

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA
FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS BIOMÉDICAS
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA

**CUANTIFICACIÓN DE LA RADIACIÓN IONIZADA POR
DOSIMETRÍA EN EL ÁREA DE ANESTESIOLOGÍA**

POR:

MIRANDA IDALI SÁNCHEZ CHÁVEZ

TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:

ESPECIALIDAD EN ANESTESIOLOGÍA

CHIHUAHUA, CHIH., MÉXICO

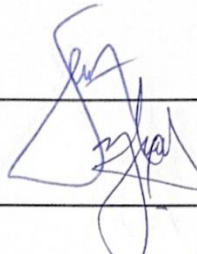
ENERO DE 2025



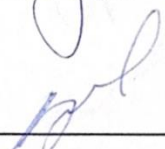
Universidad Autónoma de Chihuahua
Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas
Secretaría de Investigación y Posgrado.

La tesis "CUANTIFICACIÓN DE LA RADIACIÓN IONIZADA POR DOSIMETRÍA EN EL ÁREA DE ANESTESIOLOGÍA Y EL UMBRAL RECOMENDADO" que presenta la Dra. Miranda Idali Sánchez Chávez, como requisito parcial para obtener el grado de: Especialidad en Anestesiología ha sido revisada y aprobada por la Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas

DR. SAID ALEJANDRO DE LA CRUZ REY
Secretario de Investigación y Posgrado
Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas
Universidad Autónoma de Chihuahua



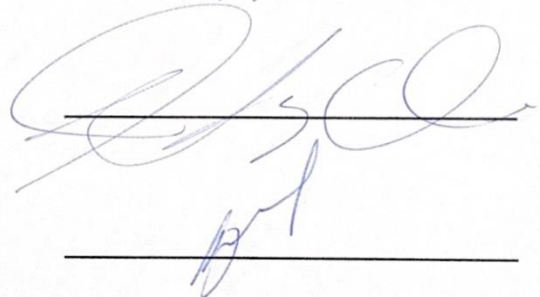
DRA. MEGNY GONZÁLEZ RAMÍREZ
Jefe de Enseñanza
Hospital Central del Estado de Chihuahua



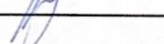
DRA. KARLA GISELA DÍAZ RENOVA
Profesor Titular de la Especialidad
Hospital Central del Estado de Chihuahua



DR. EDUARDO CHÁVEZ QUEZADA
Director de Tesis
Hospital Central del Estado de Chihuahua



DRA. KARLA GISELA DÍAZ RENOVA
Asesora
Hospital Central del Estado de Chihuahua



Se certifica, bajo protesta de decir verdad, que las firmas consignadas al pie del presente documento son de carácter original y auténtico, correspondiendo de manera inequívoca a los responsables de las labores de dirección, seguimiento, asesoría y evaluación, en estricta conformidad con lo dispuesto en la normativa vigente de esta institución universitaria.

“CUANTIFICACIÓN DE LA RADIACIÓN IONIZADA POR DOSIMETRÍA EN EL ÁREA DE ANESTESIOLOGÍA”

Resumen

Desde el apasionante descubrimiento de la radiación y radioactividad, grandes cambios han venido a revolucionar la evolución de diversas patologías. Debido al avance tecnológico, que ha sido fuertemente encaminado para el uso en las ciencias de la salud, es importante que el mismo se someta a control estricto y de seguimiento para valorar las consecuencias para la salud pública a futuro. La dosis absorbida no es suficiente para determinar la severidad o efecto de la misma, por ello se introduce la dosis equivalente. El cual estima el daño biológico. Por lo que toda persona que en el ejercicio de su ocupación se encuentre expuesto deberá ser catalogado como Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE). Para el POE, el límite equivalente de dosis efectiva anual, es de 50 mSv (5rem) para los efectos estocásticos y de 500 mSv (50 rem) para los efectos deterministas. Interesados por el campo de Anestesiología, analizamos la exposición ante la radiación ionizante por medio de dosimetría TLD-100 en el Hospital Central del Estado de Chihuahua con la intención de integrar al equipo médico de esta especialidad dentro del POE y disminuir los efectos deletéreos y determinísticos a los cuales pudieran hacerse frente. Demostrando que el área de Anestesiología se encuentra con una dosis acumulada mayor que el POE de esta Unidad Médica, sin superar el límite equivalente de dosis efectiva anual. Exhortando a darle continuidad al presente estudio y así obtener resultados mas globales.

Palabras clave: *Radiación ionizante, personal ocupacionalmente expuesto, anestesiología, dosis absorbida, efectos estocásticos, efectos determinísticos.*

“QUANTIFICATION OF IONIZED RADIATION THROUGH DOSIMETRY IN THE AREA OF ANESTHESIOLOGY”

Abstract

Since the exciting discovery of radiation and radioactivity, great changes have come to revolutionize the evolution of various pathologies. Due to technological advances, which have been strongly directed towards use in health sciences, it is important that they be subject to strict control and monitoring to assess the consequences for public health in the future. The absorbed dose is not sufficient to determine its severity or effect, which is why the equivalent dose is introduced. Which estimates the biological damage. Therefore, any person who is exposed in the exercise of their occupation must be classified as Occupational Exposed Personnel (POE). For POE, the annual effective dose equivalent limit is 50 mSv (5rem) for stochastic effects and 500 mSv (50 rem) for deterministic effects. Interested in the field of Anesthesiology, we analyzed the exposure to ionizing radiation through TLD-100 dosimetry at the Central Hospital of the State of Chihuahua with the intention of integrating the medical team of this specialty within the POE and reducing the deleterious and deterministic effects which could be faced. Demonstrating that the Anesthesiology area has a cumulative dose greater than the SOP of this Medical Unit, without exceeding the equivalent annual effective dose limit. Urging to continue this study and thus obtain more global results.

Keywords: *Ionizing radiation, occupationally exposed personnel, anesthesiology, absorbed dose, stochastic effects, deterministic effects.*



MÁS CHIHUAHUA
más de lo bueno
GOBIERNO DEL ESTADO

**SECRETARÍA
DE SALUD**

ICHISAL
INSTITUTO CHIHUAHUENSE
DE SALUD



**MEDI
CHIHUAHUA**
JUNTOS POR LA SALUD

Chihuahua, Chih A 28 de Enero de 2025

Oficio: HC/EM48/2025

Asunto: LIBERACION DE TESIS

DR. SAID ALEJANDRO DE LA CRUZ REY
SECRETARIO DE INVESTIGACION Y POSGRADO
FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS BIOMEDICAS
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIHUAHUA
P R E S E N T E.-

La que suscribe, Jefa de Enseñanza Médica del Hospital Central del Estado.

HACE CONSTAR

Que la **DRA. MIRANDA IDALI SÁNCHEZ CHÁVEZ**, residente de la especialidad de **ANESTESIOLOGIA** de **TERCER AÑO**, entregó en forma su tesis:

“CUANTIFICACIÓN DE LA RADIACIÓN IONIZADA POR DOSIMETRÍA EN EL ÁREA DE ANESTESIOLOGÍA”

Así mismo manifiesto que no tiene adeudo alguno en éste Hospital, y después de valorar su caso en el comité de investigación del Hospital se autoriza liberación de su tesis para continuar con sus trámites.

Se expide la presente a petición del interesado para los fines que le convengan, en la ciudad de Chihuahua, Chih. a los 28 días del mes de enero del 2025.



SECRETARÍA
DE SALUD

ATENTAMENTE
DRA. MEGNY GONZALEZ RAMIREZ
JEFATURA DE ENSEÑANZA MÉDICA
HOSPITAL CENTRAL DEL ESTADO DE CHIHUAHUA
“Dr. Jesús Enrique Grajeda Herrera”
Tel. 614.429.33.00 Ext. 16526 y 16527

Calle Antonio Rosales 3302,
Col. Obrera, Chihuahua, Chih.
Teléfono (614) 429-3300 Ext.

www.chihuahua.gob.mx/secretariadesalud

A ti guerrero incansable, hermano. –

A ti amor incalculable, madre. –

A ti mi lugar seguro, padre. –



Tabla de contenido

MARCO TEÓRICO	1
MARCO CONCEPTUAL	2
JUSTIFICACIÓN	18
HIPÓTESIS	19
OBJETIVO GENERAL	19
OBJETIVOS ESPECIFICOS	20
MATERIAL Y MÉTODO	20
TIPO DE ESTUDIO	20
DISEÑO DE ESTUDIO	20
POBLACIÓN DE ESTUDIO	20
CRITERIOS DE SELECCIÓN	20
VARIABLE DEPENDIENTE	22
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	25
RECURSOS	25
METODOLOGIA OPERACIONAL	28
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	30
RESULTADOS	31
DISCUSIÓN	32
CONCLUSIÓN	34
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	35
ANEXOS	38
CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO	44



MARCO TEÓRICO

Iniciando mucho antes de la II Guerra Mundial, es donde inicia la apasionante historia de la radiación y radioactividad, donde grandes personajes logran dividir núcleos que emiten grandes cantidades de energía.¹

En 1895 el físico alemán Wilhelm Conrad Roentgen descubrió por primera vez la radiación ionizante. Sin embargo, es hasta 1901 cuando recibe el premio Nobel de Física. En 1903 se otorga el premio Nobel de Física a Pierre y Marie Curie quien descubre la radiactividad natural donde demostró que la sal de uranio emite radiación penetrante estudiando así la fosforescencia.

