



**Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Medicina
División de Estudios de Posgrado**



**Instituto Mexicano del Seguro Social
Unidad Médica de Alta Especialidad de
Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación
“Dr. Victorio de la Fuente Narváez”
Ciudad de México**

**EFFECTO DE LA EXPOSICIÓN LABORAL A LA RADIACIÓN EN LA
SALUD DE CIRUJANOS ORTOPEDISTAS: UNA REVISION
SISTEMATICA.**

TESIS

Que para obtener el:

GRADO DE ESPECIALISTA

En:

ORTOPEDIA

Presenta:

ROMERO CABRERA LEONARDO DANIEL

Tutor:

Aguirre Parra Carlos Fernando

Investigador responsable:

Torres Fernández Juan Manuel

Investigadores asociados:

Torres González Rubén, Santiago Germán David, Meléndez Sánchez Abraham,
Rossier Guillot Luis Anselmo.

Registro CLIS y/o Enmienda:

R-2023-3401-040

Lugar y fecha: Dirección de Educación e Investigación en Salud de la Unidad
Médica de Alta Especialidad (UMA) de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación
“Dr. Victorio de la Fuente Narváez”. Ciudad de México, agosto 2023

Fecha de egreso: 29 febrero 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AUTORIDADES

DRA. FRYDA MEDINA RODRÍGUEZ
DIRECTORA TITULAR UMAE TOR DVFN

DR. RUBÉN TORRES GONZÁLEZ
DIRECTOR DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD UMAE TOR DVFN

DRA. HERMELINDA HERNÁNDEZ AMARO
TITULAR DE LA DIVISIÓN DE EDUCACIÓN EN SALUD UMAE TOR DVFN

DR. HENRY MARTIN QUINTELA NUÑEZ DEL PRADO
ENC. DIRECCIÓN MÉDICA HOVFN UMAE TOR DVFN

DR. DAVID SANTIAGO GERMÁN
JEFE DE LA DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD UMAE TOR DVFN

DR. MANUEL IGNACIO BARRERA GARCÍA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN MÉDICA HOVFN
UMAE TOR DVFN

DRA. ALEXIS JARDÓN REYES
COORDINADOR CLÍNICO DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD UMAE TOR
DVFN

DRA. MARIA BETTEN HERNANDEZ ALVAREZ
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN
ORTOPEDIA
UMAE TOR DVFN

DR. CARLOS FERNANDO AGUIRRE PARRA
TUTOR DE TESIS

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS.

Quiero expresar mi más sincero y profundo agradecimiento a todas las personas que han contribuido de manera significativa en este proyecto. Sin su apoyo, orientación y estímulo, este logro no habría sido posible.

"Dios esta conmigo y con el nada me faltara, sobre verdes campos me haces recostar y aunque camine por valles tenebrosos no he de temer"

En primer lugar, quiero agradecer a mi madre y a mi padre quienes me han acompañado en todo este camino, quienes depositaron su plena confianza en mí y jamás han dudado de la senda que elegí, mis padres quienes solo me desean lo mejor y que me han apoyado en todo sentido, con esfuerzo físico y mental y sobre todo con su amor incondicional. A mis hermanos, que en momentos complicados han sabido escucharme y orientarme, cuyas palabras han aliviado y motivado mi alma.

Mi esposa Teresa Wendy, ha estado a mi lado desde el inicio de mi carrera como médico, me ha visto en mis peores momentos y también conoce lo mejor de mí, me ha visto crecer. En las situaciones más difíciles, tu amor ha sabido consolar mi dolor y mis miedos, abrazar tu pecho calmo mi espíritu. Eres una persona única y muy valiosa y tienes un lugar incondicional en mi corazón, gracias por todo este tiempo a tu lado.

A mis maestros el Dr. Rubén Torres González, el Dr. David Santiago German, el Dr. Juan Manuel Torres Fernández y mi tutor el Dr. Carlos Fernando Aguirre Parra que, con sus palabras, sus conocimientos, su guía experta, su paciencia y dedicación fue posible llevar a cabo esta investigación.

También quiero reconocer la ayuda brindada por el equipo de la biblioteca por su paciencia y ayuda, una fuente académica que facilito mi investigación y enriqueció mis conocimientos.

CONTENIDO

I.	TÍTULO:.....	1
II.	IDENTIFICACIÓN DE LOS INVESTIGADORES:.....	1
III.	RESUMEN.....	3
IV.	MARCO TEÓRICO.....	4
V.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
VI.	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	19
VII.	JUSTIFICACIÓN	19
VIII.	OBJETIVOS	20
IX.	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	20
X.	MATERIAL Y METODOS	21
XI.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	26
XII.	CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	27
XIII.	FACTIBILIDAD	28
XIV.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	29
XV.	RESULTADOS.....	30
XVI.	DISCUSIÓN.....	38
XVII.	CONCLUSIONES.....	45
XVIII.	REFERENCIAS.....	46
IX.	ANEXOS.....	52

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

Unidad Médica de Alta Especialidad de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación

"Dr. Victorio de la Fuente Narváez"

Ciudad de México

I. TÍTULO: Efecto de la exposición laboral a la radiación en la salud de cirujanos ortopedistas: Una revisión sistemática.

II. IDENTIFICACIÓN DE LOS INVESTIGADORES:

Alumno: Leonardo Daniel Romero Cabrera (a).

Investigador responsable: Juan Manuel Torres Fernández (b).

Tutor: Carlos Fernando Aguirre Parra (c).

Investigadores asociados:

- Rubén Torres González (d).
- David Santiago Germán (e).
- Abraham Meléndez Sánchez (f).
- Luis Anselmo Rossier Guillot (g).

(a) Alumno de 4to año del Curso de Especialización Médica en Ortopedia. Sede IMSS-UNAM, Unidad Médica de Alta Especialidad de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación "Dr. Victorio de la Fuente Narváez", Instituto Mexicano del Seguro Social. Av. Colector 15 s/n Esq. Av. Politécnico Nacional, Col. Magdalena de las Salinas, Alc. Gustavo A. Madero, C.P.07760, Ciudad de México. Tel. 5554157655 Extensión: 25590. Correo electrónico: leoroc93@gmail.com. Matrícula: 98358765.

(b) Médico adscrito al servicio de Imagenología diagnóstica y terapéutica, Hospital de Ortopedia de la Unidad Médica de Alta Especialidad de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación "Dr. Victorio de la Fuente Narváez", Instituto Mexicano del Seguro Social. Av. Colector 15 s/n Esq. Av. Politécnico Nacional, Col. Magdalena de las Salinas, Alc. Gustavo A. Madero, C.P.07760, Ciudad de México. Tel. 55 57473500, ext. 25373. Correo electrónico: jmtfrx@gmail.com
Matrícula: 99360337

(c) Médico adscrito al servicio de Pie y Tobillo, Hospital de Traumatología de la Unidad Médica de Alta Especialidad de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación "Dr. Victorio de la Fuente Narváez", Instituto Mexicano del Seguro Social. Av. Colector 15 s/n Esq. Av. Politécnico Nacional, Col. Magdalena de las Salinas, Alc. Gustavo A. Madero, C.P.07760, Ciudad de México. Tel.5554157655, ext. 25590. Correo electrónico: dr.carlosfernandoparra@gmail.com
Matrícula: 99374796

(d) Director de Investigación y Educación en Salud, de la Unidad Médica de Alta Especialidad de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación "Dr. Victorio de la Fuente Narváez", Instituto Mexicano del Seguro Social. Av. Colector 15 s/n Esq. Av. Politécnico Nacional, Col. Magdalena de las Salinas, Alc. Gustavo A. Madero, C.P.07760, Ciudad de México. Tel. 55 57473500, ext. 25582, 25583. Correo electrónico: ruben.torres@imss.gob.mx Matrícula: 99352552

(e) Jefe de División en Investigación en Salud, de la Unidad Médica de Alta Especialidad de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación "Dr. Victorio de la Fuente Narváez", Instituto Mexicano del Seguro Social. Av. Colector 15 s/n Esq. Av. Politécnico Nacional, Col. Magdalena de las Salinas, Alc. Gustavo A. Madero, C.P.07760, Ciudad de México. Tel. 55 57473500, ext. 25582, 25583. Correo electrónico: david.satiagogoge@gmail.com Matrícula: 99374796

(f) Asistente Bibliotecario del Centro de Documentación en Salud del Hospital de Ortopedia, de la Unidad Médica de Alta Especialidad de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación "Dr. Victorio de la Fuente Narváez", Instituto Mexicano del Seguro Social. Av. Colector 15 s/n Esq. Av. Politécnico Nacional, Col. Magdalena de las Salinas, Alc. Gustavo A. Madero, C.P.07760, Ciudad de México. Tel. 55 57473500, ext. 25322. Correo electrónico: bibliotecaabraham0@gmail.com
Matrícula: 98151613

(g) Jefe de servicio de Pie y Tobillo, Hospital de Traumatología de la Unidad Médica de Alta Especialidad de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación "Dr. Victorio de la Fuente Narváez", Instituto Mexicano del Seguro Social. Av. Colector 15 s/n Esq. Av. Politécnico Nacional, Col. Magdalena de las Salinas, Alc. Gustavo A. Madero, C.P.07760, Ciudad de México. Tel. 5554157655. ext. 25590. Correo electrónico: luis.rossier@imss.gob.mx Matrícula: 99353457

III. RESUMEN

TÍTULO: Efecto de la exposición laboral a la radiación en la salud de cirujanos ortopedistas: Una revisión sistemática.

INTRODUCCIÓN: Los cirujanos ortopedistas están constantemente expuestos a radiación ionizante durante su práctica quirúrgica, la cual puede provocar a largo plazo efectos en la salud como cáncer, cataratas y enfermedades cardiovasculares. Por este motivo resulta primordial contar con una síntesis de la evidencia científica actualizada en el tema.

OBJETIVO: Analizar los efectos de la exposición laboral a la radiación en la salud de cirujanos ortopedistas.

MATERIAL Y MÉTODOS: Se realizó una búsqueda sistemática exhaustiva por medio de estrategias de búsqueda específicas en 5 motores de búsqueda de bases de datos (Pub med, Google scholar, Tesis UNAM, Cochrane y PROSPERO). Se eliminaron los duplicados y todos aquellos estudios que no cumplieron con los criterios de inclusión para obtener una selección final de literatura revisada. Por la heterogeneidad de las características de los estudios individuales recolectados en cuanto a diseño, efecto analizado y análisis estadístico se decidió no aplicar métodos estadísticos para obtener un resultado que los agrupe, es decir un metaanálisis. El tiempo en el que se desarrolló corresponde del 01 de marzo 2020 al 31 de diciembre del 2022. El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación en Salud con el número de registro R-2023-3401-040.

RESULTADOS: Se encontraron en la literatura un total de 15 artículos, de los cuales 9 son estudios de prevalencia, 5 reportes de caso y 1 solo casos y controles. 5 estudios de prevalencia reportan cáncer como efecto en la salud de ortopedistas con un mayor riesgo de entre 1.5 y 1.9 veces para cualquier tipo de cáncer y de entre 2 y 2.9 para cáncer de mama con valores estadísticamente significativos. Además, se encontró una mayor prevalencia de cambios inflamatorios crónicos y lesiones precancerosas en las manos de los ortopedistas.

CONCLUSIONES: Los resultados reportados sugieren que la exposición laboral a la radiación en los ortopedistas incrementa el riesgo de presentar cáncer en general y en especial cáncer de mama, además de procesos inflamatorios crónicos en las manos. El presente estudio refleja además la falta de investigaciones que asocie la exposición laboral a la radiación en la salud de los ortopedistas, demostrando así un área de oportunidad.

