



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**ENFERMERÍA**

MÉTODOS DE PROTECCIÓN UTILIZADOS POR EL EQUIPO  
QUIRÚRGICO FRENTE A LA RADIACIÓN IONIZANTE EN SALA DE  
OPERACIONES

PROTECTION METHODS USED BY THE SURGICAL TEAM AGAINST  
IONIZING RADIATION IN THE OPERATION ROOM

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
ESPECIALISTA EN ENFERMERÍA EN CENTRO QUIRÚRGICO  
ESPECIALIZADO

**AUTOR**

GINA ZURITA MOLINA

**ASESOR**

DIANA ELIZABETH CALLE JACINTO DE GUILLEN

LIMA - PERÚ

2024



**ASESOR DEL TRABAJO ACADÉMICO**

**ASESOR**

DIANA ELIZABETH CALLE JACINTO DE GUILLEN

Departamento Académico de enfermería

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3137-485X>

## **DEDICATORIA**

Agradezco a Dios por su constante presencia en cada momento de mi vida, brindándome la resiliencia necesaria para no rendirme ante los desafíos. A mi eterno compañero de vida, a mi amada hija y a mi querida madre, les dedico mi profundo agradecimiento. Su apoyo incondicional y la fortaleza que me otorgan son la fuerza que impulsa cada uno de mis objetivos. Juntos, construimos un camino de amor, comprensión y superación. Que este viaje siga siendo bendecido por la gracia divina y por el amor que nos une.

Gracias, este logro va dirigido a ustedes.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a la Universidad Peruana Cayetano Heredia por brindarme una vez más la oportunidad de formar parte de esta excepcional familia académica.

Agradezco sinceramente a cada uno de mis docentes por compartir su vasta experiencia, guiarnos y contribuir significativamente a nuestra formación como enfermeros especialistas en Centro Quirúrgico.

Un agradecimiento especial a mi asesora, la Mg. Diana Elizabeth Calle Jacinto de Guillén, por su inigualable paciencia, dedicación, y orientación invaluable durante la elaboración y desarrollo de este trabajo académico. Su tiempo y esfuerzo han sido fundamentales para mi crecimiento y aprendizaje.

Desde lo más profundo de mi corazón, les transmito mi respeto y admiración. Agradezco a esta institución y a cada uno de ustedes por ser parte esencial de mi camino educativo y profesional. Gracias por ser una inspiración constante.

## **FUENTE DE FINANCIAMIENTO**

El presente trabajo académico será autofinanciado por el investigador

## **DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS**

El autor declara no tener ningún tipo de conflictos de interés.

## RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

Métodos de protección utilizados por el equipo quirúrgico frente a la radiación ionizante en sala de operaciones.

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>8%</b>	<b>7%</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>www.diariodejerez.es</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>www.slideshare.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>3</b>	<b>pesquisa.bvsalud.org</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>4</b>	<b>documents1.worldbank.org</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>ebuah.uah.es</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>Submitted to uptcolombia</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>www.cochranelibrary.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
I. Introducción	1
II. Cuerpo	13
III. Conclusiones	19
Referencias bibliográficas	20
Anexo, Tablas	

## Resumen

**Introducción:** la exposición constante de las enfermeras a la radiación ionizante, al permanecer cerca de los pacientes, puede resultar en riesgos para la salud, como daño al ADN, cáncer, enfermedades no cancerosas y daño celular. Para mitigar estos riesgos, son esenciales los métodos de protección contra la radiación, que buscan salvaguardar la salud de los profesionales expuestos y minimizar los posibles efectos adversos asociados a la exposición constante a la radiación ionizante. **Objetivo:** Describir los métodos de protección utilizados por el equipo quirúrgico frente a la radiación ionizante en sala de operaciones. **Metodología:** es una revisión bibliográfica de carácter descriptivo, retrospectivo y transversal, se recopilaron 20 artículos científicos de los últimos 5 años, priorizándose la selección de artículos originales y se incluyeron en idiomas español e inglés. **Conclusión:** el análisis de múltiples estudios indica una diversidad en los métodos de protección radiológica del personal que labora en centro quirúrgico, siendo destacado el uso preferente de chalecos de plomo en centro quirúrgico por la amplia disponibilidad, facilidad de uso y por qué tiene una protección del torso y extremidad inferior.

**Palabras clave:** radio-protección; radiación ionizante; enfermería; exposición a la radiación; radiación y enfermería (DeCS).

## ABSTRACT

**Introduction:** the constant exposure of nurses to ionizing radiation, by staying close to patients, can result in health risks, such as DNA damage, cancer, non-cancerous diseases and cell damage. To mitigate these risks, radiation protection methods are essential, which seek to safeguard the health of exposed professionals and minimize the possible adverse effects associated with constant exposure to ionizing radiation. **Objective:** To describe the protection methods used by the surgical equipment against ionizing radiation in the operating room.

**Methodology:** it is a bibliographic review of a descriptive, retrospective, and transversal nature, 20 scientific articles from the last 5 years were collected, prioritizing the selection of original articles and included in Spanish and English languages. **Conclusion:** the analysis of multiple studies indicates a diversity in the methods of radiological protection of personnel who work in a surgical center, highlighting the preferential use of lead vests in a surgical center due to the wide availability, ease of use and why it has a protection of the torso and lower limb.