En 1897 Marie Curie y su marido descubren el polonio y el radio sustancia novecientas veces más radiactiva que el uranio. El cual jugaría un papel importante en la medicina.

En 1898 Georges Perthes utiliza la radiación en el tratamiento de tumores malignos.

En 1903 Von Frenkel publica los primeros efectos adversos como esterilidad y cáncer frente a la exposición a la radiación. Y años más adelante Alice Stewart reporta la relación entre esta y la leucemia.

Y es entre 1920 y 1939 cuando se producen avances técnicos importantes en la radioterapia.

En 1934 Irene Curie y Frédéric Joliot logran crear un radioisótopo no existente.



En 1972 Allan M. Cormack y Godfrey Newbold H. obtienen el Premio Nobel de Medicina con la llegada de la tomografía axial computarizada.

Este antecedente trajo consigo avances tecnológicos y médicos que se han convertido en un peldaño muy importante para el área de la salud.²

La radiación ha sido utilizada en las ultimas decadas con mayor frecuencia, con fines diagnósticos y terapeuticos, exponiendo cada vez más al personal ocupacional expuesto (POE). Siguiendo la normativa de la NORMA OFICIAL DE SALUD AMBIENTAL. PROTECCIÓN Y SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN EL DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X buscamos minimizar el riesgo que conlleva la radiación en el ambito médico.

MARCO CONCEPTUAL

RADIACIÓN IONIZADA

Debido al incremento y el auge para el uso de fuentes artificiales durante los últimos años, es importante resaltar los efectos de la radiación.

Debido al avance tecnológico, que ha sido fuertemente encaminado para el uso en las ciencias de la salud, se requiere que el mismo se someta a control estricto y de seguimiento para valorar las consecuencias para la salud pública a futuro.

La radiación se clasifica en dos tipos de fuentes:

- Externas (extraterrestre o terrestre).
- Internas.



Dentro de estas categorías nos enfocaremos en las fuentes de radiación artificiales las cuales han adquirido mayor impacto en el campo médico. Siendo de gran utilidad para fines diagnósticos y de tratamiento.

Sin embargo, si tomamos en cuenta la exposición natural, es importante saber que la radiación artificial se añade a esta de manera significativa a esta exposición.

Si hablamos de los cambios moleculares y físicos, es sabido que un material radioactivo o bien un dispositivo que emite radiación, libera energía la cual es liberada en partículas o fotones emitidos.

La radiación ionizada es un tipo de energía liberada por átomos en forma de ondas electromagnéticas (rayos gamma o rayos X) o partículas (partículas alfa y beta o neutrones). Esta desintegración de átomos se denomina radioactividad, y la energía excedente emitida es una forma de radiación ionizante se denominan radionúclidos.

Por tanto; cada radionúclido se caracteriza por el tipo de radiación que emite desde la energía de esta y la semivida.

La actividad de un radionúclido se expresa en becquerel (Bq): un Bq corresponde a una desintegración por segundo. Llevando el nombre en honor de *Henri Becquerel*, físico francés que descubrió la radioactividad en 1896.

Sin embargo, la unidad más antigua de radiactividad es el curie. El curie se definió como equivalente al número de desintegraciones que sufrirá un gramo de radio-226 en un segundo. Por tanto, un curie se define como $1\text{Ci} = 3.7 \times 10^{10}$ desintegraciones por segundo. ³

Y la semivida es el tiempo necesario para que la esta actividad disminuya a la mitad de su valor inicial, pudiendo ir de segundo a millones de años.

Prefijo	Factor	Prefijo	Factor
Tera	10^{12}	Deci	10^{-1}
Giga	10^9	Centi	10^{-2}
Mega	10^6	Mili	10^{-3}
Kilo	10^3	Micro	10^{-6}
Hecta	10^2	Nano	10^{-9}
Deca	10^1	Pico	10^{-12}

Magnitud	Unidades
Actividad	s^{-1} (Becquerel Bq)
Exposición	C kg $^{-1}$
Rapidez de la exposición	C kg $^{-1}$
Dosis absorbida	J kg $^{-1}$ (Gray Gy)
Rapidez de dosis absorbidas	J kg $^{-1}$ s $^{-1}$ = W kg $^{-1}$
Equivalente de dosis	J kg $^{-1}$ (Sievert Sv)
Rapidez de equivalente de dosis	J kg $^{-1}$ s $^{-1}$ = W kg $^{-1}$



EXPOSICIÓN Y RAPIDEZ DE EXPOSICIÓN

Se define exposición como aquella radiación electromagnética que una unidad de masa de aire y su unidad especial que es el Roentgen produce.

El Roentgen se define como la radiación gamma que en 1cm^3 de aire seco en condiciones normales de presión y temperatura produce una unidad electrostática de carga.

La tasa de exposición se define como la rapidez con la que la radiación produce cargas eléctricas en el aire.

DOSIS ABSORBIDA Y RAPIDEZ DE DOSIS DE ABSORBIDA

Se definirá con D como la dosis absorbida en un material al ser expuesto a la radiación. La unidad para medir la dosis absorbida es el rad, definida como la cantidad de cualquier radiación que deposita 100erg de energía en gramo de cualquier material.

Actualmente se utiliza la unidad del sistema internacional de unidades llamada Gray cuyo símbolo equivale a 100 rad.⁴

DOSIS EQUIVALENTE Y RAPIDEZ DE DOSIS EQUIVALENTE

Para adecuar los estándares de protección es necesario tener una relación numérica entre la dosis absorbida y el efecto biológico que produce.



La dosis absorbida no es suficiente para determinar la severidad o efecto de la misma, por ello se introduce la dosis equivalente. El cual estima el daño biológico, ya que a mayor ionización habrá más daño biológico.

TERMINOLOGÍA MÉDICA RADIOLÓGICA

Para comprender un poco más a fondo la NORMA OFICIAL DE SALUD AMBIENTAL. PROTECCIÓN Y SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN EL DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X se detallarán algunas definiciones a continuación.

Consola de control. - Equipo con mandaros e indicadores de parámetros con fines de estudio radiológico.

Cultura de seguridad. - Conjunto de valores éticos y actitudes que rigen la conducta de los individuos y organizaciones para otorgar una adecuada protección radiológica considerándose esta como la más alta prioridad.

Dosis absorbida. - Energía depositada en una unidad de masa en un punto específico.

Dosis de entrada en superficie. - Valor de la dosis absorbida en aire, con retrodispersión, medido al centro del haz útil y en la superficie de entrada del paciente sometido a estudio médico con rayos X.

Dosis umbral. - Dosis por debajo de la cual se considera no se manifestará un efecto determinista específico (no estocástico).



Efectos deterministas. - Efectos biológicos de la radiación al rebasar el umbral específico, cuya severidad va en función a la dosis absorbida.

Efectos estocásticos. - Efectos biológicos para los que no existe una dosis umbral, ya que es en función a la dosis absorbida y la severidad es independiente a la dosis.

Equivalente de dosis. - Cantidad que resulta del producto de la Dosis absorbida en Gy, el factor de calidad y factores modificantes. Usándose la unidad de dosis en Sievert (Sv).

Equivalente de dosis efectiva. - Suma ponderada de los equivalentes de dosis en diferentes tejidos ya sea por irradiación externa y por incorporación de radionúclidos.

Exposición médica. - Recibida en pacientes para fines médicos de tipo diagnóstico o terapéutico.

Exposición ocupacional. - Recibida por personal ocupacionalmente expuesto durante su trabajo y con motivo del mismo.

Factor de ponderación por tejido. - Factor por el que se multiplica la dosis equivalente por un órgano o tejido y así considerar su sensibilidad específica respecto a los efectos estocásticos de la radiación.



Estos se utilizan para fines de protección radiológica:

ÓRGANO O TEJIDO	FACTOR DE PONDERACIÓN (WT)
Gónadas	0.20
Médula ósea roja, colon (intestino grueso inferior), pulmón y estomago	0.12
Vejiga, mama, esófago, hígado, tiroides	0.05
Piel y superficies óseas	0.01
Órganos o tejidos restantes	0.05

Factor de calidad. - Es utilizado para calcular el riesgo relativo para la salud con base en la dosis absorbida multiplicado por el factor (1).

Fluoroscopia. - Técnica que produce una imagen dinámica.

Límite anual de dosis. - Valor de la dosis individual, efectiva o equivalente, debida a prácticas controladas y que debe procurarse no rebasar en un año.

Manual de protección y seguridad radiológica. - Normas y procedimientos con el fin de protección radiológica adecuados.

Niveles orientativos para la exposición médica. - Valores de la dosis al paciente que permiten evaluar el riesgo beneficio para efectuar un estudio.

Personal ocupacionalmente expuesto (POE). - Persona que en el ejercicio y con motivo de su ocupación está expuesta a la radiación ionizante. Quedan excluidos



los trabajadores que ocasionalmente en el curso de su trabajo puedan estar expuestos a este tipo de radiación.

