



**BUAP**

Facultad de Medicina  
Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Traumatología y Ortopedia  
Centro Médico Nacional Gral. de Div. Manuel Ávila Camacho

**“Exposición a radiación ionizante en médicos residentes de traumatología y ortopedia  
en la UMAE HTOP”**

Tesis para obtener el grado de Especialidad Médica en Ortopedia y Traumatología



Presenta:

**Dr. Gilberto Sánchez González**  
Investigador Responsable:  
**Dr. Suemmy Gaytán Fernández**  
Director de Tesis:  
**Dr. Jorge Quiroz Williams**

N° de registro: R-2020-2105-038

H. Puebla de Z. Febero2022

**IDENTIFICACIÓN DE LOS INVESTIGADORES.  
AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS.**

Este trabajo de investigación es el resultado de 2 años de trabajo y esfuerzo.  
Quiero agradecer a Dios por permitirme culminarlo.  
A mis padres que siempre he contado con su apoyo incondicional.  
A mis asesores de tesis que me guiaron en el camino y me animaron a presentar un trabajo de calidad.  
A mis compañeros y amigos en estos cuatro años de residencia.  
A mi prometida, que siempre has creído en mí y me motivas cada día a ser mejor estudiante, mejor médico y persona.  
Este trabajo está dedicado a todos ustedes.

Tesista:

**Dr. Gilberto Sánchez González**

Médico Residente de la Especialidad de Ortopedia, curso de especialización médica en Ortopedia y Traumatología, BUAP-IMSS.

Correo:       Teléfono: 8186939068.

Investigadora principal:

**Dra. Suemmy Gaytán Fernández.**

Jefa de la División de Educación en Salud, UMAE HTYO CMNMAC. Especialista en Ortopedia, subespecialidad en Ortopedia pediátrica, maestría en ciencias de la educación.

Correo: [suemmy.gaytan@imss.gob.mx](mailto:suemmy.gaytan@imss.gob.mx) Teléfono: 22 224 3307 Ext. 116

Director de tesis:

**Dr. Jorge Quiroz Williams.**

Jefe de la División de Investigación en Salud, UMAE HTYO CMNMAC. Especialista en Ortopedia. Maestría en Docencia y Administración de la Educación Superior. Diplomado en Investigación clínica.

Correo: [jorge.quirozw@imss.gob.mx](mailto:jorge.quirozw@imss.gob.mx); Teléfono: 22 224 3307 Ext. 208

Investigadores asociados:

**Dr. Rodolfo Gregorio Barragán Hervella.**

Director de Educación e Investigación en Salud, UMAE HTYO CMNMAC. Especialista en Ortopedia. Maestría y Doctorado en Ciencias de la Educación.

Correo: [rodolfo.barragan@imss.gob.mx](mailto:rodolfo.barragan@imss.gob.mx); Teléfono: 22 224 3307 Ext. 207

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN DE TESIS DE ESPECIALIDAD  
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD  
HOSPITAL DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA DE PUEBLA

Puebla, Puebla, a 13 de enero de 2022

**AUTORIZACION DE IMPRESIÓN DE TESIS DE ESPECIALIDAD**

LOS ASESORES: Suemmy Gaytán Fernández, Jorge Quiroz Williams y Rodolfo Gregorio Barragán Hervella.

DE LA TESIS TITULADA: Exposición a radiación ionizante en médicos residentes de traumatología y ortopedia en la UMAE HTOP

REALIZADA POR EL MÉDICO RESIDENTE: Gilberto Sánchez González

DE LA ESPECIALIDAD: Traumatología y Ortopedia

HACEMOS CONSTAR QUE ESTE TRABAJO CIENTIFICO HA SIDO REVISADO Y AUTORIZADO EN EL SIRELCIS CON NÚMERO DE REGISTRO NACIONAL: R-2020-2105-038

**AUTORIZAMOS SU IMPRESIÓN**

DR. RODOLFO GREGORIO BARRAGÁN HERVELLA  
DIRECTOR DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD

DRA. SUEMMY GAYTÁN FERNÁNDEZ  
JEFA DE LA DIVISIÓN DE EDUCACIÓN EN SALUD

DR. JORGE QUIROZ WILLIAMS  
JEFE DE LA DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud 2105.  
HOSP TRAUMA Y ORTOPEDIA PUEBLA

Registro COFEPRIS 17 CI 21 114 025  
Registro CONBIOÉTICA CONBIOÉTICA 21 CEI 008 2017121

FECHA Jueves, 04 de junio de 2020

Mtra. Suemmy Gaytan Fernández

PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **Exposición a radiación ionizante de los residentes de traumatología y ortopedia en la UMAE HTOP** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional  
R-2020-2105-038

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENCIÓN

  
Dr. Carlos Francisco Morales Flores  
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 2105

Imprimir

IMSS  
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

## INDICE.

1. Marco teórico.
  - 1.1 Antecedentes generales.
  - 1.2 Antecedentes específicos.
2. Justificación.
  - 2.1 Pregunta de investigación.
3. Hipótesis.
4. Objetivos.
  - 4.1 Objetivo general.
  - 4.2 Objetivos específicos.
5. Material y métodos.
  - 5.1 Diseño del estudio.
  - 5.2 Ubicación espaciotemporal.

- 5.3 Estrategia de trabajo.
- 5.4 Marco muestral.
- 5.5 Criterios de selección de las unidades de muestreo.
- 5.6 Diseño y tipo de muestreo.
- 5.7 Método de recolección de datos.
- 5.8 Variables.
- 5.9 Logística.
6. Cronograma de actividades.
7. Aspectos éticos.
8. Resultados.
9. Discusión.
10. Conclusiones.
11. Bibliografía.
12. Anexos.
  - 12.1

## RESUMEN

### Introducción:

Existen dos tipos de radiación: ionizante y no ionizante. La radiación ionizante es considerada más peligrosa porque produce partículas llamadas iones que puede provocar que las células mueran de forma prematura o muten erróneamente y causen cáncer. La exposición a radiación en el Ortopedista varía entre subespecialidades y tipos de procedimiento. Las dosis de radiación más altas o las dosis efectivas más altas se registran en la cirugía de columna, especialmente en vertebroplastías y cifoplastías.

Además de esto se cree que los cirujanos ortopedistas en entrenamiento se encuentran mayormente expuestos estas dosis de radiación.

**objetivo:** Describir la exposición a radiación ionizante de los residentes de traumatología y ortopedia en la UMAE HTO.

**Material y método:** Es un estudio descriptivo, longitudinal, prospectivo y homodémico, se realizó en el lapso comprendido entre Abril de 2020 y febrero de 2021 en el Hospital de traumatología y ortopedia del IMSS, Puebla.

Todos los residentes de traumatología y ortopedia de la UMAE HTO usarán un dosímetro en toda ocasión, sobre la bata médica cuando se encuentren en sus actividades fuera de quirófano y sobre el bolsillo del

uniforme quirúrgico por debajo del equipo de protección radiológica en las actividades que así lo requieran dentro de quirófano. Se realizará una medición mensual de la dosis de radiación de cada residente y posteriormente se expresarán resultados de forma individual categorizándolos por grupo de acuerdo al año de residencia. Al final se tendrá el resultado de 11 meses y se expresarán resultados de forma individual y grupal y se realizará un promedio de dosis por año y de los cuatro años.

**Resultados:** La media de la exposición total a la radiación ionizante, en mujeres fue de 3.260 ( $\pm 1.688$ ), mientras que en hombres fue de 2.807 ( $\pm 2.304$ ) (rango: -0.984-1.890,  $P= 0.529$ ). La exposición total a la radiación ionizante por año fue para R1 de 2.105 ( $\pm 1.006$ ) y R2 3.503 ( $\pm 2.635$ ) (rango: -3.245 – 0.449,  $P=0.132$ ); R3 de 3.079 ( $\pm 1.798$ ) y R4 de 3.480 ( $\pm 2.063$ ) (rango -0.203 – 1.232,  $P=0.616$ )

**Conclusiones:** Los médicos residentes de ortopedia presentan dosis de radiación menores al límite recomendado por la ICPR. Sin embargo existe una falta de conocimientos de protección radiológica y así como falta de interés e ignorancia de los efectos adversos de la radiación.

**Palabras claves:** radiación ionizante, ortopedia, seguridad radiológica, protección, residencia médica, residentes.

## 1. MARCO TEÓRICO.

### 1.1 Antecedentes Generales

Existen dos tipos de radiación: ionizante y no ionizante. La radiación ionizante es considerada más peligrosa porque produce partículas llamadas iones que puede provocar que las células mueran de forma prematura o muten erróneamente y causen cáncer.

La exposición a radiación en el Ortopedista varía entre subespecialidades y tipos de procedimiento. Las dosis de radiación más altas o las dosis efectivas más altas se registran en la cirugía de columna, especialmente en vertebroplastías y cifoplastías.

Además de esto se cree que los cirujanos ortopedistas en entrenamiento se encuentran mayormente expuestos estas dosis de radiación.

### 1.1.2 Historia de la Radiología en Medicina.

La tecnología de la radiación ha evolucionado considerablemente desde su inepción en 1895 por Wilhelm Röntgen un físico alemán. La primera radiografía médica fue de la mano de su esposa. Al mismo tiempo Thomas Edison hizo importantes avances con pantallas fluorescentes. Edison logró muchos de estos avances gracias a su devota asistente Clarence Dally, cuyas manos fueron blanco incontables veces de la radiación, Dally inició con dolor en su mano predominante y eventualmente desarrolló úlceras en ambas manos, posteriormente estas lesiones se convirtieron en cáncer escamo

celular, que requirió la amputación bilateral. (36)

Los efectos carcinogénicos de la exposición a la radiación y sus complicaciones no fueron claros y estuvieron en discusión los primeros 30 años de su uso. Después de los reportes de Edison y de las complicaciones de Dally, otros reportes de complicaciones confusas y lesiones parecidas a quemaduras aparecieron en la literatura.

A pesar de estos reportes la comunidad médica seguía en duda de la etiología precisa y la posible conexión la exposición a la radiación.

Inicialmente, las radiografías también fueron usadas para usos no médicos. De hecho, en los años 20 era extrañamente común encontrarse con los llamados "Shoe-fitting fluoroscopes", esta tecnología le permitía a los vendedores de zapatos y a sus clientes visualizar sus pies y las medidas específicas de zapato.

En esa época el público en general desconocía del riesgo potencial de la radiación.

Al volverse cada vez más frecuentes y aparentes, las complicaciones médicas, tales como las cataratas y malignidades, la comunidad médica comenzó a atribuir estas complicaciones a la exposición a radiación ionizante.

### **1.1.3 Tipos de Radiación.**

Existen dos tipos de radiación: ionizante y no ionizante. La radiación ionizante es considerada más peligrosa porque produce partículas llamadas iones que puede provocar que las células mueran de forma prematura o muten erróneamente y causen cáncer<sup>1</sup>.

#### **1.1.3.1 Radiación ionizante.**

Según la OMS la radiación ionizante es un tipo de energía liberada por los átomos en forma de ondas electromagnéticas (rayos gamma o rayos X) o partículas (partículas alfa y beta o neutrones). La desintegración espontánea de los átomos se denomina radiactividad, y la energía excedente emitida es una forma de radiación ionizante. (29).

El Instituto Nacional del Cáncer la define como un tipo de radiación de alta energía suficiente para eliminar un electrón de un átomo o molécula y causar su ionización (30).

Las personas estamos expuestas a fuentes naturales de radiación ionizante como el suelo, el agua o la vegetación, así como fuentes artificiales como los rayos X y algunos dispositivos médicos.

La radiación natural proviene de muchas fuentes, como los más de 60 materiales radiactivos naturales presentes en el suelo, el agua y el aire. El radón es un gas natural que emana de las rocas y la tierra y es la principal fuente de radiación natural. Diariamente inhalamos e ingerimos radionúclidos presentes en el aire, los alimentos y el agua. Asimismo, estamos expuestos a la radiación natural de los rayos cósmicos, especialmente a gran altura. Por término medio, el 80% de la dosis anual de radiación de fondo que recibe una persona procede de fuentes de radiaciones naturales, terrestres y cósmicas.