IV. MARCO TEÓRICO

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Conceptos básicos de radiación

La radiación es la emisión, propagación o transferencia de energía a través de cualquier medio de una forma que se puede describir como ondas o como un conjunto de partículas (1)

La radiación se puede clasificar en términos generales dependiendo de la cantidad de energía propagada en radiación no ionizante y radiación ionizante. La primera consiste en una forma de energía de baja intensidad la cual no provoca cambios ni en los átomos ni en las moléculas de la materia, no obstante, puede provocar la vibración de estas partículas y con esto generar calor y posibles daños. Ejemplos de esta radiación son la luz que percibimos, las ondas de radio, el infrarrojo, la energía eléctrica y las microondas. (2) Por otro lado, la radiación ionizante significa una transferencia de energía de mayor intensidad, la cual suele provocar principalmente la formación de iones, lo cual significa un cambio en la estructura molecular de la materia con daños asociados. Ejemplos de este tipo de radiación son los rayos X, los rayos ultravioleta y también los rayos gamma. (2) Pero también pertenecen a este tipo de radiación la generada por átomos inestables (radionucleidos), átomos con un desequilibrio entre sus partículas subatómicas incapaces de mantener unidos los protones y neutrones con la consiguiente liberación de algún conjunto o forma de partículas en forma de energía. (3)

Efectos biológicos de la radiación.

Los efectos nocivos para la salud de la radiación se clasifican en efectos determinísticos y efectos estocásticos. A su vez, estos últimos pueden tener manifestaciones somáticas, que son las presentadas directamente por el individuo, y manifestaciones hereditarias que se presentan en la descendencia del individuo irradiado. Los efectos determinísticos son dosis dependiente, la severidad del daño está en función de la dosis y se refieren a la reacción tisular que ocurre posterior a una cantidad alta de radiación, por ejemplo, en radioterapia o en accidentes nucleares. Las manifestaciones incluyen eritema cutáneo, descamación, atrofia dérmica, úlceras, pérdida de cabello e infertilidad. Los efectos estocásticos son aquellos para los cuales la probabilidad de tener consecuencias deletéreas no es en función de una dosis umbral, es consecuencia de la exposición acumulada a lo largo de la vida que se traduce principalmente en un riesgo de carcinogénesis (manifestación somática) pero también en el riesgo de mutaciones genéticas heredables (manifestación hereditaria) (4)

Los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes son la consecuencia de un número de fenómenos desencadenados por el pasaje de radiación a través de un medio biológico. Cada uno de estos eventos significa la ionización o excitación de átomos y moléculas con las consiguientes reacciones fisicoquímicas, en particular la radiolisis del agua, que conducen a diferentes posibles resultados.(5)

En términos generales el principal blanco de las radiaciones es la molécula del ADN, aunque no es la única estructura afectada, dado que también lo pueden ser otras estructuras como la membrana celular, las mitocondrias o cualquier otro organelo. El ADN puede ser dañado de manera directa o de manera indirecta a través de la formación de otras moléculas intermedias como radicales libres, al mismo tiempo la célula posee mecanismos específicos de reparación que intentaran compensar el daño provocado. De la integridad del ADN dependen las principales funciones celulares como el control de procesos metabólicos, replicación y preservación de la información genética.(4) (5)

En resumen, el daño biológico depende del tipo de partícula de radiación, su intensidad, la dosis, el tiempo de exposición y la capacidad biológica de respuesta con tres posibles resultados: 1. reparación del daño celular (célula viable) 2. Célula muerta (célula inviable) 3. Célula sobrevive con reparación parcial (célula mutada) (5) Es este último punto el implicado en la carcinogénesis y la heredabilidad.

Fuentes naturales de radiación

Todos los días estamos expuestos a diferentes formas de radiación proveniente de diferentes orígenes, principalmente de origen natural la cual se denomina radiación natural de fondo y se estima que en promedio es de 3mSv anuales con ligeras variaciones según la altura sobre el nivel del mar (a mayor altura mayor radiación) y la distancia al ecuador (a mayor distancia mayor radiación) (6)

El gas Radón. Se trata de un gas radioactivo invisible e inodoro, liberado desde las rocas, el suelo y el agua y puede estar presente en las viviendas comunes. Es la fuente natural más importante de radiación con cerca de 2mSv al año, aunque como toda fuente natural puede variar considerablemente. (6) Con el tiempo, respirar altos niveles de radón puede causar cáncer de pulmón, siendo la segunda causa principal de cáncer de pulmón en los Estados Unidos después del tabaquismo. (7)

Rayos cósmicos, La radiación cósmica se compone de partículas energéticas provenientes de las estrellas que inciden en la atmósfera de la Tierra e incluyen los rayos x y los rayos gamma, además de los rayos ultravioleta, pero estos con una

menor cantidad de energía En promedio los rayos cósmicos contribuyen en 0.3 mSv anuales a la radiación natural de fondo. (4)

Radiación terrestre. Se compone de materiales radioactivos encontrados en la naturaleza y estamos expuestos con la inhalación, ingestión o contacto con los mismos por su presencia ya sea en el aire, agua o en los alimentos. (8)

Otras fuentes de radiación. Los viajes en avión son una fuente de radiación ionizante, al encontrarse a una mayor altura la protección atmosférica de la radiación cósmica es menor. Sin embargo, es en una cantidad mínima cuantificada en 0.035mSv de costa a costa en los EUA.(9) En general los dispositivos portátiles utilizan radiofrecuencias, un tipo de radiación no ionizante. (10)

Radiación en ortopedia.

Los cirujanos ortopedistas están constantemente expuestos a la radiación ionizante durante su práctica quirúrgica. El uso de rayos x constituye una herramienta fundamental que contribuye en mayor o menor medida a obtener los mejores resultados quirúrgicos. Durante el uso de rayos x, estos viajan desde una fuente emisora a un receptor y pasan a través de los tejidos pudiendo presentar básicamente tres posibles resultados: 1. Que atraviesen el tejido, 2. Que se absorban por el tejido o 3 que se dispersen. (11) Los cirujanos ortopedistas raramente se encuentran en el trayecto de los haces de rayos X, por lo tanto, la principal fuente de radiación corresponde a la radiación dispersa.(12)

CANTIDAD DE RADIACIÓN EN CIRUGIA ORTOPEDICA.

Existen algunos estudios que cuantifican de manera directa con el uso de dosímetros la cantidad de radiación recibida en diferentes partes del cuerpo durante el uso de rayos X en el quirófano. La principal unidad de medida de la cantidad de radiación recibida por los tejidos y su riesgo potencial es el Sievert, y reporta la dosis efectiva o equivalente. Para referencia, el límite internacional establecido es de 20 mSv anuales de dosis efectiva para todo el cuerpo promediado a cinco años (13) , límite determinado por el Comité Internacional de Protección radiológica (ICRP). La dosis equivalente por región corporal es de 20 mSv para los ojos, y 500mMSv para piel y para las manos. (14)

En cuanto a la exposición ocular, Cheriachan et al, reportan que los procedimientos de fijación pélvica y enclavado intramedular de fémur tienen una mayor exposición por procedimiento para los ojos con 0.07 y 0.04 mSv respectivamente. La dosis

promedio medida a nivel de los ojos fue de 0.02 mSv, sin embargo, solo en 31 de 131 procedimientos se detectó radiación. (15)

Gausden E et al, realiza una comparación por área quirúrgica (traumática, columna, artroscópica, mano, pie y tobillo, oncología, artroplastia, pediatría) y determina una mayor exposición mensual por residente en el área traumática con un promedio mensual de 78.7 mRems (0.00078 mSv)(16)

La diferencia entre la radiación recibida entre cirujanos experimentados y principiantes es evaluada en una revisión sistemática por Malik A et al, reporta que la mayoría de los estudios muestran que los cirujanos poco experimentados tienen una mayor exposición en tiempo y en cantidad de radiación recibida. (17)

En 2017, una revisión sistemática realizada por Matityahu et al, reporta que la exposición y dosis equivalentes más altas se notificaron en cirugías de columna (hasta 4,8 mSv de dosis equivalente en la mano) y enclavado intramedular (hasta 0,142 mSV de dosis equivalente en la tiroides). La exposición a la radiación se redujo en un 96,9 % y un 94,2 % al usar un collarín de tiroides y un delantal de plomo. (18)

EFFECTOS NOCIVOS PARA LA SALUD

En una revisión sistemática realizada en 2018 que analiza la asociación entre la exposición a rayos x diagnósticos y la presencia de cáncer de tiroides realizada por Han M et al(19), encuentra un incremento en el riesgo de cáncer por este tipo de procedimientos. Según el tipo de exposición, la TC, rayos X dentales, rayos X de cabeza, cuello y tórax son los estudios más implicados.

Mucha de la información actual acerca de los riesgos de la radiación es obtenida por extrapolaciones del seguimiento a los sobrevivientes de las bombas de Hiroshima y Nagasaki. Se trata de un evento de exposición única a dosis estimadas según la localización de los individuos con respecto el hipocentro en el momento de la explosión lo cual resulta cuestionable aplicar para exposiciones mucho menores, pero por un tiempo prolongado, a pesar de esto es la cohorte más larga y grande que se tiene la fecha. Se trata de una cohorte de 120000 individuos que han tenido seguimiento desde 1950, incluyendo niños y exposición in útero. Reportan principalmente una mayor incidencia de leucemia y canceres sólidos. (20)

En 2015 se publicó un estudio para evaluar la prevalencia de cáncer en mujeres ortopedistas, urólogas y cirujanas plásticas. (21) Chou et al, reporto que el uso de

fluoroscopio es mucho mayor en ortopedistas y urólogas que en cirujanas plásticas, con una mayor prevalencia de cáncer de mama y otros tipos de cánceres en mujeres ortopedistas. En 2022 el mismo autor compara la prevalencia de cáncer de mama en 672 ortopedistas con la población general y encuentra una mayor prevalencia de este. (22) De modo similar Giuseppe M et al, compara la diferencia en la prevalencia de cáncer en 158 ortopedistas y 158 no ortopedistas encontrando un riesgo significativamente mayor en los cirujanos ortopedistas. (23)

El riesgo de padecer de cataratas por exposición laboral a la radiación parece ser otra de las posibilidades ante la exposición laboral a la radiación. Jacob S et al, en un estudio realizado en cardiólogos intervencionistas reporta un mayor riesgo de cataratas subcapsulares posteriores comparados con cardiólogos no intervencionistas. (24)

Otros efectos nocivos para la salud estudiados son las enfermedades circulatorias. Una revisión sistematizada de 2021 realizada por Tapio S et al, reportan una asociación causal sólida tanto para dosis agudas altas de radiación como para exposiciones bajas por tiempo prolongado con relación a enfermedades circulatorias, en especial para cardiopatía isquémica y para enfermedad cerebrovascular. (25)

a. Antecedentes

Se identificaron los elementos que integran la pregunta:

- (P)**aciente o Problema: Cirujanos Ortopedistas, Personal de salud
(I)ntervención, estrategia, tratamiento, factor de **(E)**xposición, factor pronóstico, o prueba diagnóstica: Exposición laboral a la radiación
(O)utcome, desenlace o evento: Efectos nocivos en la salud

Se realizó una búsqueda sistemática a partir de las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál será el efecto de la exposición laboral a la radiación en la salud de los cirujanos ortopedistas?
2. ¿Cuál será el efecto de la exposición laboral a la radiación en la salud del personal de salud ocupacionalmente expuesto?

La búsqueda se realizó en cinco bases de datos electrónicas, utilizando tres elementos de la pregunta: (P), (I/E) y (O). **Ver tabla 1 y 2.**

Tabla 1. Palabras clave y términos alternativos de la pregunta utilizados en la búsqueda.