**Keywords:** radio-protection; ionizing radiation; nursing; radiation exposure; radiation and nursing (DeCS).

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 98 % de dosis que recibe la población deriva de las radiaciones de uso médico de equipos creados por el hombre. Anualmente en el mundo se realizan 4200 millones de pruebas radiológicas por diagnóstico, 40 millones de pruebas por medicina nuclear y 8.5 millones de tratamientos con radioterapia (1).

La tecnología va evolucionando continuamente, exigiendo al profesional de salud el uso de métodos radiológicos de diagnóstico durante las cirugías de traumatología. En Estados Unidos se rastreó la exposición a la radiación ionizante por tipo de cirujano, los cirujanos de trauma utilizan 213,54 segundos de fluoroscopia por día, la dosis fue significativamente más alta que los cirujanos de artroplastia que utilizaron 25,21 segundos de fluoroscopia por día, esto se debe a que hay muchos más procedimientos y cirugías de emergencias en el área de traumatología (2).

En México en el Hospital General de León se realizan 1.127 cirugías traumatológicas anualmente, siendo las fracturas de Fémur las más frecuentes con un 24.5 %, tibia/peroné 17.92 %, pie 2.39 %, tobillo 15.8 %, rotula 2.66 %, pelvis 1.86 %, humero 6.30 %, clavícula 2.39% y fracturas de radio/cubito 24.4%, el equipo quirúrgico se encuentra expuesto a la radiación porque todas las cirugías mencionadas se realizan con apoyo de Rayos X o Fluoroscopia (3).

El personal de salud logra acumular en su vida profesional entre 50/2000 miliSievert (mSv) frente a la exposición por la radiación ionizante, con un alto riesgo de contraer cáncer de 1/1003, en un estudio de Estados Unidos el personal médico que está expuesto a procedimientos por fluoroscopia reportó un incremento del 34% en la incidencia de accidentes cerebrovasculares en comparación con personal que no realiza este tipo de procedimientos (4).

El incremento del 52% en la tasa de mortalidad por cáncer sólido con dosis acumulada de radiación ionizante revela una relación significativa entre la exposición a la radiación y los casos de cáncer sólido. Este hallazgo se sostiene con un alto grado de confianza, ya que el rango de confianza del 90%, que oscila entre el 27% y el 77%, demuestra la robustez de la asociación observada. Además, cuando el análisis se focalizó en dosis acumulativas bajas, específicamente en el rango de 0-100 miligray (mGy), la estimación de asociación se duplicó, indicando que incluso en niveles relativamente bajos de exposición a la radiación, existe un impacto significativo en la mortalidad por cáncer sólido.

Este resultado sugiere que la relación entre la dosis acumulada de radiación y la mortalidad por cáncer sólido es particularmente pronunciada en el rango de dosis más bajas, lo que resalta la importancia de considerar los efectos incluso en niveles de exposición aparentemente bajos. Estos hallazgos respaldan la necesidad de adoptar estrategias preventivas y de monitoreo más estrictas, especialmente en entornos donde la exposición a la radiación es una preocupación constante, como en entornos laborales con riesgo potencial de radiación ionizante (11).

La enfermera desempeña un papel esencial en el equipo quirúrgico siendo necesario que permanezca en cercanía directa al paciente, lo que conlleva a una exposición involuntaria a la radiación ionizante. Es crucial gestionar y medir de manera precisa las dosis ocupacionales recibidas por el personal, los métodos de protección y el tiempo quirúrgico con radiación, con el fin de minimizar el riesgo de exposición (10).

No obstante, se observa una carencia significativa de conocimientos en cuanto a protección radiológica, acompañada de una notable falta de interés y, en muchos casos, de ignorancia acerca de los efectos adversos asociados a la exposición a la radiación. Este déficit de comprensión y aprecio por las medidas de seguridad radiológica puede derivar en una exposición innecesaria y potencialmente perjudicial tanto para los profesionales de la salud como para los pacientes. La necesidad de una concienciación más amplia y de una educación detallada sobre los riesgos de la radiación se presenta como esencial para mejorar las prácticas y fomentar entornos más seguros en los que se utilice radiación ionizante, especialmente en el ámbito de la salud (12).

Por ello, estos métodos de protección frente a la exposición de radiación ionizante pueden ir desde el uso de mandiles de plomo hasta guantes de protección ante la radiación que debería ser utilizada por el equipo quirúrgico.

Ante lo expuesto se plantea la siguiente interrogante:

***¿Cuáles son los métodos de protección utilizados por el equipo quirúrgico frente a la radiación ionizante en sala de operaciones?***

El presente trabajo académico se justifica por su aporte teórico porque permitirá al equipo quirúrgico fortalecer sus conocimientos en reconocer los diversos métodos de protección frente a la radiación ionizante en sala de operaciones, cada vez que se realicen cirugías de traumatología con apoyo de pruebas radiológicas diagnósticas, el personal tendrá en cuenta su seguridad. La implementación efectiva de métodos de protección radiológica puede reducir la exposición del personal de salud a la radiación ionizante. Esto tiene implicancias prácticas directas en la salud y seguridad de los profesionales, disminuyendo el riesgo de efectos adversos a largo plazo asociados con la exposición excesiva a la radiación. Su utilidad metodológica radica en que el uso de una metodología de revisión bibliográfica se presenta como una herramienta esencial para explorar y comprender los diferentes métodos de protección radiológica frente a la radiación ionizante en distintos contextos. Este enfoque no solo posibilita la identificación de las prácticas actuales, sino que también facilita la recopilación de información valiosa proveniente de diversas fuentes y experiencias. La diversidad de realidades médicas y quirúrgicas abordadas en la literatura permite analizar enfoques adaptados a diferentes entornos, lo cual se traduce en una contribución significativa a la formulación de prácticas seguras de prevención y protección.