Radiación ionizante. - Radiación electromagnética capaz de producir iones e interactuar con una materia de manera directa o indirecta.

RESPONSABILIDADES GENERALES

Se deberá contar con un responsable operacional, el cual será encargado de la aplicación de esta norma de acuerdo en función a lo especificado

Es debido saber que debe contarse con una adecuada infraestructura, con equipo que cumpla el control de calidad, así como otorgar a todo aquel personal expuesto equipo y accesorios necesarios para su protección radiológica. Asimismo, se debe informar al POE riesgos que implica la radiación ionizada y entregar copia de los informes periódicos y certificados anuales del equivalente de dosis individual acumulado, así como constancia del total de equivalentes de dosis al término de la relación laboral.

Dentro de las obligaciones como POE; es necesario estar capacitado y cumplir con las reglas de protección y seguridad al ejercicio de sus funciones, así como hacer uso adecuado del equipo de protección otorgado.

DOSIS LÍMITE

Para el POE, el límite equivalente de dosis efectiva anual (HE,L), para los efectos estocásticos es de 50 mSv (5rem). Para los efectos deterministas es de 500 mSv (50 rem).



En caso de estar embarazada la dosis equivalente bajará a 15 mSv (1.5rem) anual.

La dosis anual equivalente límite para el público para efectos estocásticos es de 5 mSv (0.5rem) y efectos deterministas de 50 mSv (5rem).

PROTECCIÓN DEL POE

Durante los estudios de fluoroscopia deben extremarse las medidas de protección radiológicas, tanto por la necesidad de permanecer cerca del paciente y el mayor tiempo de exposición especialmente en aquella protección gonadal.

Los dispositivos de protección deben contar con las siguientes características:

- Mandil de protección con espesor de 0.5 mm de plomo si cubre la región anterior o 0.25 mm si cubre costados del tórax, pelvis y frente.
- Guantes de compresión con grosor de 0.5 mm.
- Guantes para intervención de grosor de 0.25 mm.
- Collarín para protección de tiroides con espesor de 0.2 mm.
- Anteojos para protección de cristalino de 0.2 mm

Durante los estudios móviles se recomienda mantenerse a una distancia de 1.7 m con equipo de protección.

Dentro del equipo de protección para el POE incluye servicio de dosimetría autorizado por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

Los médicos especialistas que cuyo trabajo principal sea la dosimetría, debe estar en vigilancia y tiene como obligación el portar un dosímetro debajo del mandil durante la jornada laboral.



Se archivará en el expediente del trabajador la constancia de equivalentes de dosis total acumulada al término de la relación laboral, así como exámenes médicos durante 30 años.⁵

En la actualidad con el avance médico (diagnóstico y terapéutico), se ha incrementado la exposición a la radiación ionizante sobre todo en el área de anestesiología. Encontrándose involucrada su labor en el manejo anestésico en procedimientos en el área de hemodinamia (valvuloplastías, angioplastias, malformaciones arteriovenosas, aneurismas), así como en el área oncológica (embolización, quimioterapia), manejo mínimamente invasivo como colangiopancreatografía retrógrada endoscópica, endoscopias y colonoscopias) etc. Es por ello, que en los últimos años la exposición en esta especialidad se ha visto aumentada. Se recomienda, entonces, la capacitación y adecuado manejo de equipo de protección al personal ocupacionalmente expuesto.

Dentro de los objetivos a detectar en este trabajo, es valorar la exposición del Residente de Anestesiología mediante la cuantificación por dosimetría de la radiación ionizada durante 1 año, como ejercicio para crear conciencia sobre la exposición.

Una vez definidos los términos principales podemos proseguir a estimar la medición de la exposición de la radiación.⁶

EFFECTOS DELETÉREOS

Estos pueden ser somáticos o hereditarios. Los somáticos se manifiestan en el individuo expuesto y los hereditarios en la descendencia



EFFECTOS DETERMINÍSTICOS

Estos se asocian a efectos sobre tejido y órganos se deben a lesiones celulares y pérdida de capacidad reproductiva. La frecuencia de este efecto es definida como una condición patológica, clínicamente reconocible, la cual va en función de la dosis.

DOSÍMETROS

Si bien hablamos de los efectos adversos que conlleva la exposición ante la radiación ionizada y los umbrales prefijos para su uso, la pregunta es; ¿Cómo medirlos? Pues bien, como lo mencionamos antes la dosimetría de radiación consiste en calcular la dosis absorbida mediante un **Dosímetro**. Hay dos tipos de dosímetros:

- Dosímetros pasivos. Los más usados son los termoluminiscentes (TLD) y la placa de la película.
- Dosímetros activos. Dispositivo personal electrónico (EPD) el cual permite obtener la radiación de exposición en tiempo real.

Estos deben de utilizarse en un área del cuerpo representativa de su exposición cintura, cuello, torso y mirada hacia la fuente radioactiva. Estos dosímetros no son absolutos sino instrumentos de referencia.³



EFFECTOS SOBRE LA PIEL

Daño	Dosis umbral en piel (Gy)	Semanas de aparición
Eritema transitorio temprano	2	<1
Depilacion temporal	3	3
Eritmea principal	6	1.5
Depilacion permanente	7	3
Descamación seca	10	4
Fibrosis invasiva	10	
Atrofia dérmica	11	<14
Telangiectasia	12	>52
Descamación húmeda	15	4
Eritema tardío	15	6-10
Necrosis dérmica	18	>10
Ulceración secundaria	20	>6

EFFECTOS SOBRE LA REGIÓN ABDOMINAL

Asociándose en mayor gravedad en el revestimiento epitelial del intestino delgado.

Dosis mayores de 15 a 20 Gy suelen ser letales.



EFFECTOS REPRODUCTIVOS

La radiosensibilidad testicular va entre 0.08 y 6 Gy. Pudiendo ir desde la disminución de las espermatogonias, hasta de espermatozoos.

Por encima de 6 Gy solo aparecerán células espermáticas después de 17 meses y su recuperación será hasta 5 años posteriores. En ovarios tras una dosis única de 2-6Gy se produce una esterilidad temporal.

EFFECTOS SOBRE SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

Con dosis inferiores a 15Gy hay disminución de la función hipofisaria, un nivel bajo de somatotropina reanudando la función en 6 a 12 meses. Siendo posible la aparición de cataratas en el área del cristalino.

EFFECTOS OCULARES

Es el área más sensible, causando cataratas desde los 0.5 Gy hasta 5 Gy en casos graves.⁷

El cristalino es de los órganos más sensibles a la exposición de la radiación. La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) creo modificaciones reduciendo el límite de dosis anual de exposición de 150mSv a 20 mSv promediada durante un periodo de 5 años, de manera que no supere los 50mSv anuales. Dentro de estudios prospectivos, se ha explicado la catarata inducida por radiación como un posible efecto estocástico, donde los anestesiólogos juegan un papel importante en dicha exposición. Recomendándose mantener los estándares de seguridad en todo momento. ⁸ En un estudio multicéntrico en Japón, se realizó la cuantificación



de la dosis de radiación de los lentes de médicos expuestos a procedimientos de radiología donde el 21% de los médicos participantes superaron el umbral ocular.⁹

En los últimos 30 años, la medicina ha ido avanzando y con ello la mínima invasión de procedimientos médicos por medio de fluoroscopia.

Algunos estudios muestran que la dosis efectiva estimada por caso en un estudio sobre operadores osciló entre 1,7 y 56 μSv para nefrolitotomía percutánea, 0,1 a 101 μSv para vertebroplastia, 2,5 a 88 μSv para clavos ortopédicos de las extremidades, 2,0 a 46 μSv para procedimientos del tracto biliar, 2,5 a 74 μSv para TIPS, 1,8 a 53 μSv para procedimientos terapéuticos endovasculares de cabeza/cuello y 0,2-49 μSv para CPRE¹⁴

Existen artículos donde se ha determinado la exposición de radiación en el área de Anestesiología por especialidad, siendo la de mayor exposición neta Traumatología y Ortopedia.

Un estudio observacional realizó la medición de la utilidad de un dispositivo de protección antes la exposición a la radiación ocupacional durante procedimientos de intervención, donde se colocaron 4 puntos clave de medición, en las ubicaciones del endoscopista, asistente, enfermera e ingeniero clínico en diferentes condiciones: con equipo de protección, con equipo y espacio en el blindaje, y con equipo y sin espacio en el blindaje. Asimismo, se colocaron mediciones a 100 cm del suelo y 150 cm simulando la altura de las gónadas y el tiroides respectivamente. La dosis de dispersión a nivel de gónadas disminuyó en el área del endoscopista con blindaje en un 84,7%, 82,2% en el área del asistente y 83,7% en el área del ingeniero clínico.



Asimismo, la dosis de radiación dispersa a nivel de gónadas con y sin espacio fueron similares a excepción de la enfermera que disminuyó en un 22,2%.

La dosis de radiación dispersa a 150 cm simulando la altura de la glándula tiroidea/nivel de los ojos) disminuyó con protección de plomo adicional en un 89,2% en el área del endoscopista, 86,4% en el área del asistente, 91,2% en el área de la enfermera y 87,0% en el área del ingeniero clínico.