	Palabras clave	Términos alternativos	Términos MeSH	Términos DeCS
P	Cirujanos Ortopédicos	-Orthopaedic surgeons -Orthopaedic Trainees -Orthopaedic Surgery Resident -Practicing orthopaedic surgeons	-Internship and Residency -Orthopedic Surgeons	-Residencia medica -Cirujanos Ortopedicos
P	Personal de salud	-Health Care Providers -Healthcare Workers -Health Care Professionals	- Health Personnel	-Personal de salud
I/E	Exposición laboral a la radiación	-Occupational hazards -Occupational Exposure -Radiation exposure -Radiation -Radiation practic -Ionising Radiation Medical Exposure -Radiation safety	-Occupational exposure / adverse effects -Radiation exposure /adverse effects / analysis -Dose response relationship, radiation. -Fluoroscopy /adverse effects -Radiation injuries -Radiography / adverse effects.	-Exposición Profesional -Exposición a la Radiación
O	Efectos nocivos para la salud	-Cancer risk -Radiation-induced cáncer -Radiation injuries -Radiation diseases	-Radition injuries/ etiology/ epidemiology// radiotherapy -Neoplasms, radiation-induced	-Traumatismos por radiación -Neoplasias inducidas por radiación.

		-Radiation sickness	-neoplasm/ etiology	epidemiology/	-Enfermedad por radiación -Lesiones por radiación -Enfermedades de origen radioactivo -Enfermedades por radiaciones -Cancer inducido por radiación
--	--	---------------------	------------------------	---------------	--

Tabla 2. Estrategia de búsqueda.

Base de datos	Selecciona los filtros activados en la búsqueda	Algoritmo o enunciado de búsqueda (incluye operadores booleanos, de proximidad y de texto)	
PubMed	Text Availability <input type="checkbox"/> Abstract <input type="checkbox"/> Free full text <input type="checkbox"/> Full text Article Attribute <input type="checkbox"/> Associated data Article Type <input type="checkbox"/> Book and Documents <input type="checkbox"/> Clinical Trial <input checked="" type="checkbox"/> Meta-Analysis <input type="checkbox"/> RCT <input type="checkbox"/> Review <input checked="" type="checkbox"/> Systematic Review Publication Date <input type="checkbox"/> 1 year <input type="checkbox"/> 5 years <input type="checkbox"/> 10 years <input type="checkbox"/> Custom Range Article Type <input type="checkbox"/> Address <input type="checkbox"/> Autobiography <input type="checkbox"/> Bibliography <input type="checkbox"/> Case Reports <input type="checkbox"/> Classical Article <input type="checkbox"/> Clinical Conference <input type="checkbox"/> Clinical Study <input type="checkbox"/> Clinical Trial Protocol <input type="checkbox"/> Clinical Trial, Phase I <input type="checkbox"/> Clinical Trial, Phase II <input type="checkbox"/> Clinical Trial, Phase III <input type="checkbox"/> Clinical Trial, Phase IV <input type="checkbox"/> Clinical Trial, Veterinary <input type="checkbox"/> Comment	<input type="checkbox"/> Letter <input type="checkbox"/> Multicenter Study <input type="checkbox"/> News <input type="checkbox"/> Newspaper Article <input type="checkbox"/> Observational Study <input type="checkbox"/> Observational Study, Veterinary <input type="checkbox"/> Overall <input type="checkbox"/> Patient Education Handout <input type="checkbox"/> Periodical Index <input type="checkbox"/> Personal Narrative <input type="checkbox"/> Portrait <input type="checkbox"/> Practice Guideline <input type="checkbox"/> Pragmatic Clinical Trial <input type="checkbox"/> Preprint <input type="checkbox"/> Published Erratum <input type="checkbox"/> Research Support, American Recovery and Reinvestment Act <input type="checkbox"/> Research Support, N.I.H., Extramural <input type="checkbox"/> Research Support, N.I.H., Intramural <input type="checkbox"/> Research Support, Non-U.S. Gov't <input type="checkbox"/> Research Support, U.S. Gov't, Non-P.H.S. <input type="checkbox"/> Research Support, U.S. Gov't, P.H.S. <input type="checkbox"/> Research Support, U.S. Gov't <input type="checkbox"/> Retracted Publication <input type="checkbox"/> Retraction of Publication <input type="checkbox"/> Scientific Integrity Review <input type="checkbox"/> Technical Report <input type="checkbox"/> Twin Study	<p>Se proponen los siguientes algoritmos de búsqueda para las dos preguntas de investigación.</p> <p>Pregunta No 1: Búsqueda por términos MESH, algoritmo a): ("Orthopedic Surgeons"[Mesh]) AND "Radiation Exposure"[Mesh] Búsqueda avanzada, algoritmo b): ("orthopedic surgeon" OR "traumatologist") AND ("radiation injuries" OR "radiation effects")</p> <p>Pregunta No 2: ("Radiation Exposure/adverse effects"[Majr] OR "Radiation Exposure/analysis"[Majr])</p>

Base de datos	Selecciona los filtros activados en la búsqueda	Algoritmo o enunciado de búsqueda (incluye operadores booleanos, de proximidad y de texto)
PubMed	<input type="checkbox"/> Comparative Study <input type="checkbox"/> Congress <input type="checkbox"/> Consensus Development Conference <input type="checkbox"/> Consensus Development Conference, NIH <input type="checkbox"/> Controlled Clinical Trial <input type="checkbox"/> Corrected and Republished Article <input type="checkbox"/> Dataset <input type="checkbox"/> Dictionary <input type="checkbox"/> Directory <input type="checkbox"/> Duplicate Publication <input type="checkbox"/> Editorial <input type="checkbox"/> Electronic Supplementary Materials <input type="checkbox"/> English Abstract <input type="checkbox"/> Evaluation Study <input type="checkbox"/> Festschrift <input type="checkbox"/> Government Publication <input type="checkbox"/> Guideline <input type="checkbox"/> Historical Article <input type="checkbox"/> Interactive Tutorial <input type="checkbox"/> Interview <input type="checkbox"/> Introductory Journal Article <input type="checkbox"/> Lecture <input type="checkbox"/> Legal Case <input type="checkbox"/> Legislation <input type="checkbox"/> Validation Study <input type="checkbox"/> Video-Audio Media <input type="checkbox"/> Webcast Species <input type="checkbox"/> Humans <input type="checkbox"/> Other Animals Language <input type="checkbox"/> English <input type="checkbox"/> Spanish <input type="checkbox"/> Others Sex <input type="checkbox"/> Female <input type="checkbox"/> Male Journal <input type="checkbox"/> Medline Age <input type="checkbox"/> Child: birth-18 years <input type="checkbox"/> Newborn: birth-1 month <input type="checkbox"/> Infant: birth-23 months <input type="checkbox"/> Infant: 1-23 months <input type="checkbox"/> Preschool Child: 2-5 years <input type="checkbox"/> Child: 6-12 years <input type="checkbox"/> Adolescent: 13-18 years <input type="checkbox"/> Adult: 19+ years <input type="checkbox"/> Young Adult: 19-24 years <input type="checkbox"/> Adult: 19-44 years <input type="checkbox"/> Middle Aged + Aged: 45+ years <input type="checkbox"/> Middle Aged: 45-64 years <input type="checkbox"/> Aged: 65+ years <input type="checkbox"/> 80 and over: 80+ years	
Google scholar	Idioma <input checked="" type="checkbox"/> Cualquier idioma <input type="checkbox"/> Buscar solo páginas en español Buscar artículos <input checked="" type="checkbox"/> Con todas las palabras <input type="checkbox"/> Sin las palabras Donde las palabras aparezcan <input type="checkbox"/> En todo el artículo <input checked="" type="checkbox"/> En el título del artículo Mostrar artículos fechados entre -	Pregunta No 1: Algoritmo a): allintitle: Orthopedic Radiation Algoritmo b): ("orthopedic surgeon" OR "traumatologist") AND ("radiation injuries" OR "radiation effects")

	<input type="checkbox"/> Con la frase exacta <input type="checkbox"/> Con al menos una de las palabras	<input checked="" type="checkbox"/> Artículos de revisión	Pregunta No 2: allintitle: Radiation exposure OR radiation injuries OR Occupational exposure
TESISUNAM	Base de datos <input checked="" type="checkbox"/> Toda la base de datos <input type="checkbox"/> Solo tesis impresas <input type="checkbox"/> Solo tesis digitales Campo de búsqueda <input checked="" type="checkbox"/> Todos los campos <input type="checkbox"/> Título <input type="checkbox"/> Sustentante <input type="checkbox"/> Asesor <input type="checkbox"/> Tema	<input type="checkbox"/> Universidad <input type="checkbox"/> Escuela/Facultad <input type="checkbox"/> Grado <input type="checkbox"/> Carrera <input type="checkbox"/> Año <input type="checkbox"/> Clasificación Adyacencia <input checked="" type="checkbox"/> Buscar las palabras separadas <input type="checkbox"/> Buscar las palabras juntas Periodo del al	Pregunta No1: Exposición a la radiación. Pregunta No 2: Exposición a la radiación.
Cochrane	<input type="checkbox"/> Year <input type="checkbox"/> Date <input type="checkbox"/> Source <input type="checkbox"/> Language		Pregunta No 1: MeSH descriptor: [Orthopedic Surgeons] explode all trees AND [Radiation] explode all trees. Pregunta No2. MeSH descriptor: [Radiation exposure] explode all trees AND [Radiation injuries] explode all trees
PROSPERO	<input type="checkbox"/> Health área of review <input type="checkbox"/> Type and method of the review <input type="checkbox"/> Source of the review <input type="checkbox"/> Status of the review <input type="checkbox"/> Restrict search to specific fields <input type="checkbox"/> Date added to PROSPERO		Pregunta No 1: MeSH DESCRIPTOR Orthopedic Surgeons EXPLODE ALL TREES Pregunta No 2: MeSH DESCRIPTOR radiation exposure EXPLODE ALL TREES

Se eliminaron las citas duplicadas en las distintas bases de datos. Se revisaron los títulos y resúmenes de las citas recuperadas y se excluyeron aquellas no relacionadas con la pregunta. Posteriormente se evaluaron los artículos de texto completo y se eligieron aquellos que cumplieron con los siguientes criterios de selección. **Ver tabla 3.**

Tabla 3. Criterios de selección de los artículos de texto completo.
Pregunta No 1 de investigación.

Criterios de inclusión
1. Revisiones sistemáticas y/o metaanálisis que incluyan la asociación entre la exposición laboral a la radiación y efectos nocivos para la salud en cirujanos ortopedistas
2. Rayos X como exposición laboral a radiación.

Criterios de exclusión
1. Cualquier estudio que no sea revisión sistemática o metaanálisis
2. Exposición a otras fuentes de radiación que no sean rayos X

Pregunta No 2 de investigación

Criterios de inclusión
1. Revisiones sistemáticas y/o metaanálisis que incluyan la asociación entre la exposición laboral a la radiación y efectos nocivos para la salud en personal de salud
2. Rayos X como exposición laboral a radiación.

Criterios de exclusión
1. Cualquier estudio que no sea revisión sistemática o metaanálisis
2. Exposición a rayos x de tipo diagnostica o terapéutica

A continuación, se muestra un resumen del proceso de selección. **Ver figura 1 y 2.**

Pregunta No 1 de investigación

Identificación	Número total de citas identificadas: 60
	Número de citas identificadas por cada base de datos: Pub Med: 1 Tesis UNAM: 7 Google scholar: 26 COCHRANE: 21 PROSPERO: 5
Tamizaje	Número total de citas duplicadas: 0
	Número total de citas excluidas basadas en el título y resumen: 59
	Número total de artículos de texto completo recuperados: 1
Elegibilidad	Número de artículos de texto completo removidos por cada criterio de exclusión: 1
Inclusión	Número total de artículos incluidos en la revisión: 0

Figura 1. Proceso de selección. Adaptado de: Muka T, Glisic M, Milic J, Verhoog S, Bohlius J, Bramer W, et al. A 24-step guide on how to design, conduct, and successfully publish a systematic review and meta-analysis in medical research. *European Journal of Epidemiology*. 2020 Jan 1; 35(1):49–60.