El sustento de la construcción del marco teórico se basa en que, las cirugías traumatológicas engloban un conjunto de procedimientos que comprenden el diagnóstico y tratamiento de las afecciones y traumatismos que afectan al sistema musculoesquelético. En este tipo de intervenciones, existe una elevada incidencia de colocación de implantes para la reducción de fracturas.

Esta práctica implica el uso frecuente de rayos X o fluoroscopia. Es esencial tener presente que la exposición a dosis elevadas de radiación ionizante puede ocasionar daños en los órganos y tejidos. La magnitud de estos efectos dependerá tanto del tipo de radiación recibida como de la sensibilidad específica de cada órgano.

La OMS define como radiación ionizante a la producción de energía que libera los átomos en forma de ondas electromagnéticas, la enfermera instrumentista está constantemente expuesta a este tipo de radiación ionizante como los rayos X, ya que es usado como apoyo de diagnóstico por imágenes durante la intervención quirúrgica. (1)

Actualmente, se han intensificado las inquietudes en torno a la seguridad radiológica, destacando la necesidad de abordar y concienciar de manera continua sobre la importancia de la protección. En 1977, la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) estableció el principio “Tan bajo como sea razonablemente posible” (ALARA) (CIPR, 1977; Hendee y Edwards, 1986). Este principio tiene como objetivo primordial justificar la necesidad de exposición a la radiación, optimizar los procedimientos radiológicos y mantener los niveles de exposición por debajo de los límites permitidos. La implementación de ALARA refleja el compromiso constante con la minimización de la exposición, garantizando así la seguridad radiológica en diversas aplicaciones y entornos (6).

El equipo quirúrgico se encuentra constantemente expuesto a la radiación proveniente de los rayos X y la fluoroscopia. Es importante destacar que la proximidad a la fuente de radiación se correlaciona directamente con un aumento

en la exposición. Un estudio realizado en un centro quirúrgico ha revelado que la cercanía del cirujano a la fuente de radiación resulta en una mayor cantidad de radiación recibida. No obstante, el asistente y el enfermero instrumentista, al ubicarse cerca del paciente, experimentaron una dosis menor, y esto se atribuye a la posición estratégica que adoptaron. Cuando se emplea la fluoroscopia como método radiológico de diagnóstico en el quirófano, todos los miembros del equipo se ven expuestos a la radiación dispersa. Esta dispersión se produce a través de la interacción del haz primario con diversos objetos, especialmente con el tejido humano y el equipamiento presente en sala de operaciones

También se destaca que la disminución de la dosis del trabajador puede lograrse mediante el uso de medidas de protección radiológica. Es crucial tener en cuenta que el tiempo, la distancia y el blindaje son procedimientos que deben emplearse de manera sistemática para alcanzar este objetivo. Estas estrategias, que implican gestionar el tiempo de exposición, maximizar la distancia desde la fuente de radiación y utilizar barreras de protección adecuadas, son esenciales para mantener los niveles de exposición a radiación tan bajos como sea razonablemente posible (7)

La exposición a la radiación es acumulativa, lo que implica que ninguna cantidad de exposición se considera “segura”, y los estudios actuales continúan esclareciendo los posibles efectos secundarios a largo plazo. Por ende, es imperativo limitar y controlar el tiempo de exposición a lo largo del tiempo. Diversas estrategias para reducir este tiempo incluyen la utilización de modos de

generación de imágenes pulsadas y de dosis baja en lugar de los modos continuo o de cine, la preferencia por el ultrasonido en lugar de la fluoroscopia cuando sea apropiado, y la supervisión de la dosis de radiación máxima permitida anual, generalmente a través del dosímetro.

La implementación de dosímetros resulta sencilla y rentable, y puede mejorar la conciencia de los profesionales acerca de su exposición personal a la radiación. Es esencial que el equipo quirúrgico que utiliza radiación ionizante estén educados sobre las dosis máximas permitidas anualmente, información que debe estar fácilmente accesible para los profesionales en ejercicio y los trabajadores de la salud. Esta información puede compararse con las dosis de exposición reales, con el objetivo de mantener la exposición tan baja como sea posible. La unidad de medida estándar en el Sistema Internacional (SI) para la exposición a la radiación es el Sievert (Sv). De acuerdo con las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), la dosis corporal total no debe exceder los 20 mSv por año, mientras que las extremidades se limitan a 500 mSv por año y el cristalino del ojo a 150 mSv por año. Por otro lado, la Comunidad Europea de Energía Atómica establece un límite de exposición a la lente de 20 mSv anualmente. Es importante destacar que, aunque la calidad de la imagen es relevante, no es necesario mantenerla en un estándar de perfección. En el caso de la fluoroscopia, el objetivo principal es obtener una imagen funcional, ya que la búsqueda de la perfección podría someter al paciente y a los profesionales a radiación innecesaria.

