio de medicina nuclear e intervencionismo, realicen sus actividades premunidos de los elementos básicos de protección, debiendo tener presente que la distancia y el tiempo de exposición, son condiciones muy importantes a tener en cuenta.
- Efectuar estudios de índole prospectivos, con la finalidad de determinar el nivel de conocimientos y capacitación que mantienen los Tecnólogos Médicos, respecto a la aplicación de las normas de radio protección, identificando con ello, los riesgos en el uso de radiación ionizante y radiofármacos.

- Promover hábitos de seguridad y protección radiológica en los Tecnólogos Médicos en general; asimismo, iniciar investigación para determinar si la edad y tiempo de servicios de un Tecnólogo Médico influye considerablemente en el tipo de uso de protección radiológica.
- Coordinar con los responsables de las áreas de servicios de Radiología, respecto a la capacitación y la adecuada utilización de los medios de protección radiológicas en las diferentes áreas de trabajo, verificando que la carga laboral no afecte el cuidado hacia la protección de los tecnólogos médico; asimismo, que la condición laboral y el tiempo de servicio no permita que el uso de las medidas de protección quede en segundo plano al momento de las exposiciones médicas.
- Verificar que los Tecnólogos Médicos, hagan uso efectivo de los días de descanso por radiación, con la finalidad de evitar posibles enfermedades relacionadas a los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes.
- Capacitar en forma periódica a los Tecnólogos Médicos, sobre nuevas medidas de radioprotección; asimismo, contar con la debida capacitación respecto al Equipo con el que se va a prestar servicios, para así evitar la sobre-irradiación en un procedimiento médico.
- Promover una adecuada rotación sobre otros servicios de radiología, para evitar la monotonía y mantener un conocimiento activo en las diferentes especialidades de la radiología.
- Los reportes de dosimetría de radiaciones deben ser de acceso inmediato al tecnólogo médico de cada servicio respectivamente, para ponderar la dosis equivalente y optimizar la protección radiológica.

- **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Rodríguez Carrascal EP. Análisis de la influencia de parámetros radiológicos relacionados con la exposición interna de los trabajadores de medicina nuclear con I131 [tesis de maestría]. Argentina, Universidad Nacional de Cuyo; 2009.
2. Organismo Internacional de Energía Atómica. Normas de seguridad del OIEA. Principios fundamentales de seguridad. Viena; 2007.
3. Preciado M, Luna V. Medidas Básicas de Protección Radiológica. Instituto Nacional de Cancerología, México DF. 2010; 1(1): 25-30.
4. Organismo Internacional de Energía Atómica. Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: normas básicas internacionales de seguridad. Viena: Sección Editorial; 2011.
5. Méndez A. Procedimientos de protección radiológica para la manipulación de fuentes no encapsuladas utilizadas en la instalación radiactiva central de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Madrid: UCM, [<https://www.ucm.es/data/cont/docs/256-2013-11-26-2013PROCEDIMIENTOS%20DE%20PROTECCI%C3%93N%20RADIOL%C3%93GICA%20Usuarios%20EN%20LA%20INSTALACI%C3%93N%20RADIATIV A%20CENTRAL.pdf>]. 2013 . [acceso 05 de julio del 2017]
6. American College of Radiology (ACR) y de la Radiological Society of North America (RSNA) Medicina Nuclear General (<https://www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=gennuclear#top>). 2016. (05 de julio de 2017).

7. Velásquez J. Radiología intervencionista. [<http://www.radiologiaintervencionista.com/ri/index.php>]. 2017. [acceso 10 de julio del 2017]
8. Morillo K. *Planificación estratégica para la empresa Medimágenes ubicada en el cantón Quito*. MS thesis. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Maestría en Gestión de Proyectos., 2014.
9. Chuco S. Valores de dosimetría efectiva y equivalente de tecnólogos médicos que laboran en el servicio de radiología. Hospital Nacional PNP "Luis N. Sáenz". Perú. 2016.
10. Andisco D, Blanco S, Buzzi AE. Dosimetría en radiología. *Rev Argent Radiol*. 2014; 78(2): 114-117.
11. Oficina técnica de la autoridad nacional. Normativa técnica. [<http://www.otan.gob.pe/normativa-tecnica.html>]. 2013. [acceso 10 de julio del 2017]
12. Núñez M. Protección radiológica en medicina nuclear. Escuela Universitaria de Tecnología Médica. Montevideo; 2008.
13. Organización mundial de la salud . Radiaciones ionizantes : Efectos en la salud y medidas de protección . [<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs371/es/>]. 2016. [acceso 10 de julio del 2017].
14. Cruz E. Aponte AF. Lectura de dosímetros TLD en el contexto de la protección radiológica. *Revista de Investigación*. 28-39.
15. CORREA, C. A.; BISAUTA, Mauricio A. Evaluation of personal integrating dosimeters.