Pregunta No 2 de investigación.

Identificación	Número total de citas identificadas: 217
	Número de citas identificadas por cada base de datos: Pub Med: 22 Tesis UNAM: 7 Google scholar: 76 COCHRANE: 25 PROSPERO: 87
Tamizaje	Número total de citas duplicadas: 2
	Número total de citas excluidas basadas en el título y resumen: 198
	Número total de artículos de texto completo recuperados: 17
Elegibilidad	Número de artículos de texto completo removidos por cada criterio de exclusión: 11
Inclusión	Número total de artículos incluidos en la revisión: 6

Figura 2. Proceso de selección. Adaptado de: Muka T, Glisic M, Milic J, Verhoog S, Bohlius J, Bramer W, et al. A 24-step guide on how to design, conduct, and successfully publish a systematic review and meta-analysis in medical research. *European Journal of Epidemiology*. 2020 Jan 1;35(1):49–60.

A continuación, se resumen los artículos de texto completo que cumplieron con los criterios de selección. **Ver tabla 4.**

Tabla 4. Tabla de recolección de datos de los artículos seleccionados.

Primer Autor y Año de publicación	País	Diseño del estudio	Tamaño de muestra	Intervención o exposición	Desenlace o evento	Magnitud del desenlace*	IC o valor de p
Lopes J. 2022. (26)	Francia	Revisión sistemática	18 artículos (3 en trabajadores de la salud)	Radiación ionizante en personal expuesto **	*Tumores del SNC	1*Sin asociación estadísticamente significativa para tumores del SNC. ERR per 100 mGy: -0.29. 2*Sin asociación estadísticamente significativa para mortalidad por tumores malignos en SNC. ERR per 100 mGy: 0.1	1*95% -3.14 - 2.55 2*95% -0.30 - 1.50
Ko S. 2018 (27)	Corea del sur	Revisión sistemática	34 artículos	Radiación ionizante en trabajadores de la salud	1*Cáncer 2*Cataratas 3*Enfermedades cardiovasculares	1*No hay un incremento significativo en la mortalidad por cáncer. Reporta como hallazgo significativo un RR de 1.16 para ca de mama y de 1.30 para melanoma. Sin hallazgos significativos para otros tipos de cáncer 2*Prevalencia de: opacidades posteriores del 38% con RR de 3.2; opacidades posteriores del 52% con RR de 5.7; opacidades posteriores del 53% con RR de 2.6; OR de 3.85 para opacidades posteriores; OR de 6.3 para cataratas en general. 3*No hay un incremento significativo en la mortalidad. Hay mayor incidencia de un accidente cerebrovascular. RR 1.34	1*95% 1.02-1.32 para ca de mama 1.05-1.61 para melanoma 2*95% 1.7-6.1; 1.5-22; 1.2-5.4; 1.3-11.4; 1.5-27.6. 3*95 % 1.10-1.64
Elmaraesy A. 2017 (28)	Egipto	Revisión sistemática y metaanálisis	8 artículos	Radiación ionizante en cardiólogos intervencionistas	Cataratas	1*Riesgo de opacidades posteriores. RR 3.21 2*Riesgo de opacidades corticales y nucleares RR 0.69 y 0.85 respectivamente. *Prevalencia del 33.4% para opacidades posteriores y del 36 % para cualquier opacidad.	1*95% 2.14-4.83 2*95% 0.46-1.06 y 0.71-1.02 respectivamente.

Hammer G. 2013 (29)	Alemania	Revisión sistemática	24 artículos (5 en trabajadores de la salud)	Radiación ionizante en personal expuesto **	Cataratas	Resultados contradictorios. 1*ERR 1.98 per-Sv 2*RR 3.3 3*RR 5.7 4*OR 1.04 per 10 mSv 5*Prevalencia de 7.3% en personal expuesto contra el 1.5% personal no expuesto.	95% 1*0.69-4.65per-Sv 2*1.7-6.1 3*1.5-22 4*0.80-1.28
Yousif L. 2010 (30)	Alemania	Revisión sistemática	37 artículos (2 en trabajadores de la salud)	Radiación ionizante en personal expuesto**	Cáncer testicular	No incremento en la mortalidad. 1*SMR 0.55 2*SMR 1.58	95% 1* 0.2-1.3 2*0.86-2.68
Little M. 2020 (31)	EUA	Revisión sistemática		Radiación ionizante	Enfermedades cardiovasculares.	En proceso de publicación	

IC: intervalo de confianza; *: medidas de resumen o medidas de efecto.

**El personal expuesto puede incluir a trabajadores de la salud, trabajadores de limpieza del área afectada por el accidente de Chernóbil, exposiciones agudas por accidentes o ataques nucleares, militares en contacto con material radioactivo, personal de vuelo y astronautas, trabajadores en minas o plantas nucleares y poblaciones expuestas, sin embargo, los resultados reportados en el apartado correspondiente corresponde solo a los realizados en trabajadores de la salud.

V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los cirujanos ortopedistas están constantemente expuestos a la radiación ionizante durante su práctica quirúrgica. Los rayos x forman parte de un complejo proceso quirúrgico y permiten al cirujano ortopedista visualizar los fragmentos óseos para poder manipularlos indirectamente y conseguir una adecuada reducción, además de visualizar la correcta colocación de los implantes y así estabilizar de manera óptima los fragmentos óseos. Sin embargo, esta práctica constituye un riesgo potencial para la salud, sobre todo a largo plazo.

En cuestión de los efectos que provoca la radiación ionizante sobre la salud, podemos dividirlos en efectos estocásticos y determinísticos. Los efectos determinísticos son dosis dependiente y son debidos a altas dosis agudas. Los efectos estocásticos por otra parte no son dosis dependiente y pueden traducirse en cáncer y los asociados a la herencia genética, son efectos a largo plazo y son el tipo de efecto al cual están expuestos los ortopedistas.

La mayor parte de la evidencia científica proviene de extrapolaciones de los sobrevivientes de las bombas nucleares de Hiroshima y Nakasaki en Japón, eventos de exposición única a grandes dosis de radiación. Siendo cuestionable su aplicabilidad a exposiciones mucho menores, pero por un tiempo prolongado. A pesar de esto es la cohorte más larga y grande que se tiene la fecha.

Existen algunos estudios que cuantifican de manera directa con el uso de dosímetros la cantidad de radiación recibida en diferentes partes del cuerpo durante el uso de rayos X en el quirófano. Para referencia, el límite internacional establecido es de 20 mSv anuales de dosis efectiva para todo el cuerpo promediado a cinco años. Se ha logrado identificar a las cirugías de columna, cirugías traumáticas (principalmente el enclavado centromedular de fémur) como los procedimientos donde hay mayor exposición a radiación. Y aunque no se sobrepasan los límites anuales establecidos no se pueden subestimar los riesgos a largo plazo.

En varios estudios se ha encontrado asociación entre la exposición laboral a la radiación y la presencia de cáncer de mama, cáncer de tiroides y otros tipos de canceres, además se ha encontrado una relación con enfermedades cardiovasculares. El riesgo de padecer de cataratas parece ser otra de las posibilidades ante la exposición laboral a la radiación.

VI. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál será el efecto de la exposición laboral a la radiación en la salud de los cirujanos ortopedistas?

VII. JUSTIFICACIÓN

La exposición laboral a la radiación es casi inherente a la práctica quirúrgica ortopédica y por lo tanto también lo es un incremento en el riesgo de padecer diferentes padecimientos a largo plazo, principalmente cáncer de tiroides, cáncer de mama, desarrollo de cataratas y algunos padecimientos cardiovasculares.

A pesar de las dificultades para demostrar una asociación entre radiación y efectos nocivos para la salud a largo plazo y de la relativamente poca evidencia en materia de Ortopedia, se han demostrado (sobre todo en otros especialistas y profesionistas) una mayor prevalencia de diferentes padecimientos en comparación a otros profesionistas no expuestos.

Por este motivo resulta primordial contar con una síntesis de la evidencia científica actualizada en el tema, un documento donde consultar los aspectos más importantes sobre una situación en la que el especialista en ortopedia está expuesto, muchas veces sin tener conciencia plena de la magnitud del escenario.

Un resumen actualizado en cuestión pondrá al día al cirujano ortopedista sobre los conceptos básicos en el tema, la cantidad de radiación a la que se expone en su práctica diaria y más importante será el conocer los posibles efectos nocivos para la salud a largo plazo a los cuales se arriesga. Asimismo, las medidas para evitar esta exposición constituyen la principal herramienta preventiva y por lo tanto son la vía más conveniente para reducir el riesgo de estos efectos nocivos. Que el ortopedista adopte estas actitudes dentro del quirófano son su mejor mecanismo de prevención.

VIII. OBJETIVOS

a. Objetivo General

Analizar el efecto de la exposición laboral a la radiación en la salud de los cirujanos ortopedistas.

b. Objetivos Específicos:

- 1) Identificar la intensidad de radiación ionizante a la que se expone el ortopedista durante su práctica quirúrgica
- 2) Identificar las medidas que puede aplicar el ortopedista para disminuir la cantidad de radiación ionizante a la que se expone en su práctica quirúrgica.

IX. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

"La exposición laboral a la radiación está asociada a efectos en la salud de los cirujanos ortopedistas."

X. MATERIAL Y METODOS

a) Diseño de estudio.

Tabla 5. Clasificación del tipo de investigación y diseño del estudio.

TIPO DE INVESTIGACIÓN		TIPOS DE DISEÑO				
Community	Investigación Secundaria			Guías	<input type="checkbox"/>	
				metaanálisis	<input type="checkbox"/>	
				Revisiones Sistematizadas	<input checked="" type="checkbox"/>	
		Por el tipo de intervención	Por el tipo de análisis	Por el número de veces y el momento en que se mide la variable de interés		
Bedside (junto a la cabecera del paciente)	Investigación Primaria	Experimental (modelos humanos)	Analítico		Fase IV	<input type="checkbox"/>
				Ensayo Clínico Controlado Aleatorizado -Con grupos cruzados -Con grupos paralelos (enmascaramiento: simple, doble o triple ciego)	Fase III	<input type="checkbox"/>
					Fase II	<input type="checkbox"/>
					Fase II	<input type="checkbox"/>
				Ensayo Clínico Controlado No Aleatorizado o Cuasiexperimental	Fase II	<input type="checkbox"/>
		Ensayo Clínico No Controlado	Fase I	<input type="checkbox"/>		
		Observacional	Analítico (analizan hipótesis)	Cohorte	<input type="checkbox"/>	
				Casos y Controles	<input type="checkbox"/>	
				Transversal	<input type="checkbox"/>	
				Estudios de Validez de Pruebas Diagnósticas	<input type="checkbox"/>	
Estudios Ecológicos (exploratorios, de grupos múltiples, de series de tiempo, o mixtos)	<input type="checkbox"/>					
	Descriptivo	Encuesta Transversal o de Prevalencia	<input type="checkbox"/>			
		Series de Casos	<input type="checkbox"/>			
		Reporte de Caso	<input type="checkbox"/>			
			<input type="checkbox"/>			
Benchside (junto al banco)	Investigación Preclínica	In vivo (modelos animales)	Farmacocinética	<input type="checkbox"/>		
		In vitro (órganos, tejidos, células, biomoléculas)	Farmacodinamia	<input type="checkbox"/>		
			Toxicología	<input type="checkbox"/>		
	In silico (simulación computacional)	Biología molecular	<input type="checkbox"/>			
Investigación Biomédica Básica	(diseño y desarrollo de biomoléculas, fármacos, biomateriales, dispositivos médicos)	Ingeniería genética	<input type="checkbox"/>			
		Biocompatibilidad, etc.	<input type="checkbox"/>			

Adaptado de:

Cohrs RJ, Martin T, Ghahramani P, Bidaut L, Higgins PJ, Shahzad A. Translational Medicine definition by the European Society for Translational Medicine. *New Horizons in Translational Medicine*. 2014; 2: 86-8.