Y al mismo nivel con protección y con espacio entre el dispositivo de protección fueron similares a excepción de la enfermera que disminuyó en un 22%.¹⁵

Si bien en varios artículos se menciona que la distancia a la que se encuentra el anestesiólogo (1.5-2m) del arco en C en la mayoría de los casos es suficiente para no alcanzar el umbral de radiación ionizante.¹⁰

Se ha revisado en varios artículos de Anestesiología en cirugía ortopédica, que el anestesiólogo podría someterse a 20,7hrs de fluoroscopia o 2982 procedimientos de cadera en un año sin llegar a los límites anuales.

Sin embargo, los estudios utilizaron tejido no humano como objetivo radiográfico pudiendo alterar la forma de dispersión de la radiación.¹³

Con ello podemos asumir que parte fundamental de la exposición no solo es la protección radiológica, sino la distancia a la que uno se encuentra de la radiación.⁹

Ya que se ha visto que el encontrarse a 70 cm o menos del haz de fluoroscopia se percibe una cantidad significativa, no siendo así a más de 91,4cm.¹¹



Asimismo, Yoshiaki M. y Cols realizan una investigación a base de la distancia así como de los equipos no personales, exponiéndose que el blindaje de plomo adicional en el medio reduce solo el 10%.

El conflicto ante el cual se encuentra el Anestesiólogo es el no tener un área de seguridad referente a la recomendada referente al haz, ya que en algunos de los procedimientos (cateterismos, CPRE) la protección de la vía aérea exige un contacto menor a 1m del haz de fluoroscopia.

Aunque si bien los datos en países de primer mundo el uso de equipo de protección (delantal y collarín) asciende a un 90% y el uso de gafas en un 30%, en nuestra área médica no se cuenta con una estimación en calidad y cantidad de su uso.

Otro de los limitantes es la poca relevancia que se le da a la exposición en esta área de anestesiología, ya que la mayoría de los casos se encuentran Cardiólogos intervencionistas, ortopedistas, Gastroenterólogos, Radiólogos etc. Sin embargo, cabe destacar que en la mayoría de los casos es necesario la participación del médico anestesiólogo.

Al conocer los procedimientos a los cuales un anestesiólogo se encuentra expuesto a la radiación ionizada puede merecer mayor investigación, si bien con fines de mejorar la protección o bien aminorar la angustia que se percibe durante procedimientos de larga exposición.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ante la exposición continua del médico anesthesiologist and the diversity of procedures (traumatology and orthopedics, hemodynamics, cardiology interventionalist, general surgery, interventional radiology, among others), where intervenes in person, it is evident to emphasize the exposure to ionizing radiation and the health implications that it can carry. Demonstrating short and long term effects.

-Effects in the short term:

Gastrointestinal: Vomiting, nausea, intestinal disorders, diarrhea. As well as hematological alterations, dizziness, burns, etc.

-Effects in the long term:

Oncological, sterility, genetic mutations, hematological alterations etc.

JUSTIFICACIÓN

It is for this that it is recommended according to the official norm, the quantification by dosimetry to all health worker exposed to said radiation. Likewise, it is recommended:

- Restrict the total exposure time
- Preparation in safe procedures
- Radiological surveillance program.

It should be granted specific personal protection elements:

- Lead glasses



- Cuello (protector de tiroides)
- Chaleco plomado
- Guantes plomados.

Valorando los efectos adversos ante la radiación ionizada, nuestro objetivo principal es demostrar de manera cuantificada la radiación ante la cual se encuentra expuesta el área de Anestesiología y asimismo, justificar el uso de la dosimetría en todo el personal expuesto en esta área para la cuantificación de la misma. Obteniendo un estimado de la misma, que nos lleve a tomar acciones en nuestro día a día para disminuir la exposición ante la cual nos encontramos.

Actualmente el área de anestesiología no se considera POE (Personal operativo expuesto) por lo que el presente trabajo pudiera apoyar su inclusión a futuro, obteniendo los beneficios respectivos y las capacitaciones necesarias.

HIPÓTESIS

La exposición sobre la Radiación Ionizada en el periodo de un año cuantificada por dosimetría (TLD) en el departamento de anestesiologías, excede el umbral de protección sobre la misma.

OBJETIVO GENERAL

- Determinar si la exposición adquirida a la radiación ionizada en el área de anestesiología supera el umbral establecido por la Norma Oficial Mexicana, cuantificada por Dosimetría.



OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Cuantificación de la radiación ionizada durante 1 año, en el residente de anestesiología.

MATERIAL Y MÉTODO

TIPO DE ESTUDIO

Observacional

DISEÑO DE ESTUDIO

Transversal

POBLACIÓN DE ESTUDIO

Residente de Tercer año de Anestesiología del Hospital Central del Estado de Chihuahua.

LUGAR DE REALIZACIÓN

Hospital Central del Estado de Chihuahua

CRITERIOS DE SELECCIÓN

- **Criterios de inclusión:**

Médico Residente de Tercer año de Anestesiología

Aceptar términos de estudio y exposición.



- **Criterios de no inclusión:**

No ser residente de Anestesiología

No aceptar términos del estudio y exposición

- **Criterios de eliminación:**

No pertenecer al tercer año de residencia de anestesiología

Elección de sala con exposición a radiación ionizada intencionada

No utilizar equipo de protección otorgado por la institución

Intercambio de dosímetro con residentes expuestos de otras áreas médicas.

TAMAÑO DE MUESTRA

1 Sujeto

CÁLCULO DE TAMAÑO MÍNIMO DE MUESTRA

1 sujeto



OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES DE ESTUDIO

VARIABLE DEPENDIENTE

VARIABLE	DEFINICIÓN	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR
Dosímetro	Dispositivo que exhibe unas propiedades físicas diferentes a las normales cuando es sometido a la exposición a radiaciones ionizantes.	Cuantitativa	Gray (Gy)	Exposición a la Radiación Ionizada

VARIABLE INDEPENDIENTE

VARIABLE	DEFINICIÓN	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR
Radiación ionizada	La radiación ionizada es un tipo de energía liberada por átomos en forma de ondas electromagnéticas	Cuantitativa	Gray (Gy)	Exposición a la Radiación Ionizada

TERCERAS VARIABLES

Variable	Definición operacional	Tipo	Escala de medición	Indicador
Chaleco	Prenda protectora de plomo que cubre la parte del cuerpo que no debe recibir la radiación como consecuencia de la exposición en tareas específicas que requieren este tipo de evaluaciones o análisis a nivel médico o industrial.	Cualitativas	Gray (Gy)	Radiación Ionizada
Cuello protector	Prenda protectora de plomo que cubre la parte del cuello y glándula tiroidea.	Cualitativas	Gray (Gy)	Radiación Ionizada
Protección ocular	Prenda protectora de plomo que cubre la región ocular.	Cualitativas	Gray (Gy)	Radiación Ionizada



ANÁLISIS ESTADÍSTICO

1.- Análisis univariado proporciones simples y relativas de las variables dicotómicas y de las continuas medidas de tendencia central y de dispersión.

RECURSOS

HUMANOS. -

Residente de Anestesiología del Hospital Central del Estado de Chihuahua

FISICOS. -

Dosímetro Termolumincente (TLD-100)

INSTITUCIÓN. -

Hospital Central del Estado de Chihuahua

FINANCIEROS. -

- Dosímetro Termolumincente

\$140 / mensual X 12 meses = \$1680

- Reposición por extravío = \$300
- Copias \$12



CONSIDERACIONES ÉTICAS

Declaracion Helsinki

El trabajo a exponer está regido bajo las implicaciones éticas internacionales que establece la declaración de Helsinki, la normativa del reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud publicada en el DOF (última reforma publicada el 02-04-2014), (5) así como el consentimiento informado establecido en el código civil artículo 1794 que incluye los siguientes aspectos:

- La justificación y los objetivos de la investigación.
- Los procedimientos que vayan a usarse y su propósito, incluyendo la identificación de los procedimientos que son experimentales.
- Las molestias o los riesgos esperados.
- Los beneficios que puedan obtenerse.
- Los procedimientos alternativos que pudieran ser ventajosos para el sujeto.
- La garantía de recibir respuesta a cualquier pregunta y aclaración a cualquier duda acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios y otros asuntos relacionados con la investigación y el tratamiento del sujeto. VII. La libertad de retirar su consentimiento en cualquier momento y dejar de participar en el estudio; sin que por ello se creen perjuicios para continuar su cuidado y tratamiento.
- La seguridad de que no se identificará al sujeto y que se mantendrá la confidencialidad de la información relacionada con su privacidad.

- El compromiso de proporcionarle información actualizada obtenida durante el estudio, aunque ésta pudiera afectar la voluntad del sujeto para continuar participando.
- La disponibilidad de tratamiento médico y la indemnización a que legalmente tendría derecho, por parte de la institución de atención a la salud, en el caso de daños que la ameriten, directamente causados por la investigación, y XI. que, si existen gastos adicionales, éstos serán absorbidos por el presupuesto de la investigación.