[\[http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/Public/39/117/39117955.pdf\]](http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/Public/39/117/39117955.pdf) 2002. [acceso 10 de julio del 2017]

16. Ruiz H. Niveles de radiación en el personal ocupacionalmente expuesto departamento de radiología del Hospital Escuela Roberto Calderon Gutierrez en periodo de enero 2002 a noviembre del 2003. Managua; 2004.
17. Carranza TG, Jesús F, Gaona E, Noriega M. Evaluación de la seguridad e higiene de un servicio de radioterapia en México, D.F. Salud Trab. 2012; 20(2): 155-165.
18. Tomasina F, Laborde A, Spontón F, Blanco D, Pintado C, Stolovas N, et al. Vigilancia de la exposición a radiaciones ionizantes en el personal universitario de la salud. Rev Cubana Salud Pública. 2015; 36(1): 119-127.
19. Coelho JA, et al. Nursing workloads in nuclear medicine. Journal of Nursing UFPE/Revista de Enfermagem UFPE, 2017; vol. 11: no 3
20. Andía V. Uso de medidas de protección radiológica en tecnólogos médicos del servicio de radiodiagnóstico del Hospital Edgardo Rebagliati Martins. 2017.

## **ANEXO Nro. 01:**

### **CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**Título:**

**“DOSIS ABSORBIDA EN TECNÓLOGOS MÉDICOS DE LOS SERVICIOS DE MEDICINA NUCLEAR E INTERVENCIONISMO EN INSTITUCIONES DE SALUD DE LIMA METROPOLITANA, 2017”**

Leguía, Yeferson.

#### **Introducción**

Siendo egresado de la Universidad Alas Peruanas, declaro que en este estudio se pretende determinar la dosis absorbida según los datos obtenidos en el dosímetro de cada personal ocupacionalmente expuesto en los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en instituciones de salud de Lima Metropolitana.

Para tal efecto, se le realizará una entrevista personal, para lo cual se llenará una Ficha de recolección de datos, para obtener información más exacta del centro donde labora y el grado de exposición que mantienen en su jornada diaria. Su participación será por única vez.

Se llama exposición al hecho de que una persona esté sometida a la acción y los efectos de las radiaciones ionizantes; el mismo, que es medido por un dosímetro. Los dosímetros son medidores de radiación diseñados para medir dosis de radiación acumulada durante un periodo de tiempo y normalmente se utilizan para medir la dosis a que está expuesto el personal que trabaja, o que permanece en zonas en las que existe riesgo de irradiación.

#### **Riesgos**

No hay riesgo para usted ya que no se le realizará ninguna evaluación clínica ni física de forma directa. Solo se le realizará una entrevista.

#### **Beneficios**

Los resultados de la presente investigación sobre la dosis absorbida en el personal ocupacionalmente expuesto en los servicios de medicina nuclear o intervencionismo, ayudará a tener un mejor conocimiento para determinar en cuál de los dos servicios existe mayor exposición a la radiación ionizante y sobre sus posibles efectos biológicos.

#### **Confidencialidad**

No se compartirá la identidad de las personas que participen en esta investigación. La información recolectada en este estudio acerca de usted, será puesta fuera de alcance; y nadie sino solo el investigador, tendrá acceso a ella. Asimismo, se le asignará un código para poder analizar la información sin el uso de sus datos personales. Solo el investigador sabrá cuál es su código. La información física (fichas) y virtual (USB) se mantendrá encerradas en un casillero con llave, al cual solo tendrá acceso el investigador. No será compartida ni entregada a nadie.

#### **¿Con quién debo contactarme cuando tenga preguntas sobre la investigación y mi participación?**

Egresado: **Yeferson Celso Leguía Caballero**

E-mail: yeferson.abc\_16@hotmail.com

Celular: 932689339

Dirección: Av. Garzón 1750

Asesor de Tesis: Lic. **Edwin Acevedo Torealva**

E-mail: edwuinacevedot@hotmail.com

Celular:

Si tiene preguntas sobre los aspectos éticos del estudio, puede contactarse con el Comité Institucional de Ética de la Universidad Alas Peruanas, al teléfono Anexo (01) 433-5053.

### Declaración del Participante e Investigadores

- Yo, \_\_\_\_\_, declaro que mi participación en este estudio es voluntaria.
- Los investigadores del estudio declaramos que la negativa de la persona a participar y su deseo de retirarse del estudio no involucrará ninguna multa o pérdida de beneficios.

### Costos por mi participación

El estudio en el que Ud. participa no involucra ningún tipo de pago.

### Número de participantes

Este es un estudio a nivel local en el cual participarán como mínimo 205 personas voluntarias.

### ¿Por qué se me invita a participar?

El único motivo para su participación es porque usted forma parte de la población ocupacionalmente expuesta a la radiación ionizante en los servicios de medicina nuclear o intervencionismo en Centros de Salud de Lima.

Yo: \_\_\_\_\_,

Identificado(a) con Nro. de Código: \_\_\_\_\_

Doy consentimiento al Investigador para realizarme una entrevista personal, en el cual mediante una Ficha de Recolección de Datos, se recabará información relevante a la investigación, siempre de acuerdo con las regulaciones y normas éticas vigentes.

SI

NO

Doy consentimiento para el almacenamiento y conservación de la información, para revisiones posteriores.