Borja-Aburto V. Estudios ecológicos. *Salud Pública de México*. 2000;42(6): 533-8.

Murad MH, Asi N, Alsawas M, Alahadab F. New evidence pyramid. *Evidence Based Medicine*. 2016;21(4):125-7.

b) Sitio

División de Investigación y Educación en Salud de la Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE) de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación "Dr. Victorio de la Fuente Narváez" en la Ciudad de México.

c) Periodo

Del 01 de marzo de 2020 al 31 de diciembre del 2022.

d) Recursos Materiales

Se utilizó equipo de cómputo personal e institucional, acceso a internet, acceso a motores de búsqueda en bases de datos (Pub med, Google scholar, Tesis UNAM, Cochrane y PROSPERO), impresora, además de recursos de papelería como hojas blancas y bolígrafos

e) Métodos.

i. Instrumentos de Recolección de Datos.

Palabras clave y términos alternativos de la pregunta utilizados en la búsqueda.

	Palabras clave	Términos alternativos	Términos MeSH	Términos DeCS
P				
I				
E				
O				

Criterios de selección de los artículos de texto completo.

Criterios de inclusión

- 1.
- 2.

Criterios de exclusión

- 1.
- 2.

Esquema de proceso de selección

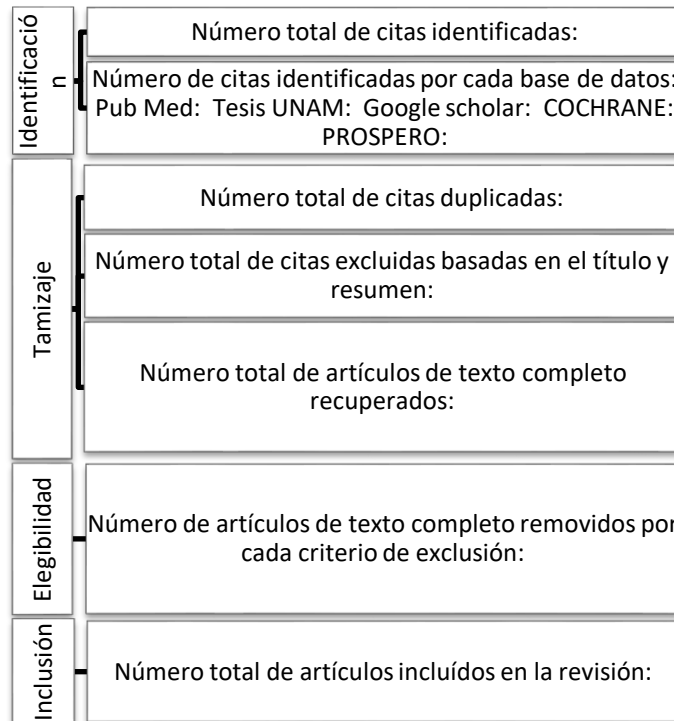


Tabla de recolección de datos de los artículos seleccionados

Primer Autor y Año de publicación	País	Diseño del estudio	Tamaño de muestra	Intervención o exposición	Desenlace o evento	Magnitud del desenlace*	IC o valor de p

Tabla de estrategia de búsqueda

Base de datos	Selecciona los filtros activados en la búsqueda	Algoritmo de búsqueda
PubMed	Text Availability	<input type="checkbox"/> Letter
	<input type="checkbox"/> Abstract	<input type="checkbox"/> Multicenter Study
	<input type="checkbox"/> Free full text	<input type="checkbox"/> News
	<input type="checkbox"/> Full text	<input type="checkbox"/> Newspaper Article
	Article Attribute	<input type="checkbox"/> Observational Study
	<input type="checkbox"/> Associated data	<input type="checkbox"/> Observational Study,
	Article Type	Veterinary
	<input type="checkbox"/> Book and Documents	<input type="checkbox"/> Overall
	<input type="checkbox"/> Clinical Trial	<input type="checkbox"/> Patient Education Handout

<input type="checkbox"/> Meta-Analysis <input type="checkbox"/> RCT <input type="checkbox"/> Review <input type="checkbox"/> Systematic Review Publication Date <input type="checkbox"/> 1 year <input type="checkbox"/> 5 years <input type="checkbox"/> 10 years <input type="checkbox"/> Custom Range Article Type <input type="checkbox"/> Address <input type="checkbox"/> Autobiography <input type="checkbox"/> Bibliography <input type="checkbox"/> Case Reports <input type="checkbox"/> Classical Article <input type="checkbox"/> Clinical Conference <input type="checkbox"/> Clinical Study <input type="checkbox"/> Clinical Trial Protocol <input type="checkbox"/> Clinical Trial, Phase I <input type="checkbox"/> Clinical Trial, Phase II <input type="checkbox"/> Clinical Trial, Phase III <input type="checkbox"/> Clinical Trial, Phase IV <input type="checkbox"/> Clinical Trial, Veterinary <input type="checkbox"/> Comment	<input type="checkbox"/> Periodical Index <input type="checkbox"/> Personal Narrative <input type="checkbox"/> Portrait <input type="checkbox"/> Practice Guideline <input type="checkbox"/> Pragmatic Clinical Trial <input type="checkbox"/> Preprint <input type="checkbox"/> Published Erratum <input type="checkbox"/> Research Support, American Recovery and Reinvestment Act <input type="checkbox"/> Research Support, N.I.H., Extramural <input type="checkbox"/> Research Support, N.I.H., Intramural <input type="checkbox"/> Research Support, Non-U.S. Gov't <input type="checkbox"/> Research Support, U.S. Gov't, Non-P.H.S. <input type="checkbox"/> Research Support, U.S. Gov't, P.H.S. <input type="checkbox"/> Research Support, U.S. Gov't <input type="checkbox"/> Retracted Publication <input type="checkbox"/> Retraction of Publication <input type="checkbox"/> Scientific Integrity Review <input type="checkbox"/> Technical Report <input type="checkbox"/> Twin Study
--	---

<input type="checkbox"/> Comparative Study <input type="checkbox"/> Congress <input type="checkbox"/> Consensus Development Conference <input type="checkbox"/> Consensus Development Conference, NIH <input type="checkbox"/> Controlled Clinical Trial <input type="checkbox"/> Corrected and Republished Article <input type="checkbox"/> Dataset <input type="checkbox"/> Dictionary <input type="checkbox"/> Directory <input type="checkbox"/> Duplicate Publication <input type="checkbox"/> Editorial <input type="checkbox"/> Electronic Supplementary Materials <input type="checkbox"/> English Abstract <input type="checkbox"/> Evaluation Study <input type="checkbox"/> Festschrift <input type="checkbox"/> Government Publication <input type="checkbox"/> Guideline <input type="checkbox"/> Historical Article <input type="checkbox"/> Interactive Tutorial <input type="checkbox"/> Interview <input type="checkbox"/> Introductory Journal Article <input type="checkbox"/> Lecture	<input type="checkbox"/> Validation Study <input type="checkbox"/> Video-Audio Media <input type="checkbox"/> Webcast Species <input type="checkbox"/> Humans <input type="checkbox"/> Other Animals Language <input type="checkbox"/> English <input type="checkbox"/> Spanish <input type="checkbox"/> Others Sex <input type="checkbox"/> Female <input type="checkbox"/> Male Journal <input type="checkbox"/> Medline Age <input type="checkbox"/> Child: birth-18 years <input type="checkbox"/> Newborn: birth-1 month <input type="checkbox"/> Infant: birth-23 months <input type="checkbox"/> Infant: 1-23 months <input type="checkbox"/> Preschool Child: 2-5 years <input type="checkbox"/> Child: 6-12 years <input type="checkbox"/> Adolescent: 13-18 years <input type="checkbox"/> Adult: 19+ years <input type="checkbox"/> Young Adult: 19-24 years <input type="checkbox"/> Adult: 19-44 years <input type="checkbox"/> Middle Aged + Aged: 45+ years
--	--

PubMed

<input type="checkbox"/> Legal Case	<input type="checkbox"/> Middle Aged: 45-64 years
<input type="checkbox"/> Legislation	<input type="checkbox"/> Aged: 65+ years
	<input type="checkbox"/> 80 and over: 80+ years

Base de datos	Selecciona los filtros activados en la búsqueda	Algoritmo de búsqueda
Google scholar	Idioma <input type="checkbox"/> Cualquier idioma <input type="checkbox"/> Buscar solo páginas en español Buscar artículos <input type="checkbox"/> Con todas las palabras <input type="checkbox"/> Con la frase exacta <input type="checkbox"/> Con al menos una de las palabras	<input type="checkbox"/> Sin las palabras Donde las palabras aparezcan <input type="checkbox"/> En todo el artículo <input type="checkbox"/> En el título del artículo Mostrar artículos fechados entre - <input type="checkbox"/> Artículos de revisión
TESISUNAM	Base de datos <input type="checkbox"/> Toda la base de datos <input type="checkbox"/> Solo tesis impresas <input type="checkbox"/> Solo tesis digitales Campo de búsqueda <input type="checkbox"/> Todos los campos <input type="checkbox"/> Título <input type="checkbox"/> Sustentante <input type="checkbox"/> Asesor <input type="checkbox"/> Tema	<input type="checkbox"/> Universidad <input type="checkbox"/> Escuela/Facultad <input type="checkbox"/> Grado <input type="checkbox"/> Carrera <input type="checkbox"/> Año <input type="checkbox"/> Clasificación Adyacencia <input type="checkbox"/> Buscar las palabras separadas <input type="checkbox"/> Buscar las palabras juntas Periodo del al
Cochrane	<input type="checkbox"/> Year <input type="checkbox"/> Date <input type="checkbox"/> Source <input type="checkbox"/> Language	
PROSPERO	<input type="checkbox"/> Health área of review <input type="checkbox"/> Type and method of the review <input type="checkbox"/> Source of the review <input type="checkbox"/> Status of the review <input type="checkbox"/> Restrict search to specific fields <input type="checkbox"/> Date added to PROSPERO	

XI. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Por la heterogeneidad de las características de los estudios individuales recolectados en cuanto a diseño, efecto analizado y características de la población se decidió no aplicar métodos estadísticos para obtener un resultado que los agrupe, es decir un metaanálisis.

La estratificación es una herramienta para explorar fuentes de heterogeneidad. Es importante que los estudios para poder realizar un metaanálisis sean comparables en términos de definiciones, codificación, métodos, comparaciones y categorías de exposición entre estudios. La heterogeneidad incluye diferencias en múltiples niveles como el diseño de estudio (intervencionista u observacional) y las características de la población (edad, genero, presencia o no de enfermedad y ubicación geográfica). Cada una de estas características se sintetizo en diferentes categorías para poder determinar la heterogeneidad.

Uno de los métodos más utilizados para evaluar la heterogeneidad estadística es la -prueba de Chi cuadrada de Cochran, que examina la hipótesis nula de que todos los estudios están evaluando el mismo efecto. Otra prueba para determinar la heterogeneidad comúnmente usada es la prueba de Higgins's I (2) que representa el porcentaje de variación entre las estimaciones de la muestra que se debe a la heterogeneidad y no al error de muestreo (nos dice qué proporción de la variación total entre los estudios está más allá del azar) Con valores que van del 0-25% para baja heterogeneidad, 25-50% moderada y mayor de 75 con alta heterogeneidad.