El control de la distancia posiblemente sea la variable más crucial, ya que puede ser el método más efectivo para reducir la exposición, dado que la intensidad de la radiación disminuye de manera significativa a medida que se incrementa la distancia. Conforme a la ley del cuadrado inverso, al duplicar la distancia desde la fuente de radiación, la exposición a la radiación se reduce inherentemente en un factor de  $\frac{1}{4}$ . Este principio también orienta el posicionamiento del personal en la sala de radiología, junto con una planificación, comunicación y dinámica de equipo adecuada. La optimización del posicionamiento del paciente también contribuye a minimizar la exposición a la radiación, reduciendo la dispersión para los profesionales de la salud al maximizar la distancia entre la mesa y la fuente de radiación, y colocar al paciente lo más cerca posible del detector. Aunque los médicos suelen estar directamente adyacentes al paciente debido a la necesidad de acceso, lo ideal es que adopten una posición adecuada, alejados de la fuente de rayos X durante la adquisición de imágenes laterales y oblicuas. Por lo tanto, se recomienda que el equipo quirúrgico se ubiquen del lado del detector de imágenes y no del lado del tubo de rayos X, que constituye la fuente directa de exposición a la radiación cuando sea pertinente (16).

Es fundamental que los cirujanos ortopédicos adquieran familiaridad y comodidad con el Equipo de Protección Radiológica (EPR). Este equipo, incorpora plomo o materiales similares de bajo peso, desempeña un papel crucial en la atenuación de los rayos X dispersos. Se encuentran disponibles diversos diseños de EPR que pueden ser empleados por el personal quirúrgico. El chaleco de plomo puede ser tanto un escudo frontal integral como proporcionar cobertura completa de 360°.

Aquellos de dos piezas, que integran un chaleco y una falda superpuestos, distribuyen el peso de manera más equitativa. La evaluación de estos delantales se realiza considerando el espesor equivalente al plomo, siendo necesario un espesor de al menos 0,5 mm para atenuar más del 95% de los rayos X dispersos (13).

Es de vital importancia llevar a cabo revisiones anuales de los delantales de plomo con el fin de identificar posibles deterioros que podrían permitir la penetración de rayos X, como grietas ocasionadas por dobleces o almacenamiento inapropiado. Otra componente esencial del Equipo de Protección Radiológica (EPR) son los protectores tiroideos, los cuales suelen incorporarse en los delantales de plomo disponibles comercialmente o adquirirse de forma independiente. Dado que la tiroides es especialmente sensible a la radiación, estos protectores han demostrado ofrecer una defensa eficaz durante procedimientos en las extremidades superiores e inferiores. Sin embargo, en la práctica, encontrar y utilizar estos protectores puede resultar desafiante para el personal quirúrgico, llevando a una renuncia a su uso en ocasiones. Además, es crucial considerar tanto el almacenamiento adecuado como la limpieza regular de los protectores tiroideos, ya sean de uso personal o compartido, después de cada intervención, con el fin de prevenir posibles infecciones, un aspecto que a menudo se descuida.

Las gafas protectoras, cada vez más frecuentes en ortopedia, son habitualmente empleadas en radiología intervencionista. Debido a que el cristalino del ojo es sensible a la radiación, las gafas con plomo deben incorporar protección lateral, ya que los ojos son propensos a la retrodispersión y dispersión directa al girar la

cabeza. Se ha evidenciado que estas gafas con plomo pueden disminuir la exposición ocular hasta en un 90% durante intervenciones quirúrgicas en la pelvis y cadera.

Las manos constituyen la zona más expuesta a la radiación directa durante los procedimientos quirúrgicos y, por consiguiente, resultan ser las más complicadas de resguardar. Frecuentemente, las manos se sitúan directamente en el haz de rayos X al posicionar la extremidad o los instrumentos quirúrgicos para realizar una radiografía. A pesar de la existencia de guantes protectores, su capacidad de protección es inferior en comparación con delantales o protectores tiroideos. En situaciones en las que sea factible, se debe evitar la colocación directa de las manos en el haz, y el uso de pinzas Kocher u otras herramientas quirúrgicas puede contribuir a disminuir la exposición de las manos al realizar imágenes. Además, los guantes no deben ser considerados como un sustituto de la técnica adecuada. Siempre que estén a disposición, es recomendable utilizar protectores adicionales que estén fijos en la mesa, en el techo o que sean móviles en el quirófano (17).

El chaleco de plomo, como componente esencial del equipo de protección radiológica (EPR), se destaca como la opción preferida, siendo adoptado por el equipo quirúrgico en un 77.8%. En segundo lugar, en términos de preferencia se encuentra el collarín de plomo, con una tasa de adopción del 31.5%. Es importante señalar que, a pesar de la disponibilidad de esta opción, menos del 50% del personal quirúrgico opta por utilizar el collarín de plomo. En la escala de adopción, los lentes plomados ocupan el último lugar como el EPR menos empleado, siendo elegidos

únicamente por el 5.6% del personal, a pesar de estar disponible para su utilización. Este patrón de preferencia resalta la predominancia del chaleco de plomo como la elección principal en la protección radiológica, seguido por el collarín y en menor medida, los lentes plomados (8).

El conocimiento de protección radiológica no solo beneficia al personal de salud, sino que también tiene un impacto positivo directo en la atención al paciente y en la seguridad del entorno de trabajo. Se evidencia que un entendimiento adecuado de las prácticas de protección radiológica entre los profesionales de enfermería conduce a una reducción significativa en la exposición a dosis de radiación. Este efecto positivo se atribuye al hecho de que los profesionales de enfermería, al contar con un conocimiento sólido sobre las medidas de protección, utilizan de manera más efectiva y frecuente los recursos disponibles para minimizar la exposición a la radiación durante sus actividades laborales.