La exposición humana a la radiación proviene también de fuentes artificiales que van desde la generación de energía nuclear hasta el uso médico de la radiación para fines diagnósticos o terapéuticos. Hoy día, las fuentes artificiales más comunes de radiación ionizante son los dispositivos médicos, como los aparatos de rayos X.

Las situaciones de exposición a la radiación ionizante pueden clasificarse en tres categorías:

1. Exposición planificada: es el resultado de la introducción y funcionamiento deliberados de fuentes de radiación con fines concretos, como en el caso de la utilización médica de la radiación con fines diagnósticos o terapéuticos, o de su uso en la industria o la investigación.
2. Exposición existente: se produce cuando ya hay una exposición a la radiación y hay que tomar una decisión sobre su control, como en el caso de la exposición al radón en el hogar o en el lugar de trabajo, o de la exposición a la radiación natural de fondo existente en el medio ambiente.
3. Exposición en situaciones de emergencia: tiene lugar cuando un acontecimiento inesperado requiere una respuesta rápida, como en el caso de los accidentes nucleares o los actos criminales.

Las radiaciones ionizantes tienen muchas aplicaciones beneficiosas en la medicina, la industria, la agricultura y la investigación.

El uso médico de la radiación representa el 98% de la dosis poblacional con origen en fuentes artificiales y el 20% de la exposición total de la población. Cada año se realizan en el mundo más de 3600 millones de pruebas diagnósticas radiológicas, 37 millones de pruebas de medicina nuclear y 7,5 millones de tratamientos con radioterapia. (29)

A medida que aumenta el uso de las radiaciones ionizantes también lo hacen los posibles peligros para la salud si no se utilizan o contienen adecuadamente.

La radiación ionizante produce cambios químicos en las células y daña el ADN. Esto aumenta el riesgo de padecer de ciertas afecciones, como el cáncer. (30)

#### **1.1.4 Medición de la Radiación ionizante.**

##### **1.1.4.1 Unidades de medición de radiación.**

La primera unidad de dosis, el roentgen (r), fue establecida para los rayos x en 1928 por el Comité Internacional de la Unidad para los Rayos X (24)

Posteriormente el "rem" (Roentgen equivalent in men) fue retenido como la unidad de dosis equivalente por la ICRP.

El Gray es la unidad que representa la energía depositada en la materia. Un Gray equivale a 1 joule sobre kilogramo.

La energía depositada en la materia biológica se mide en Sieverts (Sv).  
 $1 \text{ Sv} = 1 \text{ j / kg}$

Las tres dosis son equivalentes y se usan depende de donde se mida la radiación.

La radiación puede ser medida en "Sieverts". El Sievert (Sv) es una unidad del sistema internacional en el que se mide la dosis efectiva, siendo que un Sievert aumenta en 5.5% el riesgo de padecer cáncer (2).

La dosis efectiva es la suma de la dosis por tejido y órgano recibido por una persona (3).

##### **1.1.4.2 Límites a exposición a radiación ionizante.**

El límite de dosis anual, establecido en 1956 por la ICRP fue de 50 mSv para los trabajadores. En 1990 se lo redujo a 20 mSv en promedio por año basado en la revisión del riesgo de los efectos estocásticos estimados del estudio durante toda la vida de los sobrevivientes de los bombardeos atómicos de Hiroshima y Nagasaki (ICRP, 1991b). (24)

Actualmente la International Commission on Radiological Protection



(ICRP) recomienda límites de dosis laborales de exposición anuales de 20 mSv promediados a través de 5 años, con límites de dosis efectivas de 20 mSv para los ojos y 500 mSv para la piel, manos y pies (1, 23)

La recomendación de los organismos internacionales de protección radiosanitaria establecen, en el personal expuesto a la radiación, que la dosis equivalente acumulada en cinco años consecutivos no podrá exceder de 100 mSv.(26) Esta dosis debe ser distribuida de la manera más homogénea posible, durante dicho período, sin superar nunca 50 mSv, en cualquier año.(25)

### **1.1.5 Efectos de la radiación en los seres humanos.**

La radiación ionizante depositada en la masa orgánica, cede energía a esta, produciendo ionización de sus moléculas. Esta energía determina transformaciones físico químicas que pueden inducir cambios en moléculas biológicamente importantes y estas, por último, efectos biológicos determinantes. La cantidad de energía absorbida por los tejidos determina el efecto. (25)

Los efectos adversos de la radiación en los tejidos se pueden agrupar en dos categorías:

Efectos deterministas: son reacciones tisulares nocivas debidas a la muerte o defectos en el funcionamiento de las células tras una exposición a dosis elevadas de radiación. (24) Estos efectos están directamente relacionados con la dosis y existe un umbral para cada órgano. Mientras la dosis se mantenga por debajo del umbral el riesgo no aumenta.

La razón de la presencia de dicho umbral es que se necesita que el daño por la radiación (defecto serio del funcionamiento o muerte) a una población crítica de células en un tejido dado sea continuo antes de que la lesión se exprese de una forma clínicamente relevante.(24)

Las reacciones tisulares tempranas (días a semanas) a la radiación, en casos donde se ha excedido la dosis umbral, pueden ser del tipo inflamatorio como consecuencia de la liberación de factores celulares o pueden ser reacciones que resultan de la pérdida de células. (24)

Efectos estocásticos: implica el desarrollo de cáncer debido a la mutación de células somáticas o una enfermedad heredable debido a la mutación de células germinales. (24) El daño es acumulativo con las exposiciones múltiples, no hay un umbral de seguridad.

El 85% de los casos de carcinoma papilar de tiroides son inducidos por radiación. (35)

Reportes recientes de un incremento del 13% en el riesgo de cáncer entre miembros de la Scoliosis Research Society (4), alarmó a los cirujanos de la columna espinal acerca del riesgo para ellos y sus pacientes.

## **1.2 Antecedentes específicos.**

### **1.2.1 Medidas de protección.**

La protección radiológica se optimiza con el principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable) propuesto por la ICRP.

Parte de tres principios básicos:

1. Justificación de la práctica: No se justificará ninguna aplicación en la que el beneficio que se obtiene no supere el daño que produce.
2. Respeto de la dosis límite: es preciso contar con sistemas que permitan medir la magnitud de radiación para poder cumplir con las dosis límite establecidas por las autoridades antes mencionadas.
3. Optimización: Los valores deberán ser reducidos tanto como sea razonablemente posible mediante dispositivos de radioprotección o modificación de las técnicas de trabajo.

Existen diversos factores que de ser modificados pueden disminuir importante mente el grado de exposición a la radiación de los ortopedistas y el staff quirúrgico. Estos incluyen la reducción del tiempo de exposición, aumentar la distancia entre la fuente de exposición, modificar la localización respecto a la fuente de localización, disminuir la magnificación en el fluoroscopio y el uso de equipo de protección.

Para disminuir el tiempo de exposición se aconseja colocar marcas en el piso y el paciente durante el uso del fluoroscopio, además de usar el láser apuntador del mismo.

Es importante conformarse con imágenes que nos muestren lo que necesitamos ver y no repetir imágenes con el afán de obtener una imagen más completa que nos sirve para lo mismo.

Aumentar la distancia a la que nos encontramos de la fuente de radiación es importante. La magnitud de la radiación dispersa disminuye al aumentar la distancia en una relación inversa al cuadrado. (26)

Posición del arco en C:

El cirujano debe posicionarse del lado del intensificador en la posición horizontal. En un estudio realizado por Giachino, se reportó que el cirujano que se posiciona del lado del emisor de rayos X durante cirugía de cadera, recibe de 4 a 8 veces mayor radiación dispersa que el que se posiciona del lado del intensificador o receptor de imagen.(32)

En la posición vertical, cuando se trata de la mano a alguna extremidad se ha detectado menor dispersión de rayos con el emisor de rayos X por arriba de la extremidad. (33) Sin embargo cuando se trata del torso se emite menor radiación dispersa cuando el emisor se encuentra por debajo de la mesa de operaciones y el intensificador por arriba.(34)

Equipo de protección:

Chaleco de plomo: El grado de protección depende del grosor, la configuración de kilovoltaje y el material del que están hechos. Los más comúnmente usados son de 0.25 y 0.5 mm que pueden atenuar el 90 y 99% de la radiación respectivamente. (27)

Tasbas midió la dosis de radiación del cirujano principal y asistente en 107 cirugías ortopédicas en un periodo de 3 meses. Durante la cirugía el cirujano se encontraba a 90 cm del haz de rayo y el asistente a 10 cm porque tenía que mantener la reducción. El dosímetro exterior del chaleco recibió 0.0375 mSv en el cirujano y 0.21 mSv en su asistente. El dosímetro en el interior del chaleco no detectó radiación en el del cirujano y tan solo 0.05 en el del asistente (28), demostrando la eficacia del chaleco de plomo.

Lentes plomados:

Los lentes plomados clásicos reducen la radiación al cirujano en un 90%. (31) El límite de exposición ocular de la ICRP es de 20 mSv (1, 23). Un cirujano tendría que realizar alrededor de 400 procedimientos de enclavado femoral, sin lentes plomados, para alcanzar ésta cifra límite.

En un pequeño hospital de Italia en donde el uso de equipo de protección radiológica era usado de forma ocasional e inconstante, un estudio retrospectivo reveló una incidencia de cáncer de 29% en Ortopedistas expuestos a radiación, comparado con 4% en Ortopedistas no expuestos (5).

## 1.2.2 Radiación ionizante en cirugía ortopédica.

La exposición a radiación en el Ortopedista varía entre subespecialidades y tipos de procedimiento. Las dosis de radiación más altas o las dosis efectivas más altas se registran en la cirugía de columna, especialmente en vertebroplastías y cifoplastías. El enclavado endomedular de huesos largos también se ha asociado a dosis altas de exposición, mientras que la cirugía de extremidades se asocia con dosis bajas siempre y cuando se mantengan las manos del cirujano fuera del campo operatorio en el que se utilice la radiación. Las manos del cirujano se encuentran frecuentemente cerca del paciente o de la fuente de radiación lo que las hace la parte del cuerpo más expuesta a la radiación (3).

Los siguientes factores pueden influenciar en la exposición a radiación del cirujano ortopeda: tiempo de fluoroscopia y distancia de la exposición a la fuente de radiación, radiación directa, posición respecto a la fuente de radiación y el fluoroscopio, uso de protección radiológica, experiencia del cirujano y precauciones del mismo (3).

La dosis de radiación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la fuente de radiación. Es por eso que aumentar la distancia de la mesa de operaciones al momento del disparo de rayos x, es un método de protección. Para cifoplastías y vertebroplastías, la distancia entre las manos y la fuente de radiación se puede aumentar al usar un sistema de colocación de cemento durante la exposición a radiación (6,7).

La radiación directa a las manos del cirujano aumenta las dosis de radiación, aún con el uso de guantes de protección y debe ser evitado siempre que sea posible (6,8).

El uso de un chaleco de plomo y un collarín tiroideo es una forma efectiva de disminuir la dosis de exposición (9,10,11 y 12).

Mientras todos los cirujanos usan chalecos de plomo, en muchos hospitales no usan collarines de plomo de forma rutinaria. En un estudio realizado se reportó que solo el 4% del personal de quirófano usa collarines de plomo a pesar de su disponibilidad (13).

Los guantes de plomo pueden reducir efectivamente la dosis de radiación en las manos del cirujano (6, 14, 9). Sin embargo no son efectivos cuando se encuentran directamente en el rayo, por lo que no deben dar una falsa sensación de seguridad en estos casos (3).

También existen lentes de plomo y podrían añadir protección a los ojos (15).

Dosis de exposición de acuerdo a tipo de cirugía.

Cirugía de columna

Vertebroplastías y Cifoplastías:

El tiempo de fluoroscopia vario de 2.7 minutos a 16.5 minutos por procedimiento en el caso de la vertebroplastía y de 2.5 a 7.2 minutos para cifoplastía (16). Las dosis de exposición de las manos puede rebasar el límite anual si no cuentan con protección (6). La mayoría de los estudios encontraron valores de exposición entre 0.1 mSv y 1 mSv por procedimiento para las manos del cirujano (6, 17, 7, 14). Las dosis del pecho y de la tiroides variaron de 0.154 mSv a 0.526 mSv, sin embargo con el uso de chaleco y collarín de plomo, los valores estuvieron debajo del límite de detección de los dosímetros (< 0.010 mSv) (9, 17-19).