SI

NO

\_\_\_\_\_  
Firma del participante

\_\_\_\_\_  
INVESTIGADOR

**ANEXO Nro. 02:****FICHA DE RECOLECCION DE DATOS**

Código: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

<b>I. CRITERIOS DE SELECCIÓN</b>	<b>II. VARIABLES DE ESTUDIO</b>
1. Presenta exposición a la radiación ionizante : <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	2. Lugar de trabajo : _____ _____
3. Trabaja en el servicios de medicina nuclear : <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	4. Marca de dosímetro: _____
4. Trabaja en el servicio de intervencionismo : <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	1. Edad: _____ años
	2. Sexo: <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F
5. Cumple con los requisitos de infraestructura el lugar donde labora : <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	3. IMC: _____ Talla: _____ Peso: _____
4. Cumple con la norma de protección radiológica IR 003.2013 : <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No  5. Cumple con la norma de protección radiológica y seguridad en medicina nuclear IR 002.2012: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No  6. Cumple con su Jornada Laboral <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No  7. Posee descanso por radiación <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No	Dosis absorbida _____ _____ _____

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: DOSIS ABSORBIDA EN LOS TECNOLOGOS MEDICOS DE LOS SERVICIOS DE MEDICINA NUCLEAR E INTERVENCIONISMO , 2016 – LIMA- PERU					
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLES DE ESTUDIO	DIMENSIONES Y/O REGISTROS	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	METODOLOGÍA
<p><b>Problema General:</b> ¿Cuánto es la dosis en absorbida según la lectura de los reportes dosimétricos personales en los Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en Lima-Perú?</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Determinar la dosis absorbida según la lectura de los reportes dosimétricos personales en los Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en Lima -Perú</p>	<p><b>Variable Principal:</b>  Dosis absorbida</p>	<p>Mili SIEVERT (mSv)</p>	<p>El Reporte Dosimétrico.</p>	<p><b>Diseño de Estudio:</b> Estudio descriptivo de tipo transversal.</p>
<p><b>Problemas Específicos:</b> ¿Cuánto es la dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente según la lectura de los reportes dosimétricos personales en los Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en Lima- Perú, según el sexo?</p>	<p><b>Objetivos Específicos:</b> Determinar la dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente según la lectura de los reportes dosimétricos personales en los Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en Lima –Perú, según el sexo.</p>	<p><b>VARIABLES Secundarias:</b>  Sexo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masculino</li> <li>• Femenino</li> </ul>	<p>Documento nacional de identidad (DNI)</p>	<p><b>Población:</b> Todo Tecnólogo Médico en Radiología de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en las siguientes instituciones de salud de Lima, Perú; durante el periodo de enero a diciembre del 2017. (N=50)</p>
<p>¿Cuánto es la dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente según la lectura de los reportes dosimétricos personales en los Tecnólogos Médicos de los servicio de medicina nuclear e intervencionismo en Lima- Perú, según la edad?</p>	<p>Determinar la dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente según la lectura de los reportes dosimétricos personales en los Tecnólogos Médicos de los servicio de medicina nuclear e intervencionismo en Lima- Perú, según la edad.</p>	<p>Edad</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 24 a 30 años</li> <li>• 31 a 40 años</li> <li>• 41 a 50 años</li> <li>• 51 a 65 años</li> </ul>	<p>Documento nacional de identidad (DNI)</p>	<p><b>Muestra:</b> No se realizó el cálculo muestral pues se recolectó la información de todos los Tecnólogos Médicos en radiología que cuentan con sus reportes dosimétricos (n=50)</p>
<p>¿Cuánto es la dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente según la lectura de los reportes dosimétricos personales en los Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en Lima- Perú, según el IMC?</p>	<p>Determinar la dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente según la lectura de los reportes dosimétricos personales en los Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en Lima- Perú, según el IMC.</p>	<p>IMC</p>	<p>&lt; 18.5 Kg/m<sup>2</sup> 18.5 - &lt;25 Kg/m<sup>2</sup> 25 - &lt;30 Kg/m<sup>2</sup> ≥ 30 Kg/m<sup>2</sup></p>	<p>Balanza Tallímetro</p>	

<p>¿Cuánto es la dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente según la lectura de los reportes dosimétricos personales en los Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en Lima- Perú, según el lugar de trabajo?</p>	<p>Determinar la dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente según la lectura de los reportes dosimétricos personales en los Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en Lima- Perú, según el lugar de trabajo.</p>	<p>Lugar de trabajo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas.</li> <li>• Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins.</li> <li>• Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen.</li> <li>• Hospital Militar Central del Perú.</li> </ul>	<p>Escala visual analógica (EVA)</p>	
<p>¿Cuánto es la dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente según la lectura de los reportes dosimétricos personales en los Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en Lima- Perú, según el servicio donde ejercen?</p>	<p>Determinar la dosis absorbida en relación a la dosis efectiva e equivalente según la lectura de los reportes dosimétricos personales según el servicio donde ejercen los Tecnólogos Médicos de los servicios de medicina nuclear e intervencionismo en Lima- Perú</p>	<p>Servicio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medicina nuclear.</li> <li>• Intervencionismo.</li> </ul>	<p>Ficha de recolección de datos</p>	