La aplicación adecuada de las medidas de protección radiológica por parte del personal de enfermería no solo implica un manejo más seguro de la radiación, sino que también optimiza los procedimientos clínicos, mejorando la calidad general de la atención proporcionada. En este sentido, la formación continua y programas educativos que refuercen estos conocimientos resultan fundamentales para garantizar prácticas seguras y eficientes en el uso de la radiación ionizante en sala de operaciones (9).

**Objetivo general:** Describir los métodos de protección utilizados por el equipo quirúrgico frente a la radiación ionizante en sala de operaciones.

**Objetivo específico:** Describir el método de protección más frecuente utilizado por el equipo quirúrgico frente a la radiación ionizante en sala de operaciones.

## II. CUERPO

La investigación actual se clasifica como una revisión bibliográfica de carácter descriptivo, retrospectivo y transversal. Se llevó a cabo la revisión de artículos de investigación publicados en revistas con el objetivo de abordar las preguntas de investigación planteadas. Para este propósito, se eligieron artículos científicos publicados en los últimos cinco años, específicamente en el período que abarca desde 2018 hasta 2023. Se priorizó la selección de publicaciones científicas indexadas y se incluyeron artículos en los idiomas español e inglés.

La búsqueda de datos en línea se llevó a cabo en diversas bases de datos, incluyendo Scielo, Medline, Elsevier, PubMed, Science Direct y Google Académico. Se emplearon palabras clave como “Radio-protección”, “Radiación Ionizante”, “Riesgos de la radiación ionizante”, “Radiación en traumatología”, “Exposición a la radiación”, “Radiación en cirugía”, “Enfermería” y “Radiación y enfermería”, utilizando operadores booleanos como “AND” y “OR”.

Para la selección de los estudios se tuvo en cuenta los siguientes criterios de inclusión: artículos originales cuya antigüedad no supere los cinco años, artículos con enfoque cualitativa y/o cuantitativo. Por otro lado, se establecieron criterios de exclusión que abarcaban proyectos de investigación, estudios de casos o serie de casos.

## Resultados

- Del total de artículos encontrados según la base de datos, en PubMed se encontró un 40% de las publicaciones, este alto porcentaje sugiere que una parte significativa de las búsquedas se realiza en el campo de la medicina y disciplinas relacionadas. En segundo lugar, se encuentra Science Direct con un 30% es una plataforma que cubre diversas disciplinas científicas. En tercer lugar, encontramos a Scielo con un 20%, es una biblioteca electrónica que abarca una amplia variedad de disciplinas, con un enfoque especial en las ciencias de la salud y sociales para finalizar también se usó la base de datos de Google Académico con un 10%, el porcentaje más bajo podría indicar que, en este contexto, se prefiere recurrir a bases de datos más especializadas y específicas para la investigación académica.
- En relación con el número de artículos encontrados según el idioma, los resultados sugieren que hay una clara predominancia del idioma inglés en las fuentes de información académica utilizadas. En resumen, la alta proporción de inglés destaca la importancia de este idioma en la comunicación académica, mientras que el uso del español, aunque significativo, puede depender de las necesidades específicas de los usuarios y del área de estudio.
- La distribución de los artículos según los años de publicación sugiere lo siguiente, en el año 2018 con un 20% de las publicaciones, con una proporción significativa, lo que podría indicar que ese año fue particularmente relevante o productivo en términos de publicaciones sobre protección radiológica y métodos utilizados por el equipo quirúrgico. En el 2019 un 10% una proporción menor en comparación con 2018, lo que podría indicar una disminución en la

actividad de investigación o interés en ese año. En el 2020 con un 15% va en aumento en comparación con 2019, sugiriendo un posible resurgimiento en la investigación o enfoque en esa área. En el 2021 con un 15% mantiene una proporción similar a 2020, indicando una continuidad en el interés o actividad de investigación. En el 2022 y 2023 con un 20% un aumento significativo en comparación con los años anteriores, lo que podría sugerir un año de gran relevancia o avance en la investigación, indicando una continuidad en la tendencia de interés de la actividad investigativa.

- La abrumadora mayoría de los estudios adopta un enfoque cuantitativo con un 85%. Esto sugiere que la investigación se centra en la recopilación, análisis y cuantificación de datos numéricos relacionados con los métodos de protección radiológica en el equipo quirúrgico. Los estudios cuantitativos tienden a ser más estructurados y objetivos, proporcionando datos medibles para evaluar la eficacia y los resultados. Aunque en menor proporción con un 15%, existe una presencia de enfoque cualitativo. Este enfoque implica una comprensión más profunda y detallada de los aspectos subjetivos, percepciones y experiencias relacionadas con la protección radiológica en la sala de operaciones. Los estudios cualitativos pueden aportar perspectivas valiosas sobre factores humanos y contextuales que podrían no capturarse completamente mediante métodos cuantitativos.