Fusión lumbar o toracolumbar/ colocación de tornillos transpediculares/ disectomía lumbar:

El tiempo de fluoroscopia para las fusiones lumbares y toracolumbares fue de 0.33 minutos y la dosis efectiva en el pecho del cirujano fue menor de 0.010 mSv, sin protección (20).

Para la colocación de tornillos transpediculares guiada por fluoroscopia en escolios idiopática juvenil, el tiempo de fluoroscopia promedio fue de 2.48 minutos por caso y la dosis efectiva fue de 0.109 mSv y 0.022 mSv dentro y fuera del collarín de plomo respectivamente (21).

En la disectomía lumbar las dosis se redujeron en un 96.9% y 94.2% con el uso de chaleco y collarín de plomo (22).

## 2. JUSTIFICACIÓN:

Es importante realizar este protocolo de estudio ya que en la actualidad no existe un reporte de la dosis de radiación ionizante a la que se encuentran expuestos los residentes de traumatología y ortopedia en la UMAE HTO.

### 2.1 Pregunta de investigación:

¿Cuál es la exposición a radiación ionizante de los residentes de traumatología y ortopedia en la UMAE HTO?

## 3. HIPÓTESIS:

No requiere hipótesis al ser un estudio descriptivo

## 4. OBJETIVOS.

### 4.1 Objetivo general:

Describir y analizar la exposición a radiación ionizante de los residentes de traumatología y ortopedia en la UMAE HTO.

### 4.2 Objetivos específicos:

- Medir la dosis de radiación ionizante de los residentes de traumatología y ortopedia en la UMAE HTO por año.
- Describir las medidas de protección utilizadas por residente durante su exposición a radiación ionizante.
- Describir el conocimiento de los médicos residentes en cuanto a radiación ionizante.

## 5. MATERIAL Y MÉTODOS:

### 5.1 Diseño del estudio.

- Por la maniobra del investigador:  
Observacional.
- Por su propósito: descriptivo
- Por el número de evaluaciones en el tiempo:  
longitudinal.
- Por su población: homodémico.
- Por su temporalidad: prospectivo.

## 5.2 Ubicación espaciotemporal.

**Lugar:** Dirección de Educación e Investigación en Salud de la UMAE Traumatología y Ortopedia “Manuel Ávila Camacho”.  
Dirección: Diagonal Defensores de la República esquina Avenida 6 Poniente s/n.  
Col. Amor. Puebla, Puebla. C. P. 72140.  
Tel. (22) 224 3307 Ext. 208 y 125.

---

**Periodo:** En el lapso comprendido entre 01 Abril de 2020 al 28 de febrero de 2021.

## 5.3 Estrategia de trabajo.

Búsqueda de pacientes en hospitalización, seguimiento en consulta externa, realización de prueba funcionales y del dolor en consulta. Verificación de consolidación ósea radiográfica y búsqueda intencionada de complicaciones.

## 5.4 Marco muestral.

**Universo de estudio:** Médicos residentes.

**Sujetos de estudio:** Médicos residentes de todos los años de la especialidad de Ortopedia y Traumatología.

## 5.5 Criterios de selección de las unidades de muestreo.

### **Criterios de inclusión:**

- Residente de 1-4 año de la especialidad de traumatología y ortopedia con sede en HTOP
- Cualquier genero
- Cualquier edad
- Aceptar consentimiento informado

### **Criterios de exclusión:**

- Que por tratamiento o causa distintas a su curso reciba exposición

a radiación.

**Criterios de eliminación:**

- Que soliciten su salida del estudio
- Baja del curso académico
  - Ausentismo de más de 35% de actividades normadas según el grado de residencia.

## **5.6 Diseño y tipo de muestreo**

**Técnica de muestreo:** Por el tipo de estudio y por la metodología se utilizará un muestreo no probabilístico a criterio del investigador.

**Tamaño de la muestra:** No requiere cálculo del tamaño de muestra ya que se tomará la totalidad de médicos residentes.

## **5.7 Método de recolección de datos.**

**Fuente de información:**

Base de datos de la División de Educación en Salud, expedientes de médicos residentes y reporte de exposición a radiación del dosímetro.

**Técnica y procedimientos:**

1. Se someterá el presente protocolo de investigación a evaluación y aprobación por los comités de Investigación (CLIS 2105) y Ética en Investigación (CLEI 21058) para obtención de número de registro nacional.
2. Previa charla informativa con cada médico residente y firma de consentimiento informado (Anexo 1).
3. Se otorgará un dosímetro a todos los residentes de traumatología y ortopedia

de la UMAE HTO y lo usarán toda ocasión, sobre la bata médica cuando se encuentren en sus actividades fuera de quirófano y sobre el bolsillo del uniforme quirúrgico por debajo del equipo de protección radiológica en las actividades que así lo requieran dentro de quirófano.

4. Se cambiará el dosímetro cada mes y se enviarán a la empresa correspondiente, Se realizará una medición mensual de la dosis de radiación de cada residente y posteriormente se expresarán resultados de forma individual categorizándolos por grupo de acuerdo al año de residencia. Al final se tendrá el resultado de 11 meses y se expresarán resultados de forma individual y grupal y se realizará un promedio de dosis por año y de los cuatro años.
5. Al finalizar el periodo de uso del dosímetro, se les enviará a todos los médicos residentes por correo electrónico una liga para contestación de una encuesta sobre seguridad radiológica (Anexo 3) realizada en la plataforma de Google Forms.
6. Los datos serán recabados en hojas de recolección de información (Anexo 2), para posteriormente, junto con el reporte de exposición radiológica que realiza la empresa que otorga los dosímetros, se vaciarán estos datos en una base de datos realizada previamente en Microsoft Excel, que posteriormente se importará al programa estadístico IBM SPSS versión 24.0 para el análisis estadístico de los resultados.

Para el análisis univariado se determinarán media, mediana, así como desviación estándar de la media, rangos y percentiles.

Para el análisis bivariado se realizará pruebas de comprobación de hipótesis con Ji cuadrada. Se tomará como valor estadístico  $P < 0.05$ .

## 5.8 Variables.

Variable	Definición operacional	Tipo de variable	Escala	Unidad de medición
Edad	Edad expresada en años del médico residente al momento del estudio.	Cuantitativa	Discreta	Años
Sexo	Sexo del médico residente al momento del estudio.	Cualitativa	Nominal dicotómica	Masculino Femenino
Año de la residencia	Año académico del médico residente al momento del estudio	Cualitativa	Nominal politómica	R1 R2 R3 R4
Comorbilidades	Afirmación o negación de enfermedades de base el o la médico residente al momento del estudio	Cualitativa	Nominal politómica	DM HAS Hipotiroidismo Hipertiroidismo Lupus AR Sobrepeso/obesidad Otros Sin enfermedad
Antecedente de Cáncer.	Afirmación o negación de antecedente de cáncer previo a su ingreso a la residencia médica el o la médico residente al momento del estudio	Cualitativa	Nominal dicotómica	Si, No
Dosis de exposición	Cantidad de exposición a radiación ionizante por parte del médico residente de manera mensual expresada en grados Sievert en un periodo de 11 meses de seguimiento.	Cuantitativa	Continua	Sievert
Frecuencia de exposición a radiación ionizante	Expresión de la frecuencia de exposición a radiación ionizante a la semana por parte del médico residente.	Cuanlitativa	Nominal Politómica	1 vez por semana 2-5 veces por semana 6-10 veces por semana Más de 10 veces por semana
Entrenamiento en el uso de arco en C y/o fluoroscopia	Afirmación o negación de antecedente de entrenamiento en el uso del arco en C y/o fluoroscopia por parte del médico residente.	Cualitativa	Nominal dicotómica	Si, No
Entrenamiento en seguridad radiológica	Afirmación o negación de antecedente de entrenamiento en seguridad radiológica.	Cualitativa	Nominal dicotómica	Si, No
Existencia de equipo de protección radiológica	Afirmación o negación de existencia de equipo de protección radiológica para médicos residente en la UMAE	Cualitativa	Nominal dicotómica	Si, No



Equipo de protección radiológica	Expresión del tipo de equipo de protección radiológica para médicos residentes	Cualitativa	Nominal Politómica	Chaleco de protección radiológica. Lentes de protección radiológica. Guantes de protección radiológica. Protector de tiroides. No uso
Dosímetro	Afirmación o negación del uso de dosímetro por parte del médico residente en quirófano y/o ingreso con pacientes a realización de TAC	Cualitativa	Nominal dicotómica	Si, No
Resguardo del dosímetro	Lugar donde se resguarda el dosímetro el médico residente	Cualitativa	Nominal Politómica	Casillero del hospital Mochila Automóvil Casa
Medidas de seguridad radiológica en quirófano	Medidas de seguridad radiológica señalizadas o tomadas por el equipo quirúrgico en el área de quirófano	Cualitativa	Nominal Politómica	Presencia de letrero radiológico. Paredes con protección con plomo.
Manejo del arco en C y/o flourosopio en quirófano	Personal que frecuentemente maneja el equipo de flourosopio y/o arco en C durante las cirugías que está presente el médico residente.	Cualitativa	Nominal politómica	Técnico radiólogo Staff quirúrgico Otro cirujano (Residente)
Distancia del flourosopio	Distancia que permanece el médico residente del flourosopio durante las cirugías	Cualitativa	Nominal politómica	1-2 pasos Por lo menos 3 metros No me preocupo por eso
Posición del arco en C y/o flourosopio	Posición del arco en C del flourosopio durante la cirugía que ingresa el médico residente en las cirugías.	Cualitativa	Nominal politómica	El tubo del rayos X por arriba y el receptor de rayos X por debajo El receptor de rayos X por arriba y el tubo de rayos X por debajo No me preocupo por eso
Posición del médico residente durante la cirugía	Posición del médico residente del tubo y/o receptor de rayos x del flourosopio durante la cirugía ortopédica.	Cualitativa	Nominal politómica	Cerca del tubo de rayos X Cerca del receptor de rayos X No me preocupo por eso

## 5.9 Logística:

### Recursos humanos:

**Dra. Suemmy Gaytán Fernández.**  
Contribuyó en el análisis de los resultados y redacción de conclusiones.

**Dr. Rodolfo Gregorio Barragán Hervella.**



Búsqueda bibliográfica,	x	x																			
Redacción del proyecto		x	x																		
Revisión del proyecto.			x																		
Presentación a CLIS y CLEI				x																	
<b>FASE DE EJECUCIÓN</b>																					
Recolección de datos					x	x	x	x	x	x	x	x	x								
Organización y tabulación																		x	x		
Análisis e interpretación																			x		
<b>FASE DE COMUNICACIÓN</b>																					
Redacción del escrito final																				x	
Aprobación del informe final																				x	
Impresión del informe final																				x	
Presentación en foro o congreso																				x	x
Envío a publicación a revista indexada																					x

## 7. APECTOS ÉTICOS.

El presente trabajo de investigación se realizará en el registro de población mexicana, con base al reglamento de la Ley General de Salud en relación en materia de investigación para la salud, que se encuentra en vigencia actualmente en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos, en especial en el título segundo: De los aspectos éticos de la Investigación en seres humanos, capítulo 1, disposiciones generales. En los artículos 13 al 27. Título sexto: De la ejecución de la investigación en las instituciones de atención a la salud. Capítulo único, contenido en los artículos 113 al 120 así como también acorde a los códigos internacionales de ética: Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM) sobre los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos, adoptada por la 18a asamblea

de la AMM celebrada en Helsinki, Finlandia en Junio 1964 y enmendada 7 veces, la última enmienda por la 64a Asamblea Médica Mundial de Fortaleza, Brasil en octubre del 2013, donde se establece que deben adoptarse todas las precauciones necesarias para respetar la intimidad de las personas y reducir al mínimo el impacto del estudio sobre su integridad física y mental y su personalidad. Después de asegurarse de que el individuo ha comprendido la información, el médico u otra persona calificada apropiadamente debe pedir entonces, preferiblemente por escrito, el consentimiento informado y voluntario de la persona. Si el consentimiento no se puede otorgar por escrito, el proceso para lograrlo debe ser documentado y atestiguado formalmente.