Se evaluaron los sesgos de publicación, los cuales ocurren cuando la literatura publicada es sistemáticamente no representativa de todos los estudios completados. El sesgo de publicación se origina en una decisión de publicar que está influenciado por el resultado de un estudio experimental o de investigación. Más comúnmente, los resultados negativos o los que se juzgan no significativos tienen menos probabilidades de ser aceptados para la publicación. La presencia de sesgo de publicación requiere un informe y una discusión exhaustiva, pero no tiene por qué impedir la publicación del estudio.

XII. CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo con base al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, que se encuentra vigente actualmente en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos: Título segundo, De los Aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos, Capítulo 1 Disposiciones Comunes, en los artículos 13 al 27 y el Título sexto, De la Ejecución de la Investigación en las Instituciones de atención a la salud, Capítulo Único, en los artículos 113 al 120.

Así como también acorde a los códigos internacionales de ética: Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Adoptada por la 18ª Asamblea Médica Mundial, Helsinki, Finlandia, junio 1964 y enmendada por la 29ª Asamblea Médica Mundial, Tokio, Japón, octubre de 1975; 35ª Asamblea Médica Mundial, Venecia, Italia, octubre 1983; 41ª Asamblea Médica Mundial, Hong Kong, septiembre 1989; 48ª Asamblea General Somerset West, Sudáfrica, octubre 1996; 52ª Asamblea General, Edimburgo, Escocia, octubre 2000; Nota de Clarificación, agregada por la Asamblea General de la AMM, Washington 2002; Nota de Clarificación, agregada por la Asamblea General de la AMM, Tokio 2004; 59ª Asamblea General, Seúl, Corea, octubre 2008; 64ª Asamblea General, Fortaleza, Brasil, octubre 2013.

El presente trabajo se presentó ante el Comité de Investigación en Salud (CIS 3401) y ante el Comité de Ética en Investigación en Salud (CEI 3401-8) de la UMAE de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación "Dr. Victorio de la Fuente Narváez" en la Ciudad de México, mediante el Sistema de Registro Electrónico de la Coordinación de Investigación en Salud (SIRELCIS) para su evaluación y dictamen.

El presente estudio cumple con los principios recomendados por la Declaración de Helsinki, las Buenas Prácticas Clínicas y la normatividad institucional en materia de investigación (Norma 2000-001-009 del IMSS); así también se cubren los principios de: Beneficencia (los actos médicos deben tener la intención de producir un beneficio para la persona en quien se realiza el acto), No maleficencia (no infringir daño intencionalmente), Justicia (equidad – no discriminación) y Autonomía (respeto a la capacidad de decisión de las personas y a su voluntad en aquellas cuestiones que se refieren a ellas mismas). Acorde a las pautas del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación en Salud publicada en el Diario Oficial de la Federación sustentada en el artículo 17, numeral I, se considera una investigación sin riesgo ya que se emplearon métodos de investigación documental retrospectivos y no se realizó ninguna intervención o modificación en las variables

fisiológicas, psicológicas y sociales de ningún individuo puesto que solo se harán revisiones bibliográficas de literatura científica internacional.

Por lo anterior, no requiere de Carta de Consentimiento Informado. La información obtenida será con fines de la investigación.

XIII. FACTIBILIDAD

En la UMAE de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación "Dr. Victorio de la Fuente Narváez" del IMSS se cuenta con los recursos necesarios para realizar el presente anteproyecto de investigación.

Al tratarse de una revisión sistemática, los recursos necesarios están comprendidos por la literatura científica encontrada en diferentes motores de búsqueda de libre acceso que permiten consultar los contenidos de distintas bases de datos, editoriales, bibliotecas virtuales y en general enlaces al contenido bibliográfico requerido. Por lo anterior no se cuenta con una población de estudio, es decir, no se requiere ni se tiene un número reportado de casos a estudiar, así como tampoco la frecuencia de un desenlace.

Experiencia del grupo de investigación: En la UMAE de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación "Dr. Victorio de la Fuente Narváez" del IMSS la División de Investigación y Educación en Salud, cuenta con médicos especialistas altamente capacitados en el área de investigación siendo reconocidos por su amplia experiencia.

XIV. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Año	Cuarto año de Residencia Medica en Ortopedia 2023																									
Semestre	Enero			Febrero			Marzo			Abril			Mayo			Junio			Julio			Agosto				
Estado del arte	■	■	■																							
Diseño del protocolo				■	■	■																				
Evaluación por el Comité Local							■	■	■																	
Recolección de datos										■	■	■														
Análisis de resultados												■	■	■	■											
Escritura de discusión y conclusiones																■	■	■								
Trámite de examen de grado																					■	■	■			
Redacción del manuscrito																								■	■	■
Envío del manuscrito a revista indexada con índice de impacto																								■	■	■

XV. RESULTADOS.

Se identificaron los elementos que integran la pregunta:

(P)aciente o Problema: Cirujanos Ortopedistas.

(I)ntervención, estrategia, tratamiento, factor de **(E)**xposición, factor pronóstico, o prueba diagnóstica: Exposición laboral a la radiación

(O)utcome, desenlace o evento: Efectos nocivos en la salud

Se realizó una búsqueda sistemática a partir de la siguiente pregunta:

1. ¿Cuál será el efecto de la exposición laboral a la radiación en la salud de los cirujanos ortopedistas?

La búsqueda se realizó en cinco bases de datos electrónicas, utilizando tres elementos de la pregunta: (P), (I/E) y (O). **Ver tabla 6 y 7.**

Tabla 6. Palabras clave y términos alternativos de la pregunta utilizados en la búsqueda.

	Palabras clave	Términos alternativos	Términos MeSH	Términos DeCS
P	Cirujanos Ortopédicos	-Orthopaedic surgeons -Orthopaedic Trainees -Orthopaedic Surgery Resident -Practicing orthopaedic surgeons	-Internship and Residency -Orthopedic Surgeons	-Residencia medica -Cirujanos Ortopedicos
I/E	Exposición laboral a la radiación	-Occupational hazards -Occupational Exposure -Radiation exposure -Radiation -Radiation practic -Ionising Radiation Medical Exposure -Radiation safety	-Occupational exposure / adverse effects -Radiation exposure /adverse effects / analysis -Dose response relationship, radiation. -Fluoroscopy /adverse effects -Radiation injuries -Radiography / adverse effects.	-Exposición Profesional -Exposición a la Radiación
O	Efectos nocivos para la salud	-Cancer risk -Radiation-induced cáncer -Radiation injuries -Radiation diseases -Radiation sickness	-Radition injuries/ etiology/ epidemiology// radiotherapy -Neoplasms, radiation-induced -neoplasm/ epidemiology/ etiology	-Traumatismos por radiación -Neoplasias inducidas por radiación. -Enfermedad por radiación -Lesiones por radiación -Enfermedades de origen radioactivo -Enfermedades por radiaciones -Cancer inducido por radiación

Tabla 7. Estrategia de búsqueda.

Base de datos	Selecciona los filtros activados en la búsqueda	Algoritmo o enunciado de búsqueda (incluye operadores booleanos, de proximidad y de texto)	
PubMed	Text Availability <input type="checkbox"/> Abstract <input type="checkbox"/> Free full text <input type="checkbox"/> Full text Article Attribute <input type="checkbox"/> Associated data Article Type <input type="checkbox"/> Book and Documents <input type="checkbox"/> Clinical Trial <input type="checkbox"/> Meta-Analysis <input type="checkbox"/> RCT <input type="checkbox"/> Review <input type="checkbox"/> Systematic Review Publication Date <input type="checkbox"/> 1 year <input type="checkbox"/> 5 years <input type="checkbox"/> 10 years <input type="checkbox"/> Custom Range Article Type <input type="checkbox"/> Address <input type="checkbox"/> Autobiography <input type="checkbox"/> Bibliography <input type="checkbox"/> Case Reports <input type="checkbox"/> Classical Article <input type="checkbox"/> Clinical Conference <input type="checkbox"/> Clinical Study <input type="checkbox"/> Clinical Trial Protocol <input type="checkbox"/> Clinical Trial, Phase I <input type="checkbox"/> Clinical Trial, Phase II <input type="checkbox"/> Clinical Trial, Phase III <input type="checkbox"/> Clinical Trial, Phase IV <input type="checkbox"/> Clinical Trial, Veterinary <input type="checkbox"/> Comment	<input type="checkbox"/> Letter <input type="checkbox"/> Multicenter Study <input type="checkbox"/> News <input type="checkbox"/> Newspaper Article <input type="checkbox"/> Observational Study <input type="checkbox"/> Observational Study, Veterinary <input type="checkbox"/> Overall <input type="checkbox"/> Patient Education Handout <input type="checkbox"/> Periodical Index <input type="checkbox"/> Personal Narrative <input type="checkbox"/> Portrait <input type="checkbox"/> Practice Guideline <input type="checkbox"/> Pragmatic Clinical Trial <input type="checkbox"/> Preprint <input type="checkbox"/> Published Erratum <input type="checkbox"/> Research Support, American Recovery and Reinvestment Act <input type="checkbox"/> Research Support, N.I.H., Extramural <input type="checkbox"/> Research Support, N.I.H., Intramural <input type="checkbox"/> Research Support, Non-U.S. Gov't <input type="checkbox"/> Research Support, U.S. Gov't, Non-P.H.S. <input type="checkbox"/> Research Support, U.S. Gov't, P.H.S. <input type="checkbox"/> Research Support, U.S. Gov't <input type="checkbox"/> Retracted Publication <input type="checkbox"/> Retraction of Publication <input type="checkbox"/> Scientific Integrity Review <input type="checkbox"/> Technical Report <input type="checkbox"/> Twin Study	<p>Se proponen los siguientes algoritmos de búsqueda</p> <p>Búsqueda por términos MESH, algoritmo a): ("Orthopedic Surgeons"[Mesh]) AND "Radiation Exposure"[Mesh]</p> <p>Búsqueda avanzada, algoritmo b): ("orthopedic surgeon" OR "traumatologist") AND ("radiation injuries" OR "radiation effects")</p>

Base de datos	Selecciona los filtros activados en la búsqueda	Algoritmo o enunciado de búsqueda (incluye operadores booleanos, de proximidad y de texto)
PubMed	<input type="checkbox"/> Comparative Study	<input type="checkbox"/> Validation Study
	<input type="checkbox"/> Congress	<input type="checkbox"/> Video-Audio Media
	<input type="checkbox"/> Consensus Development Conference	<input type="checkbox"/> Webcast
	<input type="checkbox"/> Consensus Development Conference, NIH	Species
	<input type="checkbox"/> Controlled Clinical Trial	<input type="checkbox"/> Humans
	<input type="checkbox"/> Corrected and Republished Article	<input type="checkbox"/> Other Animals
	<input type="checkbox"/> Dataset	Language
	<input type="checkbox"/> Dictionary	<input type="checkbox"/> English
	<input type="checkbox"/> Directory	<input type="checkbox"/> Spanish
	<input type="checkbox"/> Duplicate Publication	<input type="checkbox"/> Others
	<input type="checkbox"/> Editorial	Sex
	<input type="checkbox"/> Electronic Supplementary Materials	<input type="checkbox"/> Female <input type="checkbox"/> Male
	<input type="checkbox"/> English Abstract	Journal
	<input type="checkbox"/> Evaluation Study	<input type="checkbox"/> Medline
	<input type="checkbox"/> Festschrift	Age
	<input type="checkbox"/> Government Publication	<input type="checkbox"/> Child: birth-18 years
	<input type="checkbox"/> Guideline	<input type="checkbox"/> Newborn: birth-1 month
	<input type="checkbox"/> Historical Article	<input type="checkbox"/> Infant: birth-23 months
	<input type="checkbox"/> Interactive Tutorial	<input type="checkbox"/> Infant: 1-23 months
	<input type="checkbox"/> Interview	<input type="checkbox"/> Preschool Child: 2-5 years
	<input type="checkbox"/> Introductory Journal Article	<input type="checkbox"/> Child: 6-12 years
	<input type="checkbox"/> Lecture	<input type="checkbox"/> Adolescent: 13-18 years
	<input type="checkbox"/> Legal Case	<input type="checkbox"/> Adult: 19+ years
	<input type="checkbox"/> Legislation	<input type="checkbox"/> Young Adult: 19-24 years
		<input type="checkbox"/> Adult: 19-44 years
		<input type="checkbox"/> Middle Aged + Aged: 45+ years
	<input type="checkbox"/> Middle Aged: 45-64 years	
	<input type="checkbox"/> Aged: 65+ years	
	<input type="checkbox"/> 80 and over: 80+ years	