## **Análisis e interpretación de resultados**

De acuerdo con la literatura revisada, se han descrito varios métodos de protección utilizados por el equipo quirúrgico frente a la radiación ionizante en sala de operaciones. Un estudio realizado en la Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Traumatología y Ortopedia Manuel Ávila Camacho, Instituto Mexicano del Seguro Social, observa que un significativo 77.8% del personal encuestado utiliza mandiles plomados como medida de protección principal. Estos mandiles, confeccionados con plomo, han demostrado ser una barrera efectiva para reducir la absorción de radiación, particularmente en áreas sensibles como el torso. Además, se destaca que el 31.5% del personal emplea protección tiroidea, indicando una conciencia considerable sobre la importancia de resguardar la glándula tiroidea, una estructura particularmente susceptible a los efectos nocivos de la radiación. Similar resultado presenta el Complejo Hospitalario Arnulfo Arias Madrid, Panamá, el estudio evidencia una alta proporción de personal expuesto que utiliza delantales de plomo como dispositivo de protección (89%). Esta cifra destaca la relevancia de evaluar y entender las prácticas de protección radiológica empleadas por el personal, ya que el delantal de plomo es una medida estándar y esencial para reducir la exposición a la radiación ionizante en entornos médicos. Un 62% que utiliza protector de tiroides es otro hallazgo significativo que justifica la investigación, el 40% utiliza una mampara plomada también resalta la diversidad en las prácticas de protección. El uso de mamparas plomadas es una medida adicional para reducir la exposición y proteger a los profesionales de la salud en áreas específicas durante los procedimientos médicos. El dato relevante del 8% que no utiliza ningún dispositivo de protección constituye un punto de atención crítica. Este grupo

minoritario, pero no insignificante, pone de manifiesto la necesidad de comprender las razones detrás de la falta de adopción de medidas de protección y brinda oportunidades para implementar intervenciones educativas o de concientización destinadas a mejorar las prácticas de seguridad. (2,14)

En otra publicación se evidencia que en el Hospital Universitario de St. Vincent, Dublín, Irlanda, el enfoque central fue evaluar la eficacia de las medidas de protección radiológica utilizadas en el ámbito de la traumatología ortopédica. El estudio destacó el uso prevalente de delantales de plomo y protectores tiroideos como métodos predominantes de protección durante los procedimientos quirúrgicos en sala. Otro estudio que se realizó en el Hospital general de distrito en el Reino Unido tuvo como objetivo informar el uso apropiado de fluoroscopia intraoperatoria en traumatismos ortopédicos y comparar el efecto del tipo de cirugía y el grado del cirujano sobre la exposición a la radiación, en esta publicación el personal dentro del quirófano uso ropa protectora de plomo y un escudo tiroideo. Esta concordancia en la elección de métodos de protección entre diferentes entornos hospitalarios y regiones geográficas refuerza la consistencia en las prácticas de seguridad adoptadas por el personal médico a nivel internacional. Estos resultados respaldan la validez y aplicabilidad generalizada de la adopción de medidas específicas, como los delantales de plomo y los protectores tiroideos, como parte integral de las estrategias de protección radiológica en cirugía ortopédica. Además, resaltan la importancia de compartir y comparar experiencias entre distintas instituciones médicas para mejorar continuamente las prácticas y garantizar un entorno de trabajo seguro en la atención de traumatismos ortopédicos. Este hallazgo

resalta la diversidad en las elecciones de equipo de protección, evidenciando la implementación de medidas específicas y especializadas para abordar las distintas áreas anatómicas expuestas durante procedimientos médicos. Estos datos subrayan la relevancia del compromiso del personal médico con la adopción de medidas de seguridad, contribuyendo así a la optimización de prácticas radiológicas y al resguardo de la salud ocupacional en el ámbito médico. (13,11)

La prevalencia del uso del chaleco de plomo como método principal de protección radiológica entre el personal quirúrgico es evidente en los diversos estudios analizados. En particular el Complejo Hospitalario Arnulfo Arias Madrid, Panamá, resalta un significativo 89% de los profesionales expuestos elige el delantal de plomo como su principal dispositivo de resguardo. Además, otro estudio de la Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Traumatología y Ortopedia Manuel Ávila Camacho, Instituto Mexicano del Seguro Social, revela que el mandil plomado es adoptado por el 77.8% del equipo quirúrgico como una medida efectiva de protección contra la radiación. Estos hallazgos enfatizan la preferencia generalizada por el uso de chalecos de plomo como componente esencial de la indumentaria de protección radiológica en el ámbito quirúrgico. (2,14)

### **III. CONCLUSIONES**

- En conclusión, el análisis e interpretación de los resultados de varios estudios revela la diversidad en los métodos de protección radiológica utilizados por el equipo quirúrgico frente a la radiación ionizante en sala de operaciones.
- El resultado de varios estudios enfatiza en la preferencia generalizada por el uso de chalecos de plomo como componente esencial de la indumentaria de protección radiológica en el ámbito quirúrgico.
- Estos hallazgos resaltan la importancia de compartir experiencias entre distintas instituciones médicas para mejorar las prácticas de protección radiológica y garantizar un entorno de trabajo seguro en la atención de traumatismos ortopédicos. La diversidad en las elecciones de equipo de protección subraya la relevancia del compromiso del personal médico con la adopción de medidas de seguridad, contribuyendo así a la optimización de prácticas radiológicas y al resguardo de la salud en el ámbito médico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Mundial de la Salud. Efectos en la salud de las radiaciones ionizantes [internet]. [citado 27 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-and-health-effects>
2. Lai CH, Finlay A, Cannada LK, Chen AF, Chou LB. Radiation Exposure and Case Characteristics in National Sample of Female Orthopaedic Trauma and Arthroplasty Surgeons. Magazine Iowa Orthop J. [internet] [citado 2020]; 40(1):5-11. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7368516/>
3. Domínguez L, Orozco S. Frecuencia y tipos de fracturas clasificadas por la Asociación para el Estudio de la Osteosíntesis en el Hospital General de León durante un año. Acta méd. Grupo Ángeles [ Internet]. 2017 dic [citado Nov 2017]; 15(4): 275-286. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-72032017000400275&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-72032017000400275&lng=es)
4. Aristizábal J. M. Cardiovascular risk related to ionizing radiation. Revista Colombiana de Cardiología [internet]. 2020 [citado marzo del 2020]; 27(1):21-24. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0120563319302141>
5. Asari T, Rokunohe D, Sasaki E, Kaneko T, Kumagai G, Wada K, Tanaka S, Sawamura D, Ishibashi Y. Occupational ionizing radiation-induced skin injury among orthopedic surgeons: A clinical survey. J Orthop Sci. [internet]. 2022