---

Este trabajo se presentará ante el comité de investigación (CLIS 2105) y ética en investigación en Salud (CLIE 21058) de la UMAE, mediante el sistema de registro electrónico de la coordinación de investigación en salud (SIRELCIS) para su evaluación y dictamen.

---

Este estudio, al ser no experimental no modificará la historia natural de los presentes así como los procesos y tratamientos. Se tomará la información de directamente de los médicos residentes por lo que SI se requiere de carta de consentimiento informado, conforme a la Norma 2000-001-009 del IMSS que establece las disposiciones para la investigación en salud en el IMSS.

---

Cumple con los principios de: Beneficencia, No maleficencia, Justicia y Equidad, tanto para el personal de salud, como para los pacientes, ya que el presente estudio contribuiría a identificar el grado de exposición a radiación ionizante identificando las características de presentación de la infección, así como el manejo ortopédico quirúrgico y clínico, lo cual contribuirá a dar elementos para la atención de los pacientes y pautas para el mejoramiento de la calidad de

atención a los derechohabientes del instituto.

Acorde a las pautas del reglamento de la ley general de salud en materia de investigación publicada en el Diario Oficial de la Federación sustentada en el artículo 17 en el Numero I se considera una investigación sin riesgo ya que se emplearán métodos de investigación documental y no se realizará ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio ya que solo se harán revisiones de expedientes clínicos y otros.

De acuerdo a la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental (LFTAIPG), en especial en el capítulo IV se establece un marco muy general que regula la obtención, transmisión, uso y manejo de los datos personales en posesión de dependencias y entidades federales, así como en la declaración de la AMM (Asociación Médica Mundial) sobre las consideraciones éticas de las bases de datos de salud y los biobancos, adoptada por la 53a Asamblea General de la AMM, Washington DC, EE.UU. octubre 2002 y revisada por la 67<sup>a</sup> Asamblea General de la AMM, Taipei, Taiwán, octubre 2016. Por lo tanto, la información obtenida del presente protocolo será solo con fines de la investigación. Los datos obtenidos de los pacientes no se harán públicos en ningún medio físico o electrónico. El resguardo de la información personal de los pacientes se guardará en una carpeta física, en la División de Investigación en Salud, quedando para su resguardo por 5 años, posteriormente será guardada en un archivo de descarga.

## **8. RESULTADOS.**

La muestra total fue de 54 participantes, de los cuales el 81% (n=43) fueron hombres y 19% (n=11) mujeres. La media de edad fue de 29.09 (DS: 2.631, 25-41).

En cuanto a la distribución por año de residencia se obtuvo lo siguiente: primer año (R1) 33.3% (n=18), segundo año (R2) 20.37% (n=11), tercer año (R3) 29.62% (n=16) y cuarto año (R4) 16.6% (n=9) (Gráfica 1). Por año y año de residencia: R1 hombres y mujeres

En la valoración de comorbilidades, se encontró un gran porcentaje con sobrepeso/obesidad (33.3%, n=21). Solo un participante presentó tiroiditis, otro con asma y un tercero con depresión. Todos con tratamiento. En cuanto antecedente de presentar cáncer, dos refirieron haber padecido cáncer gástrico, y una con lesión intraepitelial de bajo grado en cérvix.

La frecuencia de exposición a radiación observamos que el 27.8% (n=15) tuvo una exposición de 2 a 5 veces por semana, 33.3% (n=18) de 6 a 10 veces por semana y 38.9% (n=21) de más de 10 veces por semana.

El entrenamiento sobre protección radiológica, 40.7% (n=22) refiere que si presentó entrenamiento previo, mientras que el 59.3% (n=32) no presentó entrenamiento previo. Mientras que a la capacitación sobre seguridad radiológica sólo el 22.2% (n=12) si cuenta con la capacitación, mientras que el 77.8% (n=42) no cuenta con la capacitación. Por lo tanto la sensación de seguridad de los médicos residentes a la exposición a radiación durante las fluoroscopias, el 87% (n=47) refiere que no se siente seguro, mientras que el 7% (n=13) si se siente seguro (Tabla 1).

También se midió el conocimiento sobre las medidas de protección radiológica en la sala de operaciones, dando como resultado que el 61.1% (n=33) si tiene el conocimiento y las realiza, el 24.1% (n=13) tiene el conocimiento pero no las realiza y el 14.8% (n=8) no tiene el conocimiento y por lo tanto no las realiza. Sobre

la existencia de letreros de peligro radiológico en las salas quirúrgicas donde se utiliza la fluoroscopia de manera más frecuente, el 16.7% (n=9) refiere que si sabe de la existencia de estos y el 83.4% (n=45) no sabe de la existencia de estos (Tabla 1).

En la exploración del conocimiento sobre la existencia de equipo de protección radiológica disponible para médicos residentes en el hospital, el 55.6% (n=30) refiere tener conocimiento, 38.9% (n=21) refiere no tener conocimiento sobre la existencia y el 5.6% (n=3) tiene duda si hay o no equipo de protección radiológica (Tabla 1).

Del equipo de protección radiológica, de los médicos residentes que lo utilizan, el 77.8% (n=42) utiliza el chaleco plomado, 31.5% (n=17) utiliza protección tiroidea, mientras que 5.6% (n=3) utilizan lentes de protección radiológica (Tabla 2).

En cuanto a la integridad del equipo de protección radiológica (EPR), solo el 13% (n=7) si sabe que tiene que verificar la integridad del equipo antes de utilizarlo y lo realiza, el 53.7% (n=29) si sabe que tiene que verificar la integridad del equipo antes de utilizarlo pero no lo realiza y el 33.3% (n=18) no sabe si se tiene que realizar o no la verificación de la integridad del equipo antes de utilizarse (Tabla 2)

Para la medición de la exposición a la radiación ionizante, el 87% (n=47) utiliza el dosímetro mientras que el 13% (n=7) no lo usa. En las actividades donde el médico residente porta con mayor tiempo el dosímetro es durante las cirugías (83.3%, n=45) y cuando tiene que acompañar a un paciente a la realización de una tomografía (90.7%, n=49) (Tabla 2). En este último, los médicos residentes usa el EPR durante su ingreso al cuarto de tomografía en el 77.6% (n=53) (Tabla 1).

El lugar donde el médico residente resguarda el dosímetro, el 38.9% (n=21) lo deja en su casillero (locker) del hospital, lo lleva a casa

pero lo deja en su mochila 3.7% (n=2) y el 57.4% (n=31) lo deja en algún lugar de su casa (Tabla 3).

En cuanto al conocimiento a las mediciones rutinarias del dosímetro, el 25.9% (n=14) si tiene conocimiento sobre las mediciones rutinarias que se tienen que realizar al dosímetro, el 61.1% (n=33) si tiene conocimiento pero no lo realiza y el 13% (7) no tiene conocimiento y no lo realiza (Tabla 3)

En análisis de las actividades en quirófano relacionadas a la exposición a la radiación ionizante, durante la toma de los controles radiográficos posquirúrgicos el 81.5% (n=44) es el médico residente quien sostiene el chasis durante la toma de los rayos x portátiles. Mientras que el personal que maneja el fluoroscopio durante las cirugías, el 82.9% (n=48) corresponde a otro médico residente que no es parte del equipo quirúrgico, mientras que el 17.2% (n=10) es parte del equipo quirúrgico (Tabla 4).

Durante la cirugía donde se utiliza la fluoroscopia, los médicos residentes manifestaron que la distancia en la que se encuentra por lo general del fluoroscopio, el 81.5% (n=44) se posiciona de uno a dos pasos del equipo, 16.7% (n=9) a menos de 3 metros y 1.9 % (n=1) refiere que no le toma importancia la distancia a donde se coloque del equipo de fluoroscopia. También comentaron que durante la cirugía, el arco en C del equipo de fluoroscopia el 59.3 % (n=32) el tubo de rayos x se encuentra por arriba y el receptor se encuentra por debajo de la mesa de quirófano. En el 25.9% (n=14) el tubo de rayos x se encuentra por debajo y el receptor de rayos x por encima de la mesa de quirófano y solo el 14.8% (n=8) de los residentes encuestados refirió no darle importancia donde se coloque tanto el tubo generador de rayos x como el receptor de los mismos.

Cuando el médico residentes se encuentran



como primer o segundo ayudante durante la cirugía, el 48.1% (n=26) se colocan cerca del tubo de rayos x, 33.3% (n=18) se colocan cerca del receptor de rayos x, y el 18.5 % (n=10) no le toma importancia donde se coloquen. El 98.1 (n=53) considera que se realizan disparos con el fluoroscopio de forma recurrente durante la cirugía.

En la valoración de las mediciones del dosímetro de manera mensual y en contraste con el sexo (Tabla 5) se determinaron medias mediante la prueba t, calculadas al 95% de intervalo de confianza y asumiendo varianzas iguales se obtuvo lo siguiente: en enero se reportó una media de exposición en mujeres de 0.445 ( $\pm 0.731$ ) y en hombres de 0.338 ( $\pm 0.642$ ) (rango: -0.328-0.541,  $P= 0.625$ ) (Tabla 5). (Gráfico 3) En febrero se observó la media de exposición en mujeres de 0.363 ( $\pm 0.455$ ) y en hombres de 0.564 ( $\pm 1.917$ ) (rango de -1.328 - 0.925,  $P= 0.721$ ) (Tabla 5) (Gráfico 4). En marzo, la media de exposición en mujeres fue de 0.215 ( $\pm 0.224$ ) y en hombres de 0.1898 ( $\pm 0.214$ ) (rango: -0.117-0.167,  $P=0.722$ ) (Tabla 5) (Gráfico 5). En abril, las mujeres la media fue 0.215 (DS: 0.224) y en hombres de 0.262 ( $\pm 0.254$ ) (rango: -0.169-0.134,  $P= 0.819$ ) (Tabla 5) (Gráfico 6). Mayo la media en mujeres fue de 0.286 ( $\pm 0.444$ ) y en hombres de 0.243 ( $\pm 0.432$ ) (rango: -0.243-0.328,  $P= 0.764$ ) (Tabla 5) (Gráfico 7). En junio, la media en mujeres fue de 0.233 (DS: 0.226) y en hombres fue de 0.243 ( $\pm 0.216$ ) (rango: -0.157-0.129,  $P=0.846$ ) (Tabla 5) (Gráfico 8). En julio, la media en mujeres fue de 0.233 ( $\pm 0.226$ ) y en hombres de 0.276 ( $\pm 0.403$ ) (rango: 0.173-0.351,  $P=0.499$ ) (Tabla 5) (Gráfica 9). En agosto, la media en mujeres fue de 0.219 ( $\pm 0.068$ ) y en hombres de 0.213 ( $\pm 0.372$ ) (rango: -0.076-0.0892,  $P=0.874$ ) (Tabla 5) (Gráfico 10). En septiembre, la media en mujeres fue de 0.369 ( $\pm 0.525$ ) y en hombres de 0.242 ( $\pm 0.189$ ) (rango: -0.663-0.319,  $P=0.193$ ) (Tabla 5) (Gráfico 11). En octubre, la media en mujeres fue de 0.520

( $\pm 0.731$ ) y en hombres de  $0.233 (\pm 0.163)$  (rango:  $-0.047-0.528$ ,  $P=0.020$ ) (Tabla 5) (Gráfico 12). La media de la exposición total a la radiación ionizante, en mujeres fue de  $3.260 (\pm 1.688)$ , mientras que en hombres fue de  $2.807 (\pm 2.304)$  (rango:  $-0.984-1.890$ ,  $P= 0.529$ ) (Tabla 5) (Gráfico 2).