El consentimiento informado deberá formularse por escrito y deberá reunir los siguientes requisitos:

- Será elaborado por el investigador principal, indicando la información señalada en el artículo anterior y de acuerdo con la norma técnica que emita la secretaría.
- Será revisado y, en su caso, aprobado por la comisión de ética de la institución de atención a la salud.
- Indicará los nombres y direcciones de dos testigos y la relación que éstos tengan con el sujeto de investigación.
- Deberá ser firmado por dos testigos y por el sujeto de investigación o su representante legal, en su caso. Si el sujeto de investigación no pudiere firmar, imprimirá su huella digital y a su nombre firmará otra persona que él designe.
- Se extenderán por duplicado, quedando un ejemplar en poder del sujeto de investigación o de su representante legal.



METODOLOGIA OPERACIONAL

Generalidades

Diseño de la Investigación

Dado que el objetivo del estudio será analizar la cuantificación de la radiación ionizada por medio de dosimetría en el área de anestesiología, se recurrió a un diseño no experimental que se aplicará de manera transversal, considerando que el tema tiene un sustento teórico suficiente, se procedió a realizar una investigación de tipo observacional y así conocer a detalle la radiación en mSv. a la que se encuentra expuesto el servicio de anestesiología durante un año.

Enfoque de la Investigación

El presente trabajo será diseñado bajo el planteamiento metodológico del enfoque cuantitativo, puesto que este es el que mejor se adapta a las características y necesidades de la investigación.

Del enfoque cuantitativo se utilizará el dispositivo de dosimetría para la cuantificación de la radiación no ionizada en el área de anestesiología.

Población

Por cuestiones de autorización de recursos materiales, nuestra población estará conformada por 1 sujeto, residente de anestesiología del Hospital Central del Estado de Chihuahua.



Técnica de recolección de datos

La técnica de recolección de datos que se utilizará en la presente investigación será por medio de la lectura del dosímetro.

En el presente estudio se cuantificará la radiación ionizada por medio de dosimetría en el área de anestesiología con las consideraciones necesarias para evitar su sesgo durante la exposición intencionada.

Es por ello que, durante 1 año, el médico residente de tercer año de anestesiología expuesto a dicho seguimiento, se le asignarán salas de quirófano aleatorias por médico titular de Residentes médicos, quitando el sesgo de radiación continua.

Durante dicho rol, el médico residente estará expuesto a cirugías con radiación variable o nula. Este será modificado semanalmente, como el programa operacional lo describe mediante las siguientes áreas:

Quirófano General:

Sala 1, Sala 2 y Sala 3

Obstetricia:

Ginecología Sala 1 y Sala 2.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	N	M	J	A	S	O	N	D	E	F	M
	o	a	u	g	e	c	o	i	n	e	a
	v	y	l	o	p	t	v	c	e	b	r
	2	o	i	s	t	2	2	2	r	2	z
	0	2	o	t	2	0	0	0	o	0	o
	2	0	2	2	0	2	2	2	2	2	2
	3	2	0	0	2	4	4	4	0	5	0
		4	2	2	4				2		2
			4	4					5		5
Inicio de Anteproyecto	X										
1ª revisión		X									
Corrección final		X									
Entrega al comité local de investigación	X										
Inicio real del estudio	X										
Recolección de datos	X	X	X	X	X						
Captura de datos											
Análisis de datos				X	X	X	X	X	X	X	X
Resultados preliminares							X	X			
Conclusiones y recomendaciones									X		
Informe final										X	
Presentación en evento académico											X

RESULTADOS

Acumulación anual personal (msv)
Septiembre 2024 – Septiembre 2025

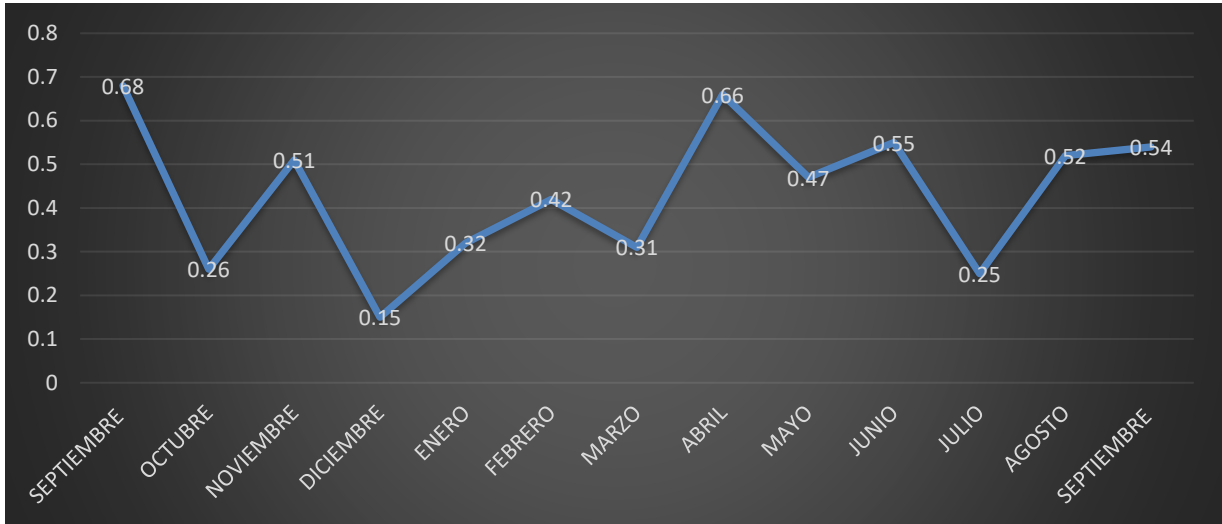


Tabla 1.- Exposición de la radiación ionizada en (mSv) mensualmente en el área de Anestesiología.

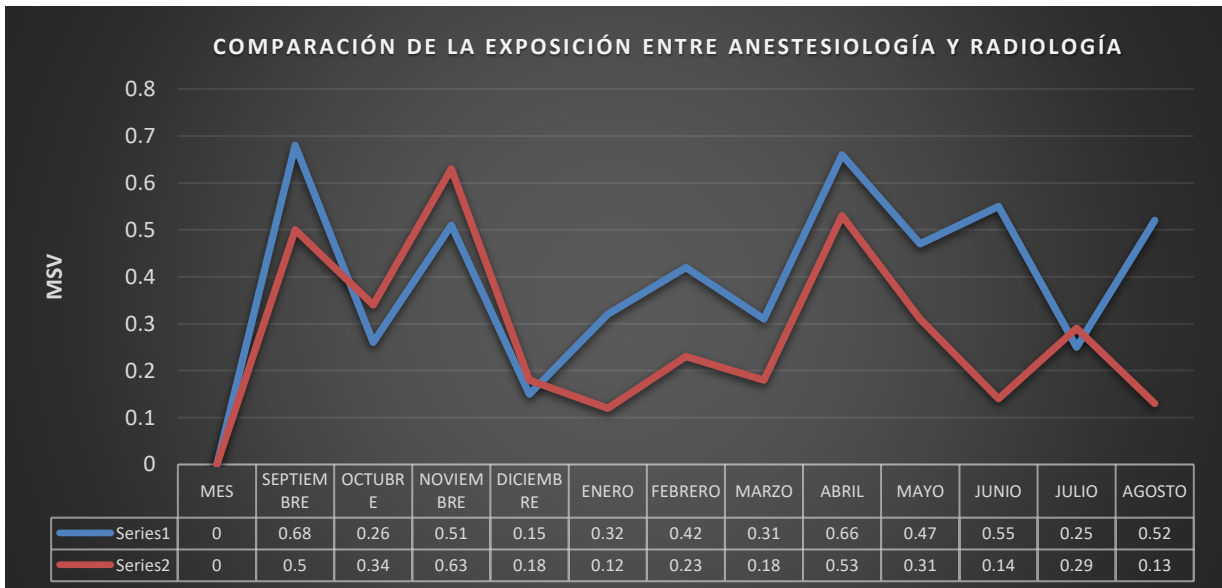


Tabla 2.- Comparación de la exposición a la radiación ionizada en (mSv) mensualmente en el área de Anestesiología y Radiología.

DISCUSIÓN

Expuesto y resumido en conclusión de la presente tesis nos permite debatir como el departamento de Anestesiología no se encuentra incluido como POE y quedando excluidos de las normativas que rige a este personal. Destacando los estudios presentados en la metodología se reporta la comparación de las diferentes Especialidades sin embargo, nuestra área se queda minimizada concluyendo que con el solo cumplir con la distancia recomendada el riesgo se vería reducido o bien anulado. No obstante, una vez realizado nuestro estudio se puede observar el grado de exposición acumulada en dicha área aun contando con el equipo adecuado de protección el cual fue obligatorio para su realización, acatando en todo momento las indicaciones y recomendaciones dadas por el departamento de Radiología el cual se vió involucrado en el apoyo de este estudio.