Base de datos	Selecciona los filtros activados en la búsqueda	Algoritmo o enunciado de búsqueda (incluye operadores booleanos, de proximidad y de texto)	
Google scholar	<p>Idioma</p> <input checked="" type="checkbox"/> Cualquier idioma <input type="checkbox"/> Buscar solo páginas en español <p>Buscar artículos</p> <input checked="" type="checkbox"/> Con todas las palabras <input type="checkbox"/> Con la frase exacta <input type="checkbox"/> Con al menos una de las palabras	<input type="checkbox"/> Sin las palabras <p>Donde las palabras aparezcan</p> <input type="checkbox"/> En todo el artículo <input type="checkbox"/> En el título del artículo <p>Mostrar artículos fechados entre</p> <p>-</p> <input type="checkbox"/> Artículos de revisión	<p>Algoritmo a): allintitle: Orthopedic Radiation Algoritmo b): ("orthopedic surgeon" OR "traumatologist") AND ("radiation injuries" OR "radiation effects")</p>
TESISUNAM	<p>Base de datos</p> <input checked="" type="checkbox"/> Toda la base de datos <input type="checkbox"/> Solo tesis impresas <input type="checkbox"/> Solo tesis digitales <p>Campo de búsqueda</p> <input checked="" type="checkbox"/> Todos los campos <input type="checkbox"/> Título <input type="checkbox"/> Sustentante <input type="checkbox"/> Asesor <input type="checkbox"/> Tema	<input type="checkbox"/> Universidad <input type="checkbox"/> Escuela/Facultad <input type="checkbox"/> Grado <input type="checkbox"/> Carrera <input type="checkbox"/> Año <input type="checkbox"/> Clasificación	Exposición a la radiación.
Cochrane	<input type="checkbox"/> Year <input type="checkbox"/> Date <input type="checkbox"/> Source <input type="checkbox"/> Language		MeSH descriptor: [Orthopedic Surgeons] explode all trees AND [Radiation] explode all trees.
PROSPERO	<input type="checkbox"/> Health area of review <input type="checkbox"/> Type and method of the review <input type="checkbox"/> Source of the review <input type="checkbox"/> Status of the review <input type="checkbox"/> Restrict search to specific fields <input type="checkbox"/> Date added to PROSPERO		MeSH DESCRIPTOR Orthopedic Surgeons EXPLODE ALL TREES

Se eliminaron las citas duplicadas en las distintas bases de datos. Se revisaron los títulos y resúmenes de las citas recuperadas y se excluyeron aquellas no relacionadas con la pregunta. Posteriormente se evaluaron los artículos de texto completo y se eligieron aquellos que cumplieron con los siguientes criterios de selección. **Ver tabla 8.**

Tabla 8. Criterios de selección de los artículos de texto completo.

Criterios de inclusión	
1.	Artículos originales que muestren el efecto de la exposición laboral a la radiación en la salud de cirujanos ortopedistas, de cualquier año, idioma o diseño de estudio.
2.	Rayos X como exposición laboral a radiación.
Criterios de exclusión	
1.	Rayos X como exposición diagnóstica o terapéutica
2.	Exposición a otras fuentes de radiación que no sean rayos X como gas radón, rayos ultravioletas, la irradiada en plantas nucleares o en accidentes nucleares.
3.	Artículos originales que muestren el efecto de la exposición laboral a la radiación en la salud de cualquier profesionista que no sea ortopedista, como como radiólogos, técnicos radiólogos, cardiólogos intervencionistas o personal de salud presente en la sala quirúrgica durante los procedimientos ortopédicos.

A continuación, se muestra un resumen del proceso de selección. **Ver figura 3.**

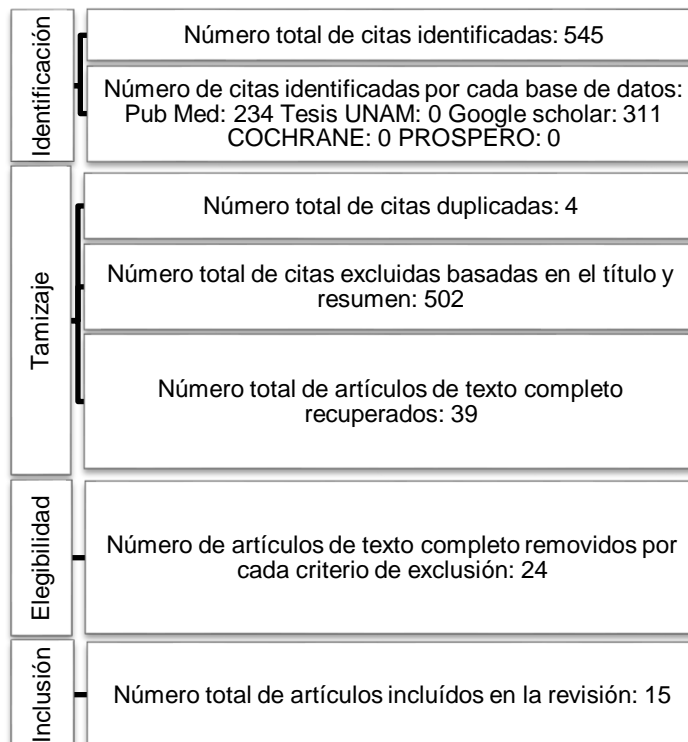


Figura 3. Proceso de selección. Adaptado de: Muka T, Glisic M, Milic J, Verhoog S, Bohlius J, Bramer W, et al. A 24-step guide on how to design, conduct, and successfully publish a systematic review and meta-analysis in medical research. *European Journal of Epidemiology*. 2020 Jan 1;35(1):49–6

A continuación, se resumen los artículos de texto completo que cumplieron con los criterios de selección. **Ver tabla 9.**

Tabla 9. Tabla de recolección de datos de los artículos de texto seleccionados.

Primer Autor y Año de publicación	País	Diseño del estudio	Tamaño de muestra	Intervención o exposición	Desenlace o evento	Magnitud del desenlace*	IC o valor de p
Hijikata 2021 (32)	Yapón	Casos y controles (encuesta)	109 hijos (27 perteneciente al grupo mayormente expuesto, 30 al grupo medianamente y 52 al grupo sin exposición)	Exposición laboral a radiación en cirujanos ortopédicos	Menor descendencia de hijos hombres	45 % de mujeres; 19 (70%) en el grupo mayormente expuesto, 11 (37%) en el moderadamente y 19 (37%) en el no expuesto. OR 4.0 para el grupo expuesto	95% IC 1.5-10.7;
Chou L 2015 (33)	EUA	Prevalencia (encuesta; compara ortopedistas, urólogos y cirujanas plásticas) (también compara la prevalencia observada y la esperada por género, edad, raza, según población general)	1203 (505 ortopedistas, 341 urólogos, 357 cirujanas plásticas)	Exposición laboral a la radiación en ortopedistas, urólogos y cirujanos plásticos	Melanomas y cualquier cáncer invasivo dentro de los 15 años previas a la encuesta) excluye carcinoma basocelular y de células escamosas) y carcinoma in situ.	1* 24 casos de cáncer (esperado 12.9) SPR 1.85. 2* 16 para ca de mama (5.5 esperado) SPR 2.90. 3* Comprado por especialidad ortopedia como referencia. OR cirujanos plásticos 0.64 para cáncer y 0.18 para ca mama; OR en Urólogos 0.46 cáncer 0.15 ca mama	95% IC 1* 1.19- 2.7 2* 1.66-4.71 3* 0.31 - 1.29 0.04 - 0.56 0.18 - 1.04 0.16 - 1.34
Chou L 2022 (34)	EUA	Prevalencia (encuesta, compara a personal expuesto con población general)	672 ortopedistas	Exposición laboral a radiación	Cualquier tipo de cáncer excepto carcinoma basocelular y de células escamosas.	Prevalencia de cáncer 189% más que en la población general, y 3.97 para ca de mama. 1*SPR 1.51 para cualquier cáncer 2* SPR 2.07 para cáncer de mama	95% CI 1* 1.12-1.98 2* 1.26-3.2

Chou L 2012 (46)	EUA	Prevalencia (encuesta Compara con encuesta a población general en 2007 y 2009)	505		Exposición laboral a radiación	Melanomas y cualquier cáncer invasivo dentro de los últimos 17 años. excluye carcinoma basocelular y de células escamosas)	85% más prevalencia de cáncer que la población general, y el doble para ca de mama. 1* SPR 1.85 para ca 2* 2.9 para ca de mama.	95% IC 1*1.19-2.76 2* 1.66-4.71
Chou L 2010 (35)	EUA	Prevalencia (encuesta, compara a personal expuesto con población general)	499 ortopedistas		Exposición laboral a radiación	Melanomas y cualquier cáncer invasivo de 15 años de diagnóstico. excluye carcinoma basocelular y de células escamosas)	1.9 y 2.74 veces más prevalencia para ca en general y ca de mama respectivamente. 1* SPR 1.91 para cáncer en general 2* SPR 2.88 para cáncer de mama	95% CI 1* 1.28-2.74 2* 1.76-4.45
Hijikata Y 2021 (36)	Japón	Prevalencia (mano mayormente expuesta en comparación a la contraria)	227 ortopedistas (454 manos)		Exposición laboral a la radiación en cirujanos de columna	Melanoniquia longitudinal o eccema en mano	Prevalencia del 40% y 28% para LM, eccema (vs 17 y 15%). 1* OR 3.18 para Lm 2* OR 2.26 para eccema	95% IC 1* 2.24-4.52 2*1.67-3.06
Mastrangelo G 2005 (37)	Italia	Prevalencia (compara la incidencia de cáncer entre los dos grupos)	316 ortopedistas expuestos y 158 personal no expuesto)		Exposición laboral a radiación	Cualquier tipo de cáncer	17 casos de cáncer en el grupo expuesto y 9 en el no expuesto. 1* OR 5.37	IC 95% 1* 1.87-15.4
Asari T 2022 (38)	Japón	Prevalencia (encuesta y evaluación clínica por dermatólogos)	108		Exposición laboral a radiación.	Lesiones precancerosas o cancerosas en las manos.	Lesiones radio inducidas en el 31.4%. De estos 60.7% son cirujanos de columna. 1* OR 6.54 para cx columna.	95% iC 1* 2.62-16.37
Fujibayashi S 2021 (39)	Japón	Prevalencia.(compara 40 manos de personal expuesto con 40 de personas no expuestas)	80 ortopedistas (40)		Exposición laboral a la radiación en cirujanos de columna.	1* Pigmentación de uñas 2* grietas ungueales 3* dermatitis periungueal Con un puntaje de 0-2 (0 sin hallazgos, 1 alteraciones leves, 2 mayor puntaje para alteraciones)	Puntajes promedio de 1.2-1.75 en la mano dominante del grupo expuesto en comparación con 0.275-0.425 en la mano dominante del grupo no expuesto.	