En la valoración de las mediciones del dosímetro de manera mensual y en contraste con el año de residencia (Tabla 6) se determinaron medias mediante la prueba t, calculadas al 95% de intervalo de confianza y asumiendo varianzas iguales entre subgrupos (R1 y R2, R3 y R4) se obtuvo lo siguiente: en enero se reportó una media de exposición en médicos residentes de segundo año (R2)  $0.336 (\pm 0.257)$ , rango:  $-0.459 - -0.213$ ,  $P=0.000$ ), en médicos residentes de tercer año (R3) de  $0.633(\pm 0.877)$  y médicos residentes de 4to año (R4) (rango:  $-0.767-0.757$ ,  $P=0.990$ ) (Gráfico 3). En febrero, R2 de  $0.564 (\pm 1.917)$ , rango:  $-3.261 - 0.183$ ,  $P=0.005$ ), R3 de  $0.384(\pm 0.353)$ , R4 de  $0.551 (\pm 0.789)$  (rango:  $-0.637 - 0.304$ ,  $P=0.471$ ) y R4 de  $0.551 (\pm 0.789)$  (rango:  $-0.637 - 0.304$ ,  $P=0.471$ ) (Gráfico 4). En marzo, R2 la media de exposición fue de  $0.189 (\pm 0.214)$ , rango:  $-0.304 - -0.203$ ,  $P=0.000$ ), R3 de  $0.287 (\pm 0.223)$  y R4  $0.352 (\pm 0.248)$  (rango:  $-0.265 - 0.134$ ,  $P=0.506$ ) (Gráfico 5). En abril, R1 fue de  $0.299 (\pm 0.379)$  y R2 de  $0.564 (\pm 1.917)$  (rango:  $-0.163 - 0.314$ ,  $P=0.520$ ); R3 de  $0.239 (\pm 0.098)$  y R4  $0.254 (\pm 0.104)$  (rango:  $-0.102-0.071$ ,  $P=0.071$ ) (Gráfico 6). En mayo, R1 fue de  $0.326 (\pm 0.654)$  y R2  $0.148 (\pm 0.035)$  (rango:  $-0.231 - 0.585$ ,  $P=0.380$ ); R3 de  $0.169 (\pm 0.078)$  y R4  $0.381 (\pm 0.498)$  (rango:  $-0.0471 - 0.047$ ,  $P= 0.104$ ) (Gráfico 7). En junio, R1 de  $0.276 (\pm 0.228)$  y R2  $0.146 (\pm 0.033)$  (rango:  $-0.013 - 0.273$ ,  $P=0.073$ ); R3 de  $0.206 (\pm 0.109)$  y R4  $0.366 (\pm 0.372)$  (rango:  $-0.448 - 0.128$ ,  $P=0.241$ ) (Gráfico 8). En julio, R1 de  $0.450 (\pm 0.637)$  y R2 de  $0.146 (\pm 0.033)$  (rango:  $-0.138 - 0.656$ ,  $P=0.498$ ); R3 de  $0.250 (\pm 0.221)$  y R4 de  $0.198 (\pm 0.060)$  (rango:  $-0.105 - 0.209$ ,  $P= 0.498$ )

(Gráfico 9). En agosto, R1 de 0.184 ( $\pm 0.046$ ) y R2 0.205 ( $\pm 0.051$ ) (rango: -0.058 – 0.577,  $P=0.104$ ); R3 de 0.256 ( $\pm 0.240$ ) y R4 de 0.212 ( $\pm 0.641$ ) (rango: -0.108 – 0.195,  $P=0.561$ ) (Gráfico 10). En septiembre, R1 de 0.313 ( $\pm 0.434$ ) y R2 de 0.227 ( $\pm 0.091$ ) (rango: -0.188 – 0.360,  $P=0.525$ ); R3 de 0.243 ( $\pm 0.641$ ) y R4 de 0.284 ( $\pm 0.234$ ) (rango: 0.181 – 0.229,  $P=0.809$ ) (Gráfico 11). En octubre, R1 de 0.257 ( $\pm 0.205$ ) y R2 0.227 ( $\pm 0.091$ ) (rango: -0.121 – 0.168,  $P=0.741$ ); R3 de 0.393 ( $\pm 0.641$ ) y R4 de 0.284 ( $\pm 0.234$ ) (rango: -0.353 – 0.569,  $P=0.633$ ) (Gráfico 12). La exposición total a la radiación ionizante por año fue para R1 de 2.105 ( $\pm 1.006$ ) y R2 3.503 ( $\pm 2.635$ ) (rango: -3.245 – 0.449,  $P=0.132$ ); R3 de 3.079 ( $\pm 1.798$ ) y R4 de 3.480 ( $\pm 2.063$ ) (rango -0.203 – 1.232,  $P=0.616$ ) (Gráfico 2).

N=54	%(n)
<b>Entrenamiento sobre protección radiológica</b>	
Si	40.7(22)
No	59.3(32)
<b>Entrenamiento en seguridad radiológica</b>	
Si	22.2(12)
No	77.8(42)
<b>Sensación de seguridad a la exposición a radiación en las fluoroscopias/toma de estudios radiográficos</b>	
Si	13.8(7)
No	87(47)
<b>Conocimiento sobre las medidas de protección radiológica en la sala de operaciones.</b>	
Si tiene el conocimiento y si las realiza	61.1(33)
Si tiene el conocimiento y no las realiza	24.1(13)
No tiene el conocimiento y no las realiza	14.8(8)
<b>Conocimiento sobre la existencia de letrero de peligro radiológico en las salas quirúrgicas donde se utiliza fluoroscopia</b>	
Si	16.7(9)
No	83.4(45)
<b>Conocimiento sobre la existencia de EPR disponible para médicos residentes en el hospital</b>	
Si tiene conocimiento	55.6(30)
No tiene conocimiento	38.9(21)
Tiene duda si hay o no EPR	5.6(3)

EPR= Equipo de Protección Radiológica.

**Tabla 1. Capacitación y conocimiento sobre protección y seguridad radiológica en médicos residentes.**

N=54	%(n)
<b>Uso de chaleco plomado</b>	
Si	77.8(42)
No	22.2(12)
<b>Uso de protección tiroidea</b>	

Si	31.5(17)
No	68.5(37)
Uso de lentes de protección radiológica	
Si	5.6 (3)
No	94.4(51)
Verificación de la integridad del equipo de protección radiológica previo a su uso.	
Si	13(7)
No	53.7(29)
No lo sé	33.3(18)
Uso del EPR durante el ingreso al cuarto de TAC con paciente	
Si	75.9(41)
No	24.1(13)

\*EPR= Equipo de protección radiológica.

**Tabla 2. Uso del equipo de protección radiológica en médicos residentes.**

N=54	%(n)
Uso de dosímetro en general.	
Si	87(47)
No	13(7)
Portación de dosímetro durante las cirugías	
Si	83.3(45)
No	16.7(9)
Portación de dosímetro cuando ingresa con paciente al cuarto de tomografía	
Si	90.7(49)
No	9.3(5)
Resguardo del dosímetro	
En el casillero (locker) del hospital	38.9(21)
Lo lleva en su mochila	3.7(2)
En alguna parte de su casa	57.4(31)
Mediciones rutinarias al dosímetro	
Tiene el conocimiento y si las realiza	25.9(14)
Tiene el conocimiento y no las realiza	61.1(33)
No tiene el conocimiento y no las realiza	13(7)

**Tabla 3. Uso y resguardo del dosímetro de los médicos residentes.**

N=54	%(n)
Sostiene el chasis durante los controles radiográficos posquirúrgicos	
Si	81.5(44)
No	18.5(10)
Manejo del flourosopio durante las cirugías	
Médico residente del equipo quirúrgico	18.5(10)
Otro médico residente que no es parte del equipo quirúrgico	81.5(44)

**Tabla 4. Actividades en quirófano relacionadas a exposición a la radiación ionizante en médicos residentes.**

Mes	Exposición Media (DS)	IC 95%	P
<b>Enero</b>			
Mujeres	0.445(±0.731)	-0.328-0.541	0.626
Hombres	0.338(±0.642)		
<b>Febrero</b>			
Mujeres	0.363(±0.455)	-1.328-0.925	0.721
Hombres	0.564(±1.917)		
<b>Marzo</b>			
Mujeres	0.215(±0.224)	-0.117-0.167	0.722
Hombres	0.1898(±0.214)		

<b>Abril</b>			
Mujeres	0.245(±0.108)	-0.169-0.134	0.819
Hombres	0.262(±0.254)		
<b>Mayo</b>			
Mujeres	0.286(±0.444)	-0.243-0.328	0.764
Hombres	0.243(±0.432)		
<b>Junio</b>			
Mujeres	0.233(±0.226)	-0.157-0.129	0.846
Hombres	0.243(±0.216)		
<b>Julio</b>			
Mujeres	0.365(±0.383)	-0.173-0.351	0.499
Hombres	0.276(±0.403)		
<b>Agosto</b>			
Mujeres	0.219(±0.068)	-0.076-0.0.892	0.874
Hombres	0.213(±0.372)		
<b>Septiembre</b>			
Mujeres	0.369(±0.525)	-0.663-0.319	0.193
Hombres	0.242(±0.189)		
<b>Octubre</b>			
Mujeres	0.520(±0.731)	-0.047-0.528	0.020
Hombres	0.233(±0.163)		
<b>Exposición total</b>			
Mujeres	3.260(±1.688)	-0984-1.890	0.529
Hombres	2.807(±2.304)		

Tabla 5. Medición de la exposición a radiación ionizante por mes y por sexo en médicos residentes.

Mes	Exposición Media (DE)	IC 95%	P
<b>Enero</b>			
R1	-	-0.459 - 0.213	0.000
R2	0.336(±0.257)		
R3	0.633(±0.877)	-0.767 - 0.757	.990
R4	0.638(±0.908)		
<b>Febrero</b>			
R1	-	-3.261 - 0.183	0.005
R2	0.564(±1.917)		
R3	0.384(±0.353)	-0.637 - 0.304	0.471
R4	0.551(±0789)		
<b>Marzo</b>			
R1	-	-0.304 - -0.203	0.00
R2	0.189(±0.214)		
R3	0.287(±0.223)	-0.265 - 0.134	0.506
R4	0.352(±0.248)		
<b>Abril</b>			
R1	0.299(±0.379)	-0.163 - 0.314	0.520
R2	0.224(±0.068)		
R3	0.239(±0.098)	-0.102- 0.071	.0710
R4	0.254(±0.104)		
<b>Mayo</b>			
R1	0.326(±0.654)	-0.231 - 0.585	0.380
R2	0.148(±0.035)		
R3	0.169(±0.078)	-0.0471 - 0.047	0.104
R4	0.381(±0.498)		
<b>Junio</b>			
R1	0.276(±0.228)	-0.013 - 0.273	0.073
R2	0.146(±0.033)		
R3	0.206(±0.109)	-0.448 - 0.128	0.241
R4	0.366(±0.372)		
<b>Julio</b>			
R1	0.450(±0.637)	-0.138 - 0.656	0.192
R2	0.191(±0.048)		
R3	0.250(±0.221)	-0.105 - 0.209	0.498
R4	0.198(±0.060)		
<b>Agosto</b>			
R1	0.184(±0.046)	-0.058 - 0.577	0.104
R2	0.205(±0.051)		

R3 0.256(±0.240) -0.108 – 0.195 0.561  
R4 0.212(±0.641)

### Septiembre

R1 0.313(±0.434) -0.188 – 0.360 0.525  
R2 0.227(±0.091)  
R3 0.243(±0.641) -0.181 – 0.229 0.809  
R4 0.284(±0.234)

### Octubre

R1 0.257(±0.205) -0.121 – 0.168 0.741  
R2 0.234(±0.143)  
R3 0.393(±0.641) -0.353 - 0.569 0.633  
R4 0.284(±0.234)