En nuestra institución el POE se encuentra conformado por técnicos radiologo, médico especialista en Radiología e Imagen, médico con alta especialidad en Endoscopía gastrointestinal y de vías biliares. Se anexa (tabla 2) la comparación de la exposición con Radiología, donde se puede apreciar que en el año 2023 - 2024 el área de Anestesiología supera en radiación acumulada uno de los departamentos más expuestos. Viendo los resultados anuales, es relevante incluir a el departamento de Anestesiología y residentes ya que la exposición es dependiente del procedimiento y operador que lo realice. Por tal caso, se sugiere la inclusión de nuestro departamento, considerandose el Hospital Central del Estado de Chihuahua es un Hospital para formación Especialistas y subespecialistas, el grado de exposición aumenta durante la primera curva de enseñanza de los residentes de



recien ingreso, siendo interesante comparar la radiación persibida en las diferentes especialidades con la intención de proteger al equipo médico englobandolo como POE.

Recalcando nuevamente, se hace evidente el enfatizar la exposición a la radiación ionizada y las implicaciones de salud que puede conllevar ello, durante nuestra participación como Anestesiólogos en los diversos procedimientos previamente mencionados.

Se invita a continuar este estudio, ampliando la muestra y dando seguimiento a el costo beneficio que ello implica. Involucrandonos en el higene del cuidado de salud laboral. Llevando a cabo la normativa al pie de la letra cumpliendo con derechos y obligaciones que esta rige.

Durante nuestro estudio, se obtuvo únicamente la autorización de 1 dosimetro, por lo que sería interesante el adquirir para todo el equipo y así cuantificar la exposición en los diferentes grados académico, ya que es importante saber que las rotaciones se evaluan con base a ello. Asimismo ampliar la investigación en otros departamentos como Traumatología y ortopedia, Neurocirugía y Medicina del Dolor.

Es importante destacar que no contamos con el equipo de protección completo como lo marca la Norma Oficial debido a el presupuesto Institucional, por lo que el dimensionar y exponensiar las implicaciones que tiene este estudio permitiria que las autoridades hicieran incapie en este tema y así mejorar las directrices que conlleva el POE.



CONCLUSIÓN

En el presente estudio realizado, en el cual se recolecta la cuantificación de la radiación ionizada por dosimetría en el área de Anestesiología del Hospital Central del Estado de Chihuahua, de Septiembre del 2023 hasta Septiembre del 2024. Se recolectaron por medio de dosimetro tipo termolumincente o TLD-100. Se concluye con un total de 5.64 mSv, que el área de Anestesiología se encuentra con una dosis acumulada mayor que el POE de el Hospital Central del Estado de Chihuahua, sin superar el límite equivalente de dosis efectiva anual (HE,L), para los efectos estocásticos de 50 mSv (5rem) y para los efectos deterministas el cual es de 500 mSv (50 rem). Y el límite para el cristalino es de 150 mSv anual. Se exhorta a darle continuidad a el presente estudio y asi obtener resultados mas globales.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- Historia de la radiación, la radioactividad y la radioprotección: La caja de Pandora / Bo Lindell; con prólogo de Abel González. - 1a ed. - Buenos Aires: Sociedad Argentina de Radioprotección, 2012.
- 2.- Usos de las radiaciones. Csn.es. [citado el 9 de septiembre de 2024].
- 3.- Connor N. Qué es Becquerel - Unidad de Radioactividad - Radiation Dosimetry. 2020 [citado el 9 de septiembre de 2024].
- 4.- El perfil del radiólogo en México, Consejo Mexicano de Radiología e Imagen. Coordinadora de proyecto, Alicia Cruz; Editora, Adriana Salazar; Cuidado editorial, Miguel A. Hernández, y Diseño editorial, Héctor Dorantes.
- 5.- Protección y seguridad radiológica en el diagnóstico médico con rayos X, NORMA Oficial Mexicana NOM-157-SSA1-1996.
- 6.- Dra. Diana Martino, Dr. Atilio Bustos, Dr. Pedro Barbieri. Seguridad del anestesiólogo frente a la exposición radioactiva. 2012.
- 7.- Puerta-Ortiz JA, Morales-Aramburo J. Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes. Rev Colomb Cardiol [Internet]. 2020;27:61–71.
- 8.- Vaes B, Van Keer K, Struelens L, Schoonjans W, Nijs I, Vandevenne J, et al. Eye lens dosimetry in anesthesiology: a prospective study. J Clin Monit Comput. 2017;31(2):303–8.



- 9.- Nagamoto K, Moritake T, Nakagami K, Morota K, Matsuzaki S, Kunugita N. A multicenter study of radiation doses to the eye lenses of clinical physicians performing radiology procedures in Japan. J Occup Health [Internet]. 2021;63(1).
- 10.- William Jaramillo-Garzón, Gustavo Andrade, Helen J. Khoury. Exposición ocupacional a la radiación en anestesia para quimioembolización hepática: un estudio prospectivo. Rev. colomb. anesthesiol. vol.51 no.4 Bogotá Oct./Dec. 2023.
- 11.- Mehlman CT, Thomas G. Exposición a la radiación del equipo de cirugía ortopédica durante la fluoroscopia: “¿A qué distancia es suficiente?” Journal of Orthopaedic Trauma. 1997;11(6):392–8.
- 12.- Rhea EB, Rogers TH, Riehl JT. Radiation safety for anaesthesia providers in the orthopaedic operating room. Anaesthesia [Internet]. 2016;71(4):455–61.
- 13.- Morishima Y, Chida K, Meguro T. Effectiveness of additional lead shielding to protect staff from scattering radiation during endoscopic retrograde cholangiopancreatography procedures. J Radiat Res [Internet]. 2018;59(2):225–32.
14. Kim KP, Miller DL, de Gonzalez AB, Balter S, Kleinerman RA, Ostroumova E, et al. Occupational radiation doses to operators performing fluoroscopically-guided procedures. Health Phys [Internet]. 2012;103(1):80–99. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/hp.0b013e31824dae76>
- 15.- Yamada R, Saimyo Y, Tanaka K, Hattori A, Umeda Y, Kuroda N, et al. Usefulness of an additional lead shielding device in reducing occupational radiation



exposure during interventional endoscopic procedures: An observational study.
Medicine (Baltimore) [Internet]. 2020;99(34):e21831.

ANEXOS



Conocimiento Integral en Imagenología

Acumulado Anual de Dosimetría Personal

Institucion

ICHISAL Hospital Central del Estado

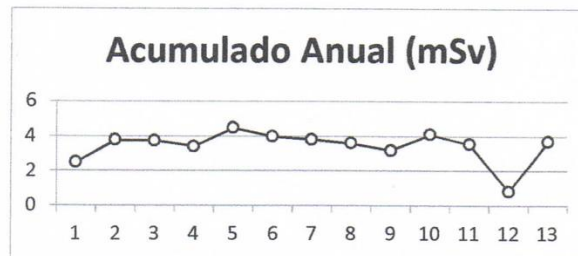
Dosis **MiliSievert (mSv)**

Tipo de Dosimetria **TL**

Año **2023**

Mes del Reporte **Diciembre**

#	Nombre	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1	Dr. Daniel Aguirre Perez	0.08	0.19	0.13	0.18	0.31	0.41	0.44	0.75	--	--	--	--	2.49
2	Dr. Jose Alfredo Ceniceros Valenzuela	0.08	0.67	0.22	0.18	0.20	0.32	0.51	0.19	0.39	0.3	0.57	0.14	3.77
3	Dr. Jose Luis Jasso Rico	0.13	0.38	0.17	0.14	0.27	0.34	0.32	0.35	0.59	0.33	0.52	0.19	3.73
4	Dra. Maria Guadalupe Olivas Ramos	0.09	NR	0.19	0.2	0.19	0.31	0.44	0.44	0.54	0.25	0.49	0.26	3.4
5	Dr. Sergio Arturo Portillo Mendoza	0.09	0.36	0.69	0.23	0.34	0.3	0.35	0.46	0.5	0.34	0.63	0.18	4.47
6	Dra. Grethel Renee Rivera Larez	0.08	0.36	0.14	0.24	0.38	0.18	0.54	0.51	0.55	0.38	0.42	0.19	3.97
7	T.P.R. Juan Mario Andazola Montes	0.09	0.19	0.33	0.21	0.33	0.4	0.41	0.34	0.43	0.35	0.61	0.12	3.81
8	T.P.R. Antonio Castellanos Pineda	0.13	0.36	0.11	0.26	0.24	0.59	0.29	0.38	0.51	0.22	0.3	0.21	3.6
9	T.P.R. Omar Fernando Chavarria Rodriguez	0.1	0.16	0.2	0.2	0.15	0.4	0.34	0.33	0.43	0.3	0.31	0.26	3.18
10	T.P.R. Celia Chavez Valencia	--	0.6	0.28	0.21	0.18	0.29	0.31	0.71	0.42	0.43	0.41	0.26	4.1
11	T.P.R. Luis Carlos Diaz Escobedo	0.14	0.17	0.15	0.21	0.41	0.47	0.41	0.39	0.3	0.38	0.25	0.26	3.54
12	T.P.R. Liliana Delgado Flores	0.13	NR	0.23	0.17	0.3	NR	--	--	--	--	--	--	0.83
13	T.P.R. Andres Martinez Gonzalez	0.13	0.17	0.12	0.29	0.31	0.67	0.42	0.35	0.46	0.33	0.24	0.2	3.69