Shafiee M 2016 (40)	Irán	Prevalencia)compara los valores obtenidos con los rangos de normalidad)	22	Exposición laboral a radiación en 2014 y 2016	Cambios en parámetros hematológicos. De biometría hemática	en De	Todos los valores promedio dentro del rango de normalidad. Sin diferencias estadísticamente significativas para los años de evaluación.
Sirufu M 2020. (41)	Italia	Reporte de caso	.1	Exposición laboral a radiación	Cambios en la microvasculatura de las uñas detectado por videocailaroscopia		Regresión de anomalías en la microvasculatura posterior al cese de su actividad laboral
Eun D 2019 (42)	Japón	Reporte de caso	1	Exposición laboral a radiación	Carcinoma de células escamosas en las manos		Carcinoma de células escamosas en índice, mediano y pulgar mano derecha, e índice mano izquierda.
Shim D 2014 (43)	Japón	Reporte de caso	1	Exposición laboral a la radiación. Infiltración espinal guiada por fluoroscopia.	Necrosis cutánea, dermatitis por radiación.	por	inflamación atípica, infiltración celular grave y lisis celular en la epidermis y degeneración y fibrosis en la dermis
Tanaka E 2005 . (44)	Japón	Reporte de caso	1	Exposición laboral a radiación	Carcinoma de células escamosas en las manos		Carcinoma de células escamosas en dedo medio bilateral, dermatitis por radiación crónica.
Hashizume S 1990. (45)	Japón	Reporte de caso	1	Exposición laboral a la radiación	Carcinoma de células escamosas		Carcinoma de células escamosas

XVI. DISCUSIÓN.

Características generales de los estudios

Después de realizar una búsqueda sistemática fueron encontrados un total de 15 artículos (32–46). Las diferentes características de cada estudio, incluyendo el diseño, tamaño de muestra y los resultados obtenidos son presentados en la tabla 9. La mayoría de los estudios ($n = 9$) son estudios de prevalencia que comparan diferentes características (entre ellas la presencia o no de diferentes tipos de cáncer) entre una muestra ocupacionalmente expuesta a la radiación y una no expuesta (33–40,46); el siguiente diseño de estudio más abordado fue el reporte de caso con un total de 5 estudios (41–45) y solo un estudio con diseño de casos y controles (32). Los Artículos incluidos fueron publicados desde el año de 1990 hasta el 2022, siendo casi la mitad de estos ($n = 7$) publicados en los últimos 5 años. El país donde se ha realizado la mayoría de estas publicaciones es Japón con 8 artículos, seguido de estados unidos con 4, sin embargo uno de los primeros estudios además de los mayormente citados es publicado en Italia en 2005 (37). No hay ningún país latinoamericano en esta lista.

En cuanto a los efectos provocados en la salud de los cirujanos ortopedistas, la presencia de cáncer fue el más estudiado con un total de 5 estudios en el tema, y de estos 4 con un enfoque adicional a cáncer de mama; todos estos con un diseño de estudio de prevalencia (33–35,37,46). El segundo efecto más estudiado y con poca diferencia al anterior mencionado, es el hallazgo de lesiones precancerosas o cancerosas en las manos de los cirujanos, con 4 artículos en la materia, 3 de estos siendo reportes de casos y solo 1 es un estudio de prevalencia. Las lesiones cutáneas en las manos y lesiones en las uñas, resultado de un proceso inflamatorio crónico la mayoría de las veces es otro de los efectos analizado (3 artículos) (36,38,39,42–45). Por último se encontró en la literatura 1 estudio que analiza los cambios en los parámetros hematológicos de la biometría hemática, 1 que indaga en los cambios provocados en la microvasculatura de las uñas de las manos y 1 más que evalúa la menor descendencia de hijos hombres como posible efecto de la radiación, siendo este el único estudio de casos y controles (32,40,41). Sin embargo en la literatura se han reportado y estudiado otros efectos para la salud, como lo son principalmente las cataratas y efectos cardiovasculares.

La muestra obtenida para la mayor parte de los estudios es representada por cirujanos ortopedistas sin un enfoque a la subespecialidad, sin embargo 4 de estos se orientan al estudio en cirujanos ortopedistas de columna, los cuatro analizan la

asociación de la exposición laboral a la radiación y el hallazgo de lesiones cutáneas en las manos y lesiones en las uñas (36,38,39,43).

Esta revisión, agrupa todos los estudios que asocian la exposición laboral a la radiación y los posibles efectos en la salud de cirujanos ortopedistas, un total de 15 artículos que incluyen en su mayoría estudios de prevalencia y reportes de caso, que sin ninguna restricción en cuanto al nivel de evidencia, diseño de estudio, idioma de la publicación y año en la que esta se realiza; resalta la poca investigación existente en este tema. Ninguna Cohorte ha sido realizada en este tema y dada la imposibilidad de realizar algún ensayo clínico, este diseño representa uno de los estudios que más información podrían aportar. Esta falta de artículos encontrados en la literatura, que comparado con la amplia cantidad de análisis entre exposición laboral a la radiación y otros especialistas como cardiólogos intervencionistas y radiólogos, permite distinguir varias cosas: la falta de interés en el tema, la poca conciencia y conocimiento sobre el mismo, que se dan por sentados los efectos en la salud cuando realmente no se conocen a fondo las consecuencias reales y por ultimo un área de oportunidad para futuras investigaciones.

Ningún artículo presenta una medición directa de la dosis de radiación recibida por medio de dosímetros por parte de los cirujanos ortopedistas, en cambio realizan estimaciones indirectas por medio de encuestas basadas en primer lugar en si son ortopedistas y considerando a este grupo por sí mismo como el ocupacionalmente expuesto, además pudiendo considerar los años de experiencia y tomando en cuenta también otros datos como la subespecialidad ortopédica en la que laboran, datos sociodemográficos y mano dominante considerada como la mayormente expuesta a la radiación en comparación a la contralateral.

Para evaluar de manera más precisa la asociación entre radiación y los efectos en la salud de los ortopedistas sería necesario, por un lado, un seguimiento a largo plazo de un grupo ocupacionalmente expuesto en comparación a un grupo no expuesto y, por otro lado, y de ser posible, la medición directa de la radiación recibida en el grupo expuesto por medio de uso de dosímetros.

Cáncer en Ortopedistas

5 estudios de prevalencia reportaron cáncer como efecto en la salud de cirujanos ortopedistas expuestos ocupacionalmente a la radiación. El tipo de cáncer asociado fue cualquier tipo de cáncer excepto carcinoma basocelular y de células escamosas en 4 de estos, además con un enfoque para cáncer de mama mientras que solo 1

no considera ninguna excepción para algún tipo en específico. Chou L, et al, ha destacado en el tema, siendo la principal autora de los últimos 4 estudios, por su parte el publicado por Mastrangelo G, et al en 2005 es el primer estudio en su tipo en analizar la asociación entre exposición ocupacional a radiación y tomar de muestra a cirujanos ortopedistas. Todos estos artículos comparan a los cirujanos ortopedistas con una muestra no expuesta a la radiación. Mastrangelo et al , reporta un total de 17 casos de cáncer en el grupo expuesto y 9 en el grupo no expuesto, con un OR de 5.37, con un CI del 95% de 1.87-15.4 lo cual resulta estadísticamente significativo, aunque con un intervalo amplio que señala un tamaño de muestra pequeño (37). Chou et al, por su parte, reporta un riesgo mayor de entre 1.5 y 1.9 veces para el desarrollo de cualquier tipo de cáncer y de entre 2 y 2.9 veces para cáncer de mama en ortopedistas comparado con la población en general con resultados estadísticamente significativos (33–35,46). En 2015 realiza la comparación entre ortopedistas y cirujanas plásticas y urólogas, solo con un riesgo menor significativo para cáncer de mama en cirujanas plásticas en comparación a las ortopedistas con un SPR de 0.18 y un IC al 95% de 0.04 - 0.56.(33)

Cáncer en otros profesionistas

Las publicaciones presentadas reportan una mayor prevalencia de distintos tipos de cáncer, especialmente de cáncer de mama en el grupo de ortopedistas (ocupacionalmente expuesto) en comparación a un grupo ocupacionalmente no expuesto con resultados estadísticamente significativos. Por otro lado, en una cohorte realizada en 2016 por Rajaraman et al, que incluyo a 20,982 individuos expuestos laboralmente a la radiación, incluyendo cardiólogos intervencionistas, radiólogos intervencionistas y técnicos radiólogos, en comparación con 54,795 individuos no expuestos reportan como hallazgos significativos con un RR para cáncer de mama de 1.16 y para melanoma de 1.30 con un IC al 95% de 1.02-1.32 y 1.05-1.61 respectivamente (47). Mientras que en una revisión sistemática realizada en 2018 se evidencia que no hay un incremento significativo en la mortalidad por ningún tipo de cáncer. (27)

Lesiones cancerosas o precancerosas en las manos de ortopedistas

El primer reporte de caso encontrado en la literatura de una lesión cancerosa, más específicamente, carcinoma de células escamosas fue realizado por Hashizume S, et al. en 1990, quien reporto a 5 trabajadores en el área de la salud ocupacionalmente expuestos con un periodo de exposición entre 16 y 34 años, entre los que se encontraba 1 ortopedista (45). De forma similar en 2005 Tanaka E et al. (44) y en 2019 Eun D et al (42) realizan reportes de caso del mismo carcinoma,

siendo los dedos medio de ambas manos en un hombre de 89 años y en los dedos índice, mediano y pulgar de la mano dominante en un hombre de 49 años donde se encuentran los hallazgos respectivamente. El único estudio con un diseño distinto fue el realizado por Asarti T en 2022 (38) quien con una muestra de 108 cirujanos ortopedistas evaluados por dermatólogos reporta como hallazgos: lesiones radio inducidas en el 31.4% (34), estas lesiones incluyen: pigmentación leve o hipopigmentación, hiperqueratosis leve, descamación, eritema, atrofia leve de la piel, telangiectasia, melanoniquia y hasta lesiones precancerosas. Por su parte el 60.7% de los cirujanos de columna presenta estas lesiones siendo el principal factor asociado con un Odds de 6.54, en un IC al 95% de 2.62- 16.37.

Lesiones cutáneas y en las uñas de las manos de ortopedistas.

En 2021 dos estudios de prevalencia comparan la presencia de lesiones cutáneas y en las uñas. Fujibayashi S et al (39), realiza la comparación entre 40 ortopedistas y 40 personas del mismo rango de edad no expuestas a radiación, con un rango de exposición de 3-28 años, evaluando la presencia y severidad de 3 principales cambios: pigmentación ungueal, grietas y dermatitis periungueales, reportando un mayor puntaje para la mano dominante del grupo expuesto en comparación a la mano dominante del grupo no expuesto. Por su parte Hijikata Y et al (36), también en 2021, compara la mano mayormente expuesta con la menormente expuesta de 227 cirujanos ortopedistas (454 manos), evalúa la presencia de Melanoniua longitudinal (LM) y/o eccema en mano, reportando una Prevalencia del 40 % y 28% para LM y eccema respectivamente (vs 17 y 15% en la mano no expuesta) con un OR de 3.18 para LM y 2.26 para eccema, 95% IC 2.24 - 4.52 para LM, 1.67-3.06 para eccema, encontrando que la mano dominante y mayormente expuesta la radiación presenta mayor cantidad de hallazgos inflamatorios crónicos representando hallazgos estadísticamente significativos. En 2014 Shim D (43) et al realiza un reporte de caso de inflamación atípica, infiltración celular grave y lisis celular en la epidermis y dermis de un cirujano ortopedista. Estos tres estudios representados por cirujanos de columna.

Otros efectos estudiados en ortopedistas.

El único estudio de casos