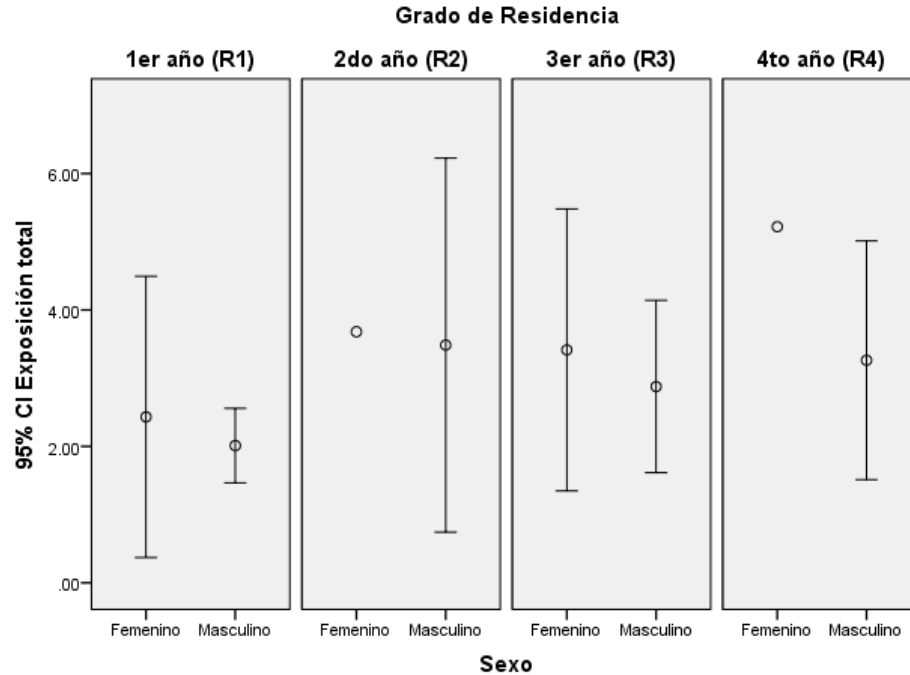
### Exposición total

R1 2.105(±1.006) -3.245 – 0.449 0.132  
R2 3.503(±2.635)  
R3 3.079(±1.798) -0.203 – 1.232 0.616  
R4 3.480(±2.063)

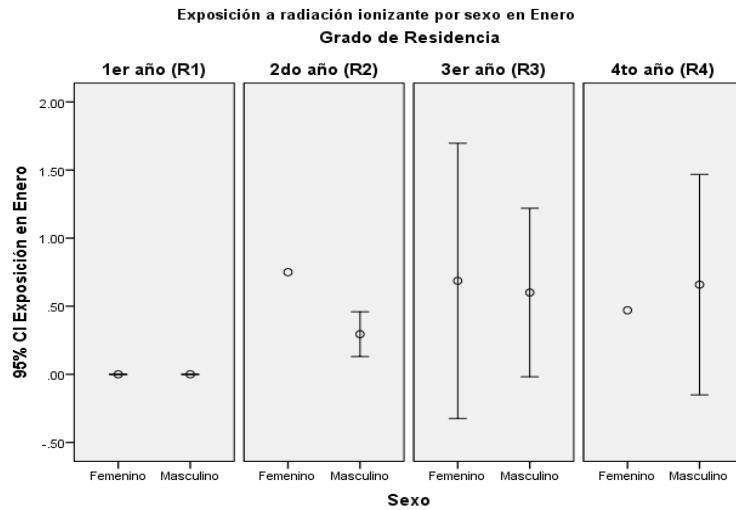
R1= Médicos Residentes de 1er año, R2= Médicos Residentes de 2do año, R3= Médicos Residentes de 3er año, R4= Médicos Residentes de 4to año.

**Tabla 6. Medición de la exposición a radiación ionizante por mes y por grado de especialidad en médicos residentes.**

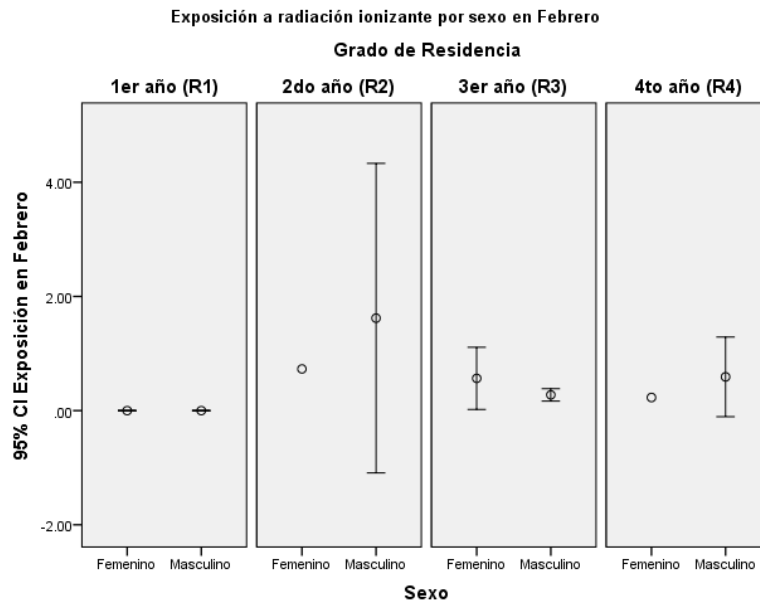
**Total de exposición a radiación ionizante por sexo y por año de residencia**



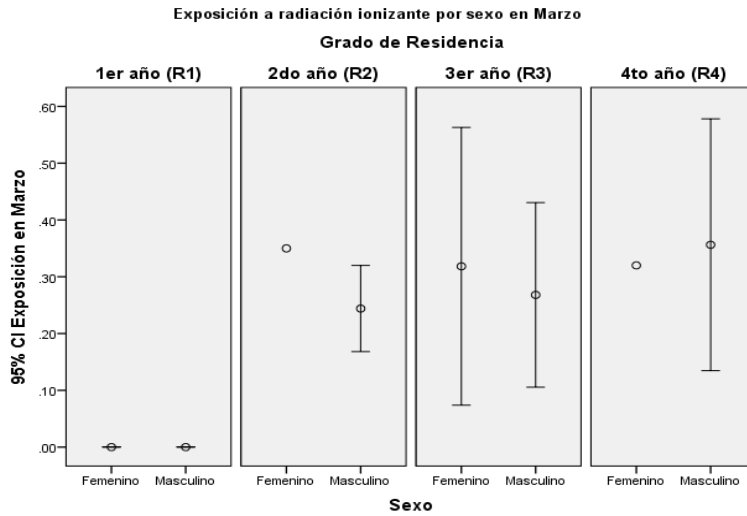
**Gráfico 2. Medición total de exposición a radiación ionizante por sexo y por año de especialidad en médicos residentes de ortopedia del HTYO Puebla.**



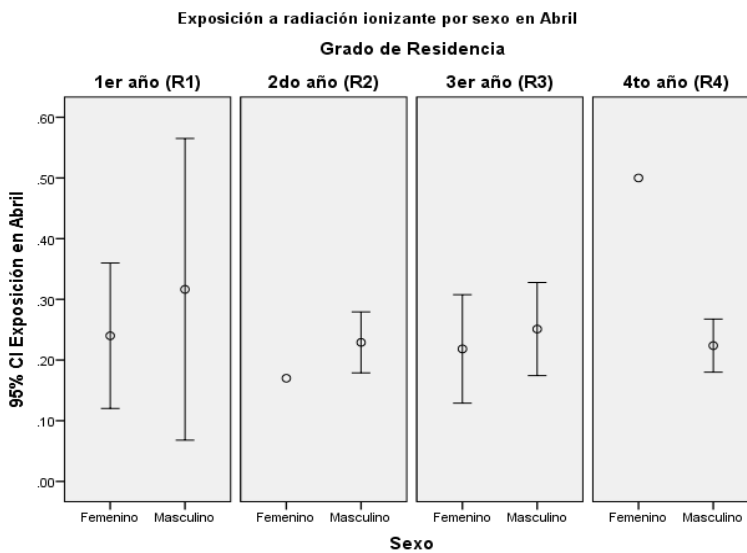
**Gráfico 3. Medición de la exposición a radiación ionizante por sexo y por año de residencia en médicos residentes.**



**Gráfico 4. Medición de la exposición a radiación ionizante en el mes de febrero por sexo y por año de residencia en médicos residentes de ortopedia del HTYO Puebla.**

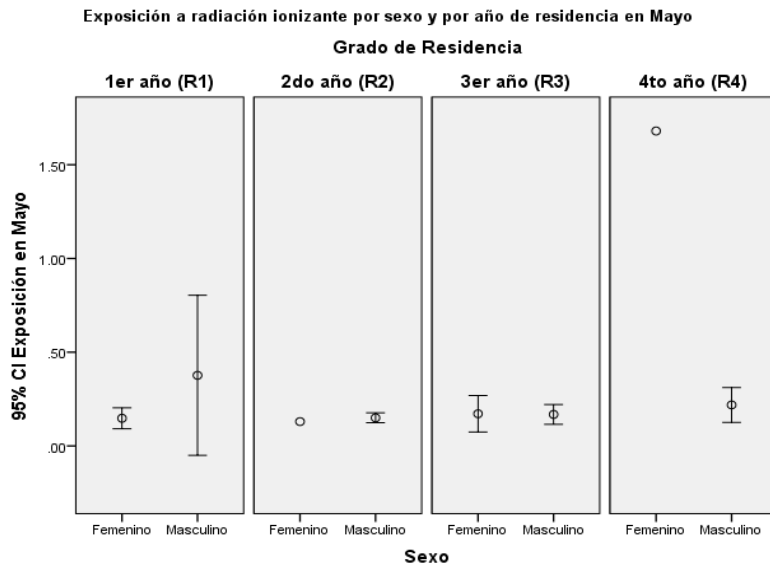


**Gráfico 5. Medición de la exposición a radiación ionizante en el mes de marzo por sexo y por año de residencia en médicos residentes de ortopedia del HTYO Puebla.**

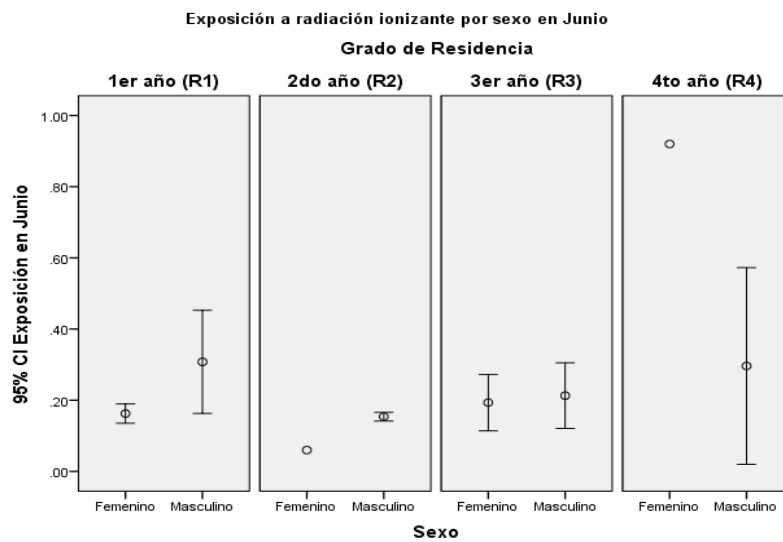


**Gráfico 6. Medición de la exposición a radiación ionizante en el mes de abril por sexo y por año de residencia en médicos residentes de ortopedia del HTYO Puebla.**

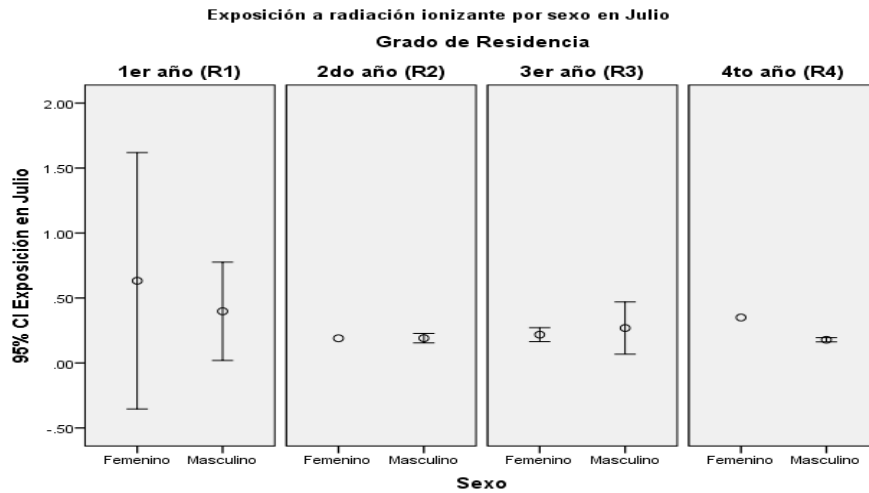




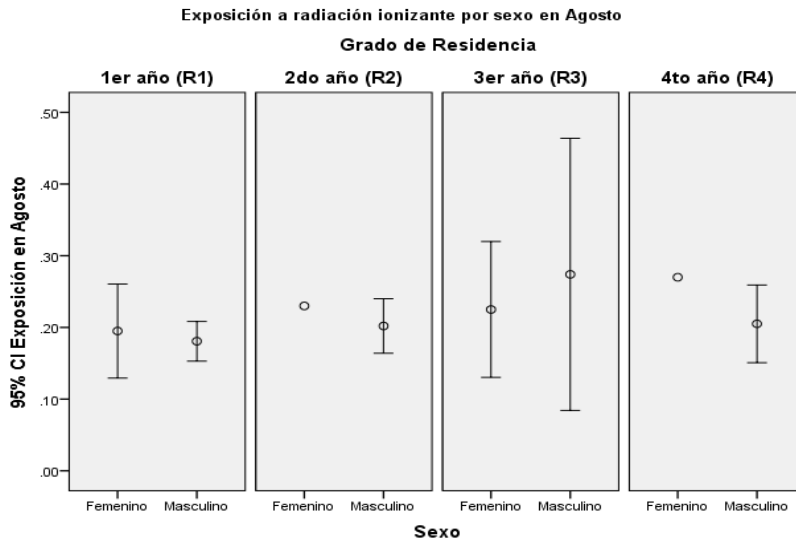
**Gráfico 7. Medición de la exposición a radiación ionizante en el mes de mayo por sexo y por año de residencia en médicos residentes de ortopedia del HTYO Puebla.**



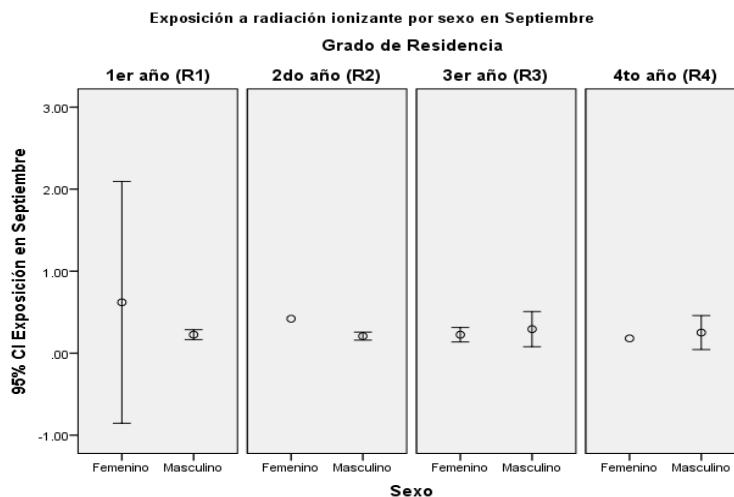
**Gráfico 8. Medición de la exposición a radiación ionizante en el mes de junio por sexo y por año de residencia en médicos residentes de ortopedia del HTYO Puebla.**



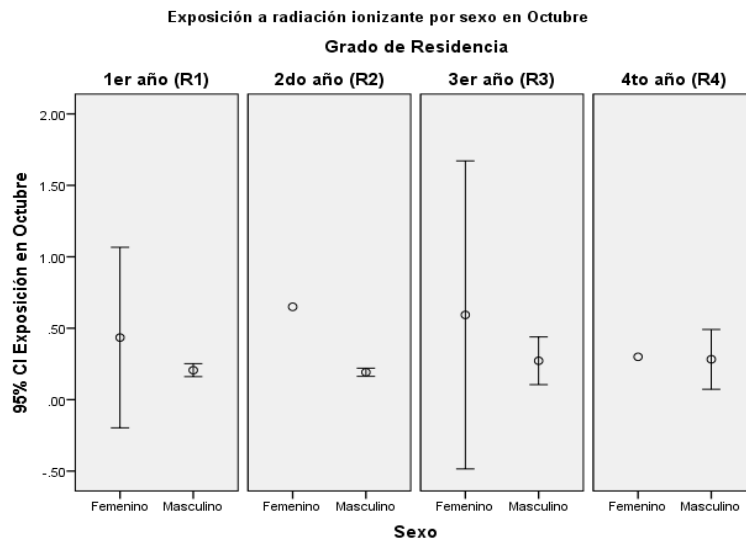
**Gráfico 9. Medición de la exposición a radiación ionizante en el mes de julio por sexo y por año de residencia en médicos residentes de ortopedia del HTYO Puebla.**



**Gráfico 10. Medición de la exposición a radiación ionizante en el mes de agosto por sexo y por año de residencia en médicos residentes de ortopedia del HTYO Puebla.**



## Gráfico 11. Medición de la exposición a radiación ionizante en el mes de septiembre por sexo y por año de residencia en médicos residentes de ortopedia del HTYO Puebla.



## Gráfico 12. Medición de la exposición a radiación ionizante en el mes de octubre por sexo y por año de residencia en médicos residentes de ortopedia del HTYO Puebla.

### 9. DISCUSIÓN.

Según la OMS la radiación ionizante es un tipo de energía liberada por los átomos en forma de ondas electromagnéticas (rayos gamma o rayos X) o partículas (partículas alfa y beta o neutrones). (29)

La radiación ionizante produce cambios químicos en las células y daña el ADN. Esto aumenta el riesgo de padecer de ciertas afecciones, como el cáncer. (30)

Las fuentes artificiales más comunes de radiación ionizante son los dispositivos médicos, como los aparatos de rayos X.

La exposición a radiación en el Ortopedista varía entre subespecialidades y tipos de procedimiento. Las dosis de radiación más altas o las dosis efectivas más altas se registran en la cirugía de columna, especialmente en vertebroplastia y cifoplastias. (3)

Además de esto se cree que los cirujanos ortopedistas en entrenamiento se encuentran mayormente expuestos estas dosis de radiación.

La recomendación de los organismos internacionales de protección radiosanitaria establecen, en el personal expuesto a la radiación, que la dosis equivalente acumulada en cinco años consecutivos no podrá exceder de 100 mSv.(26) Esta dosis debe ser distribuida de la manera más homogénea posible, durante dicho período, sin superar nunca 50 mSv, en cualquier año. (25)

En nuestro estudio pudimos comprobar que la media de la dosis de exposición a radiación ionizante en los médicos residentes de traumatología y ortopedia de la UMAE HTOP coincide con la literatura mundial en trabajadores de la salud, encontrándose por debajo de los niveles recomendados por la International Commission on Radiological Protection (ICRP) (1,26).

Observamos que en los médicos residentes de tercer y cuarto años de la

residencia se encuentran mayores dosis de exposición, ya que en estos grados se encuentran más involucrados en actividades dentro de la sala de operaciones.

En este estudio nos dimos cuenta que las mujeres médicos residentes de esta unidad, obtuvieron mayores mediciones de forma individual que los hombres, aún que desconocemos la razón.

En cuanto a educación acerca de protección radiológica el 59.3% de los residentes comentó que no habían recibido entrenamiento previo y el 77.8% no ha tomado capacitación acerca del uso de radiación en quirófano, por lo tanto el 87% no se sienten seguros ante el uso de la misma. Esto se compara con el estudio de F. Fidan en al. (37) quienes estudiaron el grado de conocimiento en ortopedistas turcos encontrando que el 88 % (158) nunca habían recibido entrenamiento.

Una de las fortalezas de nuestro estudio es que es el primer reporte de dosis de exposición a radiación ionizante en residentes de traumatología y ortopedia en México, ya que la UMAE HTOP es el único centro de formación del IMSS cuyos residentes portan un dosímetro.

Además nos demuestra que podría ser beneficioso el incluir cursos o talleres de protección radiológica en nuestro programa académico anual y posiblemente en otros centros de formación de residentes en México.

Las limitantes de nuestro estudio fueron el periodo de investigación se llevó a cabo durante la pandemia del COVID-19, disminuyendo las actividades de los residentes durante este periodo. Otra limitante fue la cantidad de meses medidos que pudimos obtener de la empresa provee los dosímetros y las mediciones.

Este estudio puede cambiar, de cierta manera, el panorama que se ve acerca de la radiación y sus consecuencias, así como la educación en protección radiológica en los residentes de Traumatología y ortopedia y otras especialidades expuestas a radiación en México.

## **10. CONCLUSIONES.**

Se demostró que los residentes de la UMAE HTOP presentan dosis de radiación anuales menores al límite recomendado por la International Commission on Radiological Protection (ICRP).

Sin embargo en la mayoría de los residentes de la UMAE HTOP existe una falta de conocimientos de protección radiológica y conceptos de prevención de exposición a radiación, así como falta de interés e ignorancia de los efectos adversos de la radiación.

Es necesario añadir un módulo de educación en protección oportuna de la radiación y prevención de enfermedades por radiación, en los programas educativos de las especialidades médicas que se encuentran expuestas a radiación.

## **11. BIBLIOGRAFÍA.**

1. World Nuclear Association. What Is Radiation. World Nuclear Association 2015.
2. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, 37. ICRP publication; 2007. P. 1-332 103. Ann ICRP.
3. Matityahu A. et al. The Great Unknown – A Systematic literature review about risk associated with intraoperative imaging during orthopaedic surgeries. Injury, int. J. Care injured 48 (2017). P.

1727-1734.

4. Prasarn, M. L. Commentary on: intraoperative fluoroscopy, portable X-ray, and CT: patient and operating room personnel radiation exposure in spinal surgery. *Spine J* 14, 2992–2994, <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2014.07.006> (2014).
5. Mastrangelo, G. et al. Increased cancer risk among surgeons in an orthopaedic hospital. *Occup Med (Lond)* 55, 498–500, <https://doi.org/10.1093/occmed/kqi048> (2005).
6. Struelens L, Schoonjans W, Schils F, De Smedt K, Vanhavere F. Extremity and eye lens dosimetry for medical staff performing vertebroplasty and kyphoplasty procedures. *J Radiol Prot* 2013;33:635–45.
7. Schils F, Schoonjans W, Struelens L. The surgeon's real dose exposure during balloon kyphoplasty procedure and evaluation of the cement delivery system: a prospective study. *Eur Spine J* 2013;22:1758–64.
8. Singer G. Radiation exposure to the hands from mini C-arm fluoroscopy. *J Hand Surg Am* 2005;30:795–7.
9. von Wrangel A, Cederblad A, Rodriguez-Catarino M. Fluoroscopically guided percutaneous vertebroplasty: assessment of radiation doses and implementation of procedural routines to reduce operator exposure. *Acta Radiol* 2009;50:490–6.
10. Tuohy CJ, Weikert DR, Watson JT, Lee DH. Hand and body radiation exposure with the use of mini C-arm fluoroscopy. *J Hand Surg Am* 2011;36:632–8.
11. Mechlenburg I, Daugaard H, Soballe K. Radiation exposure to the orthopaedic surgeon during periacetabular osteotomy. *Int Orthop* 2009;33:1747–51.
12. Van der Merwe B. Radiation dose to surgeons in theatre. *S Afr J Surg* 2012;50:26–9.