Atentamente

Físico Miguel Angel Mendez Perez

Cedula Profesional 10617711

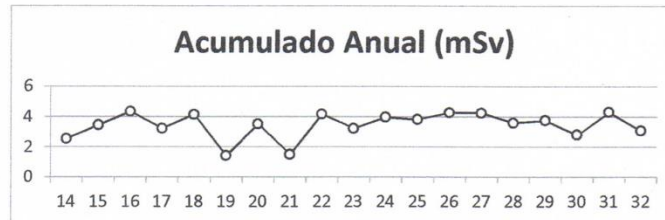
Observaciones: FN = Fondo Natural. Dosis < 0.1 mSv NR = No Recibido EX = Extemporaneo

Limite de Dosis Equivalente Anual POE 50 mSv, ICRP 26



Conocimiento Integral en Imagenología

14	T.P.R. Oscar Mata Anaya	NR	0.19	NR	0.36	0.45	0.47	NR	NR	NR	0.47	0.6	NR	2.54
15	T.P.R. Alejandra Perez Villa	0.14	0.19	0.2	0.23	0.25	0.35	0.48	0.25	0.51	0.23	0.25	0.36	3.44
16	T.P.R. Maria Monica Pizarro Michel	0.15	0.24	0.31	0.37	0.26	0.44	0.39	0.45	0.37	0.25	0.39	0.72	4.34
17	T.P.R. Joaquin Alejandro Solís Contreras	0.08	0.15	0.18	0.23	0.25	0.23	0.39	0.33	0.38	0.54	0.29	0.17	3.22
18	T.P.R. Jose Ángel Santos Estrada	0.23	0.2	0.18	0.23	0.42	0.19	0.35	0.41	0.52	0.34	0.64	0.43	4.14
19	Nubia Caraza Carrillo	0.1	0.17	0.11	NR	0.28	0.33	0.41	--	--	--	--	--	1.4
20	Claudia Isabel Caballero Hernández	0.2	0.21	0.19	0.2	0.31	0.21	0.31	0.31	0.47	0.28	0.67	0.16	3.52
21	Gracia Magdalena Gómez Armendáriz	0.09	0.26	0.12	NR	0.22	0.42	0.38	--	--	--	--	--	1.49
22	Ivonne Alejandra Ochoa Adame	0.22	0.14	0.11	0.21	0.19	0.31	0.56	0.42	0.43	0.79	0.57	0.22	4.17
23	Tania Mendoza Tavaréz	0.09	NR	0.13	0.14	0.18	0.24	0.34	0.35	0.52	0.35	0.44	0.44	3.22
24	Dr. Javier Ivan Valencia Baca	NR	0.17	0.22	0.18	0.26	0.24	0.18	0.36	0.51	0.99	0.46	0.4	3.97
25	Berenisse Esmeralda Gomez Gonzalez	0.17	0.16	0.2	0.26	0.16	0.29	0.47	0.56	0.58	0.43	0.43	0.11	3.82
26	Tineke Jacquez Stenner	0.16	0.16	0.16	0.18	0.15	0.22	0.32	0.55	0.7	0.87	0.26	0.54	4.27
27	Alberto Barron Mendoza	0.08	0.23	0.22	0.32	0.37	0.46	0.27	0.56	0.38	0.46	0.57	0.32	4.24
28	Margarita Reyes Mares	0.07	0.2	0.3	0.22	0.32	0.3	0.28	NR	0.44	0.9	0.39	0.17	3.59
29	Carolina Banda Hernandez	0.21	0.28	0.12	0.22	0.18	0.36	0.39	NR	0.76	0.3	0.43	0.5	3.75
30	Diana Lorena Esquivel Sandoval	0.1	0.19	0.12	0.21	0.15	0.27	0.31	0.42	0.44	0.33	NR	0.26	2.8
31	Belem Sinaí Alcaraz Guevara	0.2	0.16	0.19	0.17	0.23	0.47	0.49	0.39	0.68	0.36	0.66	0.3	4.3
32	Valeria Edith Nafiez Caro	0.16	0.14	0.13	0.21	0.16	0.42	0.45	0.27	0.33	0.35	NR	0.46	3.08



Atentamente



Físico Miguel Angel Mendez Perez

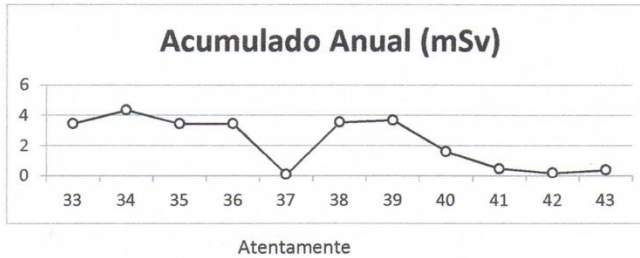
Cedula Profesional 10617711

Observaciones: FN = Fondo Natural. Dosis < 0.1 mSv NR = No Recibido EX = Extemporaneo

Límite de Dosis Equivalente Anual POE 50 mSv, ICRP 26



33	Cristian Villalobos Grado	NR	0.21	0.21	0.17	NR	0.28	0.47	0.41	0.5	0.44	0.43	0.33	3.45
34	Karen Rocío Armendáriz Gutiérrez	0.1	0.29	0.19	0.31	0.41	0.34	0.39	0.32	0.67	0.25	0.59	0.48	4.34
35	Dra. Rennè Lizeth Corona De La Fuente	0.09	0.26	0.16	0.18	0.23	0.47	0.3	0.36	0.33	0.34	0.32	0.4	3.44
36	Manuel Humberto Camarena Chávez	0.11	0.19	0.2	0.2	0.13	0.4	0.35	0.47	0.43	0.46	0.26	0.25	3.45
37	Karina Pada Estrada Aragón	0.08	NR	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.08
38	Luz Manuela Hernandez García	--	--	0.15	0.16	0.27	0.3	0.48	0.72	0.3	0.76	0.4	NR	3.54
39	Dr. Rubén Rentería Armendáriz	--	--	--	0.81	0.26	0.34	0.36	0.27	0.51	0.28	0.52	0.32	3.67
40	Dra. Miranda Idali Sánchez Chávez	--	--	--	--	--	--	--	--	0.68	0.26	0.51	0.15	1.6
41	Francisca Palmira Enriquez Varela	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.47	0.47
42	Guadalupe Avila Sagarnaga	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.18	0.18
43	Juan Omar Campusano Artiaga	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.38	0.38



Atentamente



Físico Miguel Ángel Méndez Pérez
Cedula Profesional 10617711

Observaciones: FN = Fondo Natural. Dosis < 0.1 mSv NR = No Recibido EX = Extemporaneo
Limite de Dosis Equivalente Anual POE 50 mSv. ICRP 26



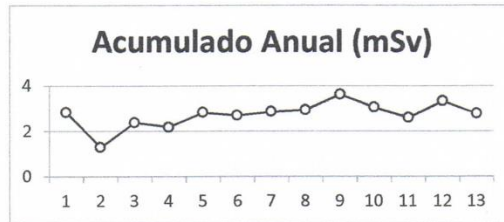
Conocimiento Integral en Imagenología

Acumulado Anual de Dosimetría Personal

Institucion
Dosis **MiliSievert (mSv)**
Año **2024**

ICHISAL Hospital Central del Estado
Tipo de Dosimetría **TL**
Mes del Reporte **Septiembre**

#	Nombre	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1	Dr. Jose Alfredo Ceniceros Valenzuela	0.15	0.13	0.27	0.59	0.54	0.23	0.35	0.32	0.26				2.84
2	Dr. Jose Luis Jasso Rico	0.2	0.1	0.17	0.38	0.45	--	--	--	--	--	--	--	1.3
3	Dra. Maria Guadalupe Olivas Ramos	0.2	0.21	0.28	0.41	0.37	0.18	0.15	0.26	0.33				2.39
4	Dr. Sergio Arturo Portillo Mendoza	0.12	0.23	0.18	0.53	0.31	0.14	0.29	0.13	0.26				2.19
5	Dra. Grethel Renee Rivera Larez	0.14	0.15	0.37	0.55	0.36	0.24	0.33	0.27	0.42				2.83
6	T.P.R. Juan Mario Andazola Montes	0.21	0.12	0.39	0.41	0.50	0.23	0.23	0.25	0.36				2.7
7	T.P.R. Antonio Castellanos Pineda	0.21	0.31	0.38	0.48	0.42	0.4	0.19	0.18	0.29				2.86
8	T.P.R. Omar Fernando Chavarria Rodriguez	0.12	0.22	0.5	0.63	0.55	0.44	0.15	0.09	0.24				2.94
9	T.P.R. Celia Chavez Valencia	0.2	0.3	0.37	0.73	0.54	0.61	0.22	0.29	0.36				3.62
10	T.P.R. Luis Carlos Diaz Escobedo	0.13	0.2	0.38	0.4	0.53	0.29	0.31	0.40	0.41				3.05
11	T.P.R. Liliana Delgado Flores	NR	NR	0.28	0.5	0.37	0.52	0.47	0.21	0.25				2.6
12	T.P.R. Andres Martinez Gonzalez	0.22	0.23	0.61	0.52	0.52	0.37	0.19	0.31	0.36				3.33
13	T.P.R. Oscar Mata Anaya	NR	NR	0.41	0.58	0.47	0.35	0.63	0.34	NR				2.78