- [citado junio del 2020]; 27(1):266-271. Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33349545/>
6. Bowman JR, Razi A, Watson SL, Pearson JM, Hudson PW, Patt JC, Ames SE, Leddy LR, Khoury JG, Tubb CC, McGwin G, Ponce BA. What Leads to Lead: Results of a Nationwide Survey Exploring Attitudes and Practices of Orthopaedic Surgery Residents Regarding Radiation Safety. Magazine The Journal of Bone and Joint Surgery[internet] [citado el 7 de febrero del 2018]; 100(3):16. Disponible en:  
[https://journals.lww.com/jbjsjournal/abstract/2018/02070/what\\_leads\\_to\\_lead\\_results\\_of\\_a\\_nationwide\\_survey.16.aspx](https://journals.lww.com/jbjsjournal/abstract/2018/02070/what_leads_to_lead_results_of_a_nationwide_survey.16.aspx)
7. Dorman T, Drever B, Plumridge S, Gregory K, Cooper M, Roderick A, Arruzza E. Radiation dose to staff from medical X-ray scatter in the orthopaedic theatre. European journal of orthopaedic surgery & traumatology. [internet] [citado 1 de abril del 2023]; 33(7):3059-3065. Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10504098/>
8. Gaytán-Fernández S, Barragan-Hervella R G, Quiroz-Williams J, Rodríguez C L, Sánchez-González G. Exposición a radiación ionizante en médicos residentes de ortopedia en un hospital de referencia. Cirugía y cirujanos. [Internet]. 2023 Feb [citado 11 de noviembre del 2023]; 91(1): 64-72. Disponible en:  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2444-054X2023000100064&lang=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2444-054X2023000100064&lang=es)

9. Anderson, TJ, Erdmann, AL, Backes, MT. Nursing care management in radiation protection in interventional radiology. *Revista Gaúcha de Enfermagem* [internet]. 2022 [citado 16 junio del 2022]; 43(1):2-5. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rgenf/a/qWqXg5qPT3MGRrZntYjjRnS/?lang=en#>
10. Delgado-López PD, Sánchez-Jiménez J, Herrero-Gutiérrez AI, Inclán-Cuesta MT, Corrales-García EM, Martín-Alonso J, Galacho-Harriero AM, Rodríguez-Salazar A. Radiation protection measures: Implications on the 22undo22ng22 neurosurgery operating 22undo. *Revista de Neurocirugía* [internet] 2018 [citado 7 de abril de 2018]; 29(4), 187–200. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1130147318300265?via%3Dihub>
11. Richardson DB, Leuraud K, Laurier D, Gillies M, Haylock R, Kelly-Reif K, Bertke S, Daniels RD, Thierry-Chef I, Moissonnier M, Kesminiene A, Schubauer-Berigan MK. Cancer mortality after low dose exposure to ionising radiation in workers in France, the United Kingdom, and the United States (INWORKS): cohort study. *BMJ*. [internet] 2023 [citado 26 junio del 2023]; 16;382. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37586731/>
12. Hayda RA, Hsu RY, DePasse JM, Gil JA. Radiation Exposure and Health Risks for Orthopaedic Surgeons. *J Am Acad Orthop Surg* [Internet]. 2018 [citado 15 abril 2018]; 5;26(8):268-277. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29570497/>
13. Lakhwani OP, Dalal V, Jindal M, Nagala A. Radiation protection and standardization. *J Clin Orthop Trauma* [Internet]. 2019 [citado 10Jul-Aug

- 2019]; (4):738-743. Disponible en: [https://www.journal-cot.com/article/S0976-5662\(18\)30167-X/fulltext](https://www.journal-cot.com/article/S0976-5662(18)30167-X/fulltext)
14. Williamson M, Iliopoulos E, Williams R, Trompeter A. Intra-operative fluoroscopy time and radiation dose during suprapatellar tibial nailing versus infrapatellar tibial nailing. *Injury* [Internet]. 2018 [citado Julio 2018]; 49(10):1891-1894. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30017180/>
15. Skrk D, Petek K, Pekarovic D, Mekis N. Typical air kerma area product values for trauma orthopaedic surgical procedures. *Radiol Oncol* [Internet]. 2021 [citado 12 junio 2021];55(2):240-246. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8042827/>
16. Vanzant, Daniel. and Junaid Mukhdomi. “Safety of Fluoroscopy in Patient, Operator, and Technician.” *StatPearls*, StatPearls Publishing [internet]. 2023 [citado 17 abril 2023]; <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34033329/>
17. Kaplan DJ, Patel JN, Liporace FA, Yoon RS. Intraoperative radiation safety in orthopaedics: a review of the ALARA (As low as reasonably achievable) principle. *Patient Saf Surg.* [internet]. 2016 [citado diciembre 2016];12;10:27. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27999617/>
18. Klingler JH, Scholz C, Hohenhaus M, Volz F, Naseri Y, Krüger MT, Vasilikos I, Roelz R, Brönnner J, Hoedlmoser H, Sircar R, Hubbe U. Radiation Exposure to Scrub Nurse, Assistant Surgeon, and Anesthetist in Minimally Invasive Spinal Fusion Surgery Comparing 2D Conventional Fluoroscopy With 3D Fluoroscopy-based Navigation: A Randomized Controlled Trial. *Clin Spine Surg* [internet]. 2021 [citado mayo 2021]; 1;34(4) E211-E215. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32991363/>