13. Devalia KL, Peter VK, Madanur MA, Braithwaite IJ. Exposure of the thyroid to radiation during routine orthopaedic procedures. *Acta Orthop Belg* 2006;72:615–20.
14. Synowitz M, Kiwit J. Surgeon's radiation exposure during percutaneous vertebroplasty. *J Neurosurg Spine* 2006;4:106–9.
15. Burns S, Thornton R, Dauer LT, Quinn B, Miodownik D, Hak DJ. Leaded eyeglasses substantially reduce radiation exposure of the surgeon's eyes during acquisition of typical fluoroscopic views of the hip and pelvis. *J Bone Joint Surg Am* 2013;95:1307–11.
16. Amoretti N, Lesbats V, Marcy PY, Hauger O, Amoretti ME, Maratos Y, et al. Dual guidance (CT and fluoroscopy) vertebroplasty: radiation dose to radiologists. How much and where? *Skeletal Radiol* 2010;39:1229–35.
17. Harstall R, Heini PF, Mini RL, Orler R. Radiation exposure to the surgeon during fluoroscopically assisted percutaneous vertebroplasty: a prospective study. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005;30:1893–8.
18. Mroz TE, Yamashita T, Davros WJ, Lieberman IH. Radiation exposure to the surgeon and the patient during kyphoplasty. *J Spinal Disord Tech* 2008;21:96–100.
19. Li YY, Huang TJ, Cheng CC, Wu MH, Lee CY. Comparing radiation exposure during percutaneous vertebroplasty using one- vs. two-fluoroscopic technique. *BMC Musculoskelet Disord* 2013;14:38.
20. Abdullah KG, Bishop FS, Lubelski D, Steinmetz MP, Benzel EC, Mroz TE. Radiation exposure to the spine surgeon in lumbar and thoracolumbar fusions with the use of an intraoperative computed tomographic 3-dimensional imaging system. *Spine (Phila Pa 1976)* 2012;37:E1074–8.
21. Ul Haque M, Shufflebarger HL, O'Brien M,

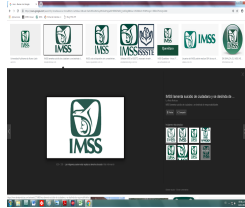
- Macagno A. Radiation exposure to the surgeon during percutaneous endoscopic lumbar discectomy: a prospective study. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013;38:617–25.
22. Ahn Y, Kim CH, Lee JH, Lee SH, Kim JS. Radiation exposure to the surgeon during percutaneous endoscopic lumbar discectomy: a prospective study. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013;38:617–25.
  23. Stewart FA, Akleyev AV, Hauer-Jensen M, Hendry JH, Kleiman NJ, Macvittie TJ, ICRP publication 118: ICRP statement on tissue reactions and early and late effects of radiation in normal tissues and organs-threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context, 41. *Ann ICRP*; 2012. p. 1–322.
  24. ICRP Publication 103: 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *Ann ICRP* 2007;37(2-4):1-332.
  25. Mauro V, Horacio H, Juan Pablo G, Gala SA, Bibiana D, Jorge C. Informe sobre la radio-exposición en el personal quirúrgico de Ortopedia y Traumatología Principios, marco legal y análisis situacional en la Argentina. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2018; 83 (3): 210-213.
  26. ICRP Publication 60: 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *Ann ICRP* 1991;21 (1-3):1-201. Khan FM, Gibbons JP. Khan's the physics of radiation therapy. 5th ed. LippincottWilliams & Wilkins; 2014.
  27. Singer G: Occupational radiation exposure to the surgeon. *J Am Acad Orthop Surg* 2005;13(1):69-76.
  28. Tasbas BA, Yagmurlu MF, Bayrakci K et al. Which one is at risk in intraoperative fluoroscopy? Assistant surgeon or orthopedic surgeon? *Arch Orthop Trauma Surg.* 2003; 123 (5):242–244.
  29. Organización mundial de la salud. Radiación

ionizante: efectos en la salud y medidas de protección. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures>

30. Diccionario del cáncer del NCI. Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/radiacion-ionizante>
31. Burns S, Thornton R, Dauer LT, Quinn B, Miodownik D, Hak DJ: Leaded eyeglasses substantially reduce radiation exposure of the surgeon's eyes during acquisition of typical fluoroscopic views of the hip and pelvis. *J Bone Joint Surg Am* 2013;95(14): 1307-1311.
32. Giachino AA, Cheng M: Irradiation of the surgeon during pinning of femoral fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1980;62(2): 227-229.
33. Tremains MR, Georgiadis GM, Dennis MJ: Radiation exposure with use of the inverted-C-arm technique in upperextremity surgery. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83(5):674-678.
34. LeeK, LeeKM, ParkMS, LeeB, KwonDG, Chung CY: Measurements of surgeons' exposure to ionizing radiation dose during intraoperative use of C-arm fluoroscopy. *Spine (Phila Pa 1976)* 2012;37(14): 1240-1244.
35. Devalla KL, Guha A, Devadoss VG. The need to protect the thyroid gland during image intensifier use in orthopaedic procedures. *Acta Orthop Belg.* 2004 Oct;70(5):474-7.
36. Nicholas Frane, DO Andrew Megas, DO Erik Stapleton, DO Maximillian Ganz, BS Adam D. Bitterman, DO. Radiation Exposure in Orthopaedics. *JBJS REVIEWS* 2020;8(1):e0060 · <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.RVW.19.00060>.
37. Fırat Fidan, Mehmet Ümit Çetin, Cengiz Kazdal, Feyzi Kılıç, Ufuk Ozkaya. Behaviour and knowledge skill levels of orthopedic surgeons about radiation safety and fluoroscopy use: A



## Anexos



Instituto Mexicano del Seguro Social  
Hospital de Traumatología y Ortopedia Puebla  
Protocolo de investigación: “Exposición a radiación  
ionizante de los residentes de traumatología y ortopedia en la  
UMAE HTOP”

Hoja de recolección de datos:

Nombre del participante: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Número telefónico: \_\_\_\_\_

Año de la residencia: \_\_\_\_\_

*(Nota: este apartado será llenado por el investigador)*

Dosis de radiación ionizante:

Abril 2020: \_\_\_\_\_

Mayo 2020: \_\_\_\_\_

Junio 2020: \_\_\_\_\_

Julio 2020: \_\_\_\_\_

Agosto 2020: \_\_\_\_\_

Septiembre 2020: \_\_\_\_\_

Octubre 2020: \_\_\_\_\_

Noviembre 2020: \_\_\_\_\_

Diciembre 2020: \_\_\_\_\_

Enero 2021: \_\_\_\_\_

Febrero 2021: \_\_\_\_\_

Dosis en 11 meses: \_\_\_\_\_

Promedio de dosis en 11 meses: \_\_\_\_\_

1 mes: \_\_\_\_\_ 3 meses: \_\_\_\_\_ 6 meses: \_\_\_\_\_

INSTITUTO MEXICANO DEL  
SEGURO SOCIAL  
UNIDAD DE EDUCACIÓN,  
INVESTIGACIÓN Y POLÍTICAS DE  
SALUD  
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN  
EN SALUD  
CARTA DE CONSENTIMIENTO  
INFORMADO  
(ADULTOS)

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN	
Nombre del estudio:	“Exposición a radiación ionizante de los residentes de traumatología y ortopedia en la UMAE HTOP”
Patrocinador externo (si aplica):	No aplica
Lugar y fecha:	Puebla, Puebla
Número de registro:	Pendiente
Justificación y objetivo del estudio:	Medir la dosis de radiación ionizante de los residentes de traumatología y ortopedia en la UMAE HTOP
Procedimientos:	Uso de dosímetro de la forma establecida por el equipo de investigadores y medición mensual de dosis de radiación ionizante.
Posibles riesgos y molestias:	Ninguno
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:	Conocer el nivel de exposición a radiación ionizante de los residentes de Traumatología y Ortopedia de la UMAE HTOP
Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:	Se darán a conocer a los participantes
Participación o retiro:	Participación al firmar consentimiento informado, se podrá retirar en cualquier momento, notificar al investigador.
Privacidad y confidencialidad:	Todos los datos serán confidenciales.
En caso de colección de material biológico (si aplica):	
	No autoriza que se tome la muestra.
	Si autorizo que se tome la muestra solo para este estudio.
	Si autorizo que se tome la muestra para este estudio y estudios futuros.
Disponibilidad de tratamiento médico en derechohabientes (si aplica):	
Beneficios al término del estudio:	
En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:	
Investigador Responsable:	Dra. Suemmy Gaytán Fernández
Colaboradores: Dr. Gilberto Sánchez Gzz	Dr. Arturo García Galicia Tel: 8186939068
En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comisión de Ética de Investigación de la CNIC del IMSS: Avenida Cuauhtémoc 330 4º piso Bloque “B” de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores. México, D.F., CP 06720. Teléfono (55) 56 27 69 00 extensión 21230, Correo electrónico: <a href="mailto:comision.etica@imss.gob.mx">comision.etica@imss.gob.mx</a>	
Nombre y firma del sujeto	Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento
Testigo 1	Testigo 2
Nombre, dirección, relación y firma	Nombre, dirección, relación y firma
Este formato constituye una guía que deberá completarse de acuerdo con las características propias de cada protocolo de investigación, sin omitir información relevante del estudio	
<b>Clave: 2810-009-013</b>	

## ENCUESTA DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA

Se presenta este cuestionario con el objetivo de medir el conocimiento sobre seguridad radiológica en los residentes

### DATOS PERSONALES

**Nombre:**

**Correo electrónico:**

**Edad:**

**Sexo:**

- Femenino
- Masculino

**Año de residencia:**

- R1
- R2
- R3
- R4

**Comorbilidades:**

- DM
- HAS
- Hipotiroidismo
- Hipertiroidismo
- Lupus
- AR
- Sobrepeso-Obesidad
- Ninguna
- Otros:

**Antecedentes personales de cáncer (CA )**

- Sí
- No

**Sí la respuesta es sí, Tipo de CA:**

**¿Qué tan frecuentemente se expone a la radiación?**

- 1 vez por semana
- 2-5 veces por semana
- 6-10 veces por semana
- Más de 10 veces por semana

**¿Ha recibido entrenamiento para el uso del fluoroscopio?**

- Sí
- No

**¿Se siente seguro con el uso del fluoroscopio y exposición a radiación?**

- Sí
- No

**¿Ha sido entrenado acerca de la seguridad radiológica?**

- Sí
- No

**En su unidad ¿Cuentan con equipo de protección radiológica para residentes?**

- Sí
- No
- No sé

**¿Usa algún equipo de protección? (puede elegir dos o más opciones)**

- Chaleco de protección radiológica
- Lentes de protección radiológica
- Guantes de protección radiológica
- Protector de tiroides
- No uso

**¿Alguna vez se revisa el equipo que usa?**

- Sí
- No
- No sé

**¿Usa dosímetro?**

- Sí
- No

**¿Ingresa a cirugía con dosímetro?**

- Sí
- No

**¿Alguna vez ingresa con algún paciente al cuarto de tomografía?**

- Sí
- No

**Si ingresa a la TAC ¿Utiliza equipo de protección radiológica?**

- Sí
- No

**Si la respuesta es sí, especifica cuál: \_\_\_\_\_**

**Cuando se toma una radiografía portátil ¿Usted sostiene el chasis sin protección radiológica?**

- Sí
- No

**¿En dónde resguarda su dosímetro cuando no lo está usando?**

- En el hospital
- En su mochila (lo lleva a casa)
- En el automóvil
- En casa

**Si lo resguarda en casa, especifique dónde:**

---

**Si usa dosímetro ¿Investiga o se le envían rutinariamente las mediciones?**

- ( ) Sí
- ( ) No
- ( ) No lo sé

**¿Se toman medidas de seguridad radiológica en su sala de operaciones? (Ej: Paredes de plomo, se grita rayo antes del disparo.)**

- ( ) Sí
- ( ) No
- ( ) No lo sé

**¿Hay algún letrero de peligro radiológico en la sala donde se utiliza el fluoroscopio?**

- ( ) Sí
- ( ) No
- ( ) No lo sé

**¿Se preocupa de la exposición radiológica?**

- ( ) Sí
- ( ) No
- ( ) Algunas veces

**¿Quién usa el fluoroscopio en la sala de operaciones?**

- ( ) Técnico radiólogo
- ( ) Staff quirúrgico
- ( ) Otro cirujano (Residente)

**¿A qué distancia permanece del equipo durante los disparos del fluoroscopio?**

- ( ) 1-2 pasos
- ( ) Por lo menos 3 metros
- ( ) No me preocupo por eso

**¿En qué posición se encuentra en brazo en C durante los disparos?**

- ( ) El tubo del rayos X por arriba y el receptor de rayos X por debajo

- El receptor de rayos X por arriba y el tubo de rayos X por debajo
- No me preocupa por eso

**¿Dónde se posiciona durante los disparos del fluoroscopio?**

- Cerca del tubo de rayos X
- Cerca del receptor de rayos X
- No me preocupa por eso

**¿Durante la cirugía realiza disparos con el fluoroscopio de forma frecuente?**

- Sí
- No