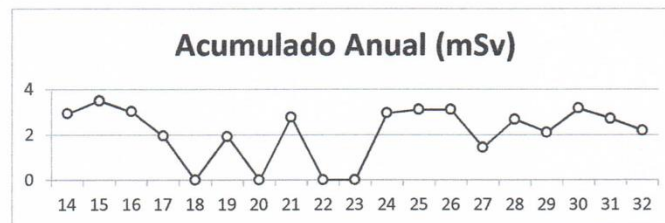
Atentamente

Físico Miguel Angel Mendez Perez
Cedula Profesional 10617711

Observaciones: FN = Fondo Natural. Dosis < 0.1 mSv NR = No Recibido EX = Extemporaneo
Limite de Dosis Equivalente Anual POE 50 mSv, ICRP 26



14	T.P.R. Alejandra Perez Villa	0.1	0.22	0.51	0.72	0.21	0.42	0.19	0.29	0.28				2.94
15	T.P.R. Maria Monica Pizarro Michel	0.12	0.21	0.74	0.64	0.32	0.55	0.31	0.28	0.33				3.5
16	T.P.R. Joaquin Alejandro Solis Contreras	0.13	0.14	0.36	0.43	0.51	0.41	0.45	0.22	0.37				3.02
17	T.P.R. Jose Ángel Santos Estrada	0.24	0.25	0.3	0.41	0.29	0.27	0.19	NR	NR				1.95
18	Nubia Caraza Carrillo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
19	Claudia Isabel Caballero Hernández	0.13	0.25	0.23	0.61	0.38	0.33	--	--	--	--	--	--	1.93
20	Gracia Magdalena Gómez Armendáriz	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
21	Ivonne Alejandra Ochoa Adame	0.34	0.23	0.34	1.18	0.25	0.44	--	--	--	--	--	--	2.78
22	José Rosario Ramírez Leyva	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
23	Celia Veronica Rodríguez T.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
24	Tania Mendoza Tavarez	0.21	0.12	0.55	0.58	0.31	0.35	0.32	NR	0.51				2.95
25	Dr. Javier Ivan Valencia Baca	0.12	0.21	0.12	0.62	0.51	0.29	0.31	0.64	0.29				3.11
26	Berenisse Esmeralda Gomez Gonzalez	0.21	0.11	0.4	0.49	0.5	0.32	0.36	0.39	0.32				3.1
27	Tineke Jacquez Stenner	0.25	0.12	0.4	0.5	0.17	--	--	--	--	--	--	--	1.44
28	Alberto Barron Mendoza	0.32	0.21	0.16	0.51	0.22	0.45	0.28	0.26	0.27				2.68
29	Margarita Reyes Mares	0.23	0.24	0.2	0.56	0.36	0.52	--	--	--	--	--	--	2.11
30	Carolina Banda Hernandez	0.2	0.27	0.3	0.72	0.25	0.37	0.35	0.45	0.26				3.17
31	Diana Lorena Esquivel Sandoval	0.23	0.11	0.31	0.42	0.49	0.37	0.24	0.18	0.36				2.71
32	Belem Sinaí Alcaraz Guevara	0.16	0.21	0.23	0.32	0.32	0.22	0.39	0.13	0.21				2.19



Atentamente

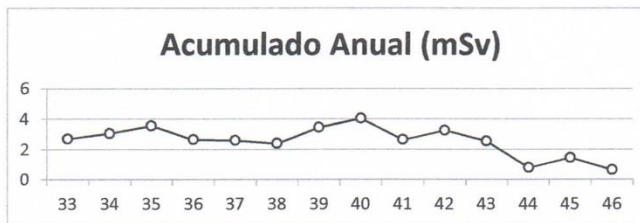
Físico Miguel Ángel Mendez Perez
Cedula Profesional 10617711

Observaciones: FN = Fondo Natural. Dosis < 0.1 mSv NR = No Recibido EX = Extemporaneo
Limite de Dosis Equivalente Anual POE 50 mSv, ICRP 26



Conocimiento Integral en Imagenología

33	Valeria Edith Nañez Caro	0.25	0.12	0.24	0.71	0.38	0.37	0.23	0.4	NR				2.7
34	Cristian Villalobos Grado	0.1	0.22	0.35	0.6	0.21	0.29	0.39	0.51	0.38				3.05
35	Karen Roció Armendáriz Gutiérrez	0.15	0.22	0.16	0.93	0.39	0.26	0.52	0.45	0.47				3.55
36	Dra. Rennè Lizeth Corona De La Fuente	0.22	0.12	0.41	0.62	0.45	0.2	0.18	0.28	0.16				2.64
37	Manuel Humberto Camarena Chávez	0.2	0.21	0.09	0.6	0.33	0.39	0.3	0.11	0.35				2.58
38	Luz Manuela Hernandez García	0.12	0.13	0.38	0.35	0.33	0.37	0.28	0.15	0.27				2.38
39	Dr. Rubén Rentería Armendáriz	0.3	0.31	0.18	0.44	0.84	0.39	0.44	0.24	0.31				3.45
40	Dra. Miranda Idali Sánchez Chávez	0.32	0.42	0.31	0.66	0.47	0.55	0.25	0.52	0.54				4.04
41	Francisca Palmira Enriquez Varela	0.1	0.2	0.18	0.52	0.26	NR	0.41	0.41	0.55				2.63
42	Guadalupe Avila Sagarnaga	0.22	0.13	0.19	0.6	0.52	0.28	0.34	0.28	0.69				3.25
43	Juan Omar Campusano Artiaga	0.23	0.24	0.13	0.39	0.39	0.22	0.29	0.35	0.29				2.53
44	Dra. Katia Ortiz Gomez	--	--	--	--	--	0.25	NR	0.21	0.32				0.78
45	Dra Elva Ortega Aragon	--	--	--	--	--	0.39	NR	0.2	0.85				1.44
46	Yesica Soto	--	--	--	--	--	--	--	0.19	0.44				0.63



Atentamente



Físico Miguel Ángel Méndez Pérez
Cedula Profesional 10617711

Observaciones: FN = Fondo Natural. Dosis < 0.1 mSv NR = No Recibido EX = Extemporaneo
Límite de Dosis Equivalente Anual POE 50 mSv ICRP 26



CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

A quien corresponda

De acuerdo y en base a NORMA Oficial Mexicana NOM-004-SSA3-2012, Del expediente clínico, de su apartado 4.2 Cartas de consentimiento informado y 10.1 Cartas de consentimiento informado. Así como de la NORMA Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, Que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos.

Yo **Miranda Idali Sánchez Chávez**, me declaro libre y voluntariamente la decisión de participar en la Institución Hospital Central del Estado, cuyo objetivo consiste en: **Determinar si la exposición a la radiación ionizada adquirida en el área de anestesiología supera el umbral establecido por la NORMA OFICIAL DE SALUD AMBIENTAL. PROTECCIÓN Y SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN EL DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X**, cuantificada por dosimetría.

Estoy consciente de que los procedimientos, pruebas y tratamientos para lograr los objetivos mencionados consistirán en la colocación de Dosimetría con el debido uso de Equipo de protección que la NOM157SSA12002 indica y que los riesgos en mi persona serían: **Efectos adversos asociados a SNC, Reproductivos, Hematológicos, Oftalmológicos.**

Entiendo que del presente estudio se derivaran los siguientes beneficios:

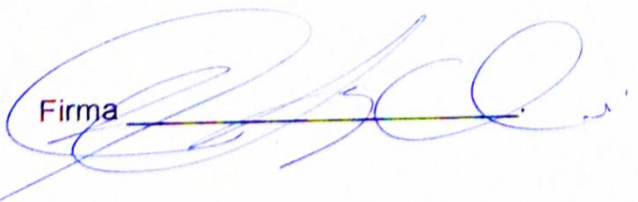
Determinar si la exposición a la radiación ionizada adquirida en el área de anestesiología supera el umbral establecido por la NORMA OFICIAL DE SALUD AMBIENTAL. PROTECCIÓN Y SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN EL DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X buscando así disminuir los efectos deletéreos y determinísticos en el personal ocupacional expuesto. Es de mi conocimiento estar enterada de la información adicional acerca de los riesgos y beneficios de mi participación en este estudio. En caso de que decidiera retirarme, la atención que como paciente recibo en esta Institución me ha informado y

garantizado e informado a detalle la confidencialidad de la información personal de mi persona y será protegida para que no sea divulgada sin mi consentimiento. Esta información solo será accesible ante la solicitud de mi persona. El Comité en Investigación, vigilará que se cumplan las condiciones necesarias para que la información se mantenga segura y se utilizaran códigos especiales de identificación, en lugar de utilizar mi nombre y apellidos. Las bases de datos que contiene mi información estarán protegidas por contraseñas y los registros de papel se mantienen en un lugar cerrado y protegido por el investigador. Si mi confidencialidad es violada, lo podré reportar al Comité Ética en la Investigación.

Nombre: **Miranda Idali Sánchez Chávez**
Fecha: **27 de enero de 2025**

Firma  _____.

Testigo: **Eduardo Chávez Quezada**
Fecha: **27 de enero 2025**

Firma  _____.