19. Sravya P. Vajapey, Mengnai Li, Andrew H. Glassman. Occupational hazards of orthopaedic surgery and adult reconstruction: A cross-sectional study. *Journal of Orthopaedics* [internet]. 2021 [citado mayo 2021];25:23-30.  
Disponibile en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0972978X21000908>
20. Ali Alghamdi, Zayed Alsharari, Mohamed Almatari, Murad Alkhalailah, Sultan Alamri, Ahmad Alghamdi, Mohamed Ghuwayr, Ibrahim Alabthani. Radiation Risk Awareness Among Health Care Professionals: An Online Survey. *Journal of Radiology Nursing* [internet]. 2020 [citado junio 2020];39(2):132-138.  
Disponibile en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S154608431930207X>
21. Rashid MS, Aziz S, Haydar S, Fleming SS, Datta A. Intra-operative fluoroscopic radiation exposure in orthopaedic trauma theatre. *Eur J Orthop Surg Traumatol* [internet]. 2018 [citado junio 2018]; 28(1):9-14. Disponibile en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28798994/>
22. Infantes Vizcarra Walter Iván. Biomonitoring genético en trabajadores del servicio de radiología del Hospital Nacional Policial Luis N. Sáenz. *Rev. Fac. Med. Hum.* [Internet]. 2020 [citado 25 noviembre 2020] ; 20( 1 ): 51-54.  
Disponibile en:  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2308-05312020000100051&lng=es.](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-05312020000100051&lng=es)

23. Hurley RJ, McCabe FJ, Turley L, Maguire D, Lucey J, Hurson CJ. Whole-body radiation exposure in Trauma and Orthopaedic surgery. *Bone Jt Open* [Internet]. 2022 [citado noviembre 2022]; 3(11):907-912. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9709492/>
24. Bernal Troetsch R. Nivel de conocimientos en protección radiológica del personal expuesto a radiaciones ionizantes en un complejo hospitalario. *Revisat intervencionismo* [Internet]. 2019 [citado enero 2019]; 19(3):103-110. Disponible en: [http://revistaintervencionismo.com/wp-content/uploads/3.19\\_original1.pdf](http://revistaintervencionismo.com/wp-content/uploads/3.19_original1.pdf)
25. Ramoutar DN, Thakur Y, Batta V, Chung V, Liu D, Guy P. Orthopaedic Surgeon Brain Radiation During Fluoroscopy: A Cadaver Model. *J Bone Joint Surg Am.* [Internet]. 2020 [citado noviembre 2020]; 18;102(22). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33208643/>
26. Batista VMD, Bernardo MO, Morgado F, Almeida FA de. La protección radiológica en la perspectiva de los profesionales de la salud expuestos a las radiaciones. *Rev Bras Enferm* [Internet]. 2019 [citado enero 2019]; 72: 9–16. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2017-0545>
27. Ryan D. Madder, Andrew LaCombe, Stacie VanOosterhout, Abbey Mulder, Matthew Elmore, Jessica L. Parker, Mark E. Jacoby, David Wohns. Radiation Exposure Among Scrub Technologists and Nurse Circulators During Cardiac Catheterization: The Impact of Accessory Lead Shields. *JACC: Cardiovascular Interventions* [Internet]. 2018 [citado enero 2018]; 11(2): 206–212. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1936879817315455>

28. Jasmine Bhinder, Monica O'Brien-Irr, Brendon Reilly, Brittany Montross, Sikandar Khan, Mariel Rivero, Gregory Cherr, Linda Harris. Understanding radiation exposure and improving safety for vascular surgery trainees. *Journal of Vascular Surgery* [Internet]. 2023 [citado enero 2023];77(1):269–278. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0741521422021152>
29. D. Pérez-Fentes, M. Pombar-Cameán, J.L. Álvarez-Ossorio Fernández, Estado actual de la protección radiológica en procedimientos endourológicos en España. *Actas Urológicas Españolas* [Internet]. 2019 [citado mayo 2019]; 43(4):205–211. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0210480618301578>
30. Andreas Engström, Mats Isaksson, Per-Anders Larsson, Charlotta Lundh and Magnus Båth. Lead aprons and thyroid collars: to be, or not to be? *Journal of Radiological Protection* [Internet]. 2023 [citado setiembre 2023]; 43(3). Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6498/acf76f>

## ANEXO

Tabla 1

<b>VARIABLES</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Número de artículos encontrados según las bases de datos</b>		
PubMed	8	40%
Google académico	2	10%
Scielo	4	20%
Science Direct	6	30%
<b>Número de artículos encontrados según el idioma de publicación</b>		
Ingles	17	85%
Español	3	15%
<b>Número de artículos encontrados según el año de publicación</b>		
2021	3	15%
2022	4	20%
2023	4	20%
<b>Número de artículos encontrados según el enfoque de investigación</b>		
Cuantitativo	17	85%
Cualitativo	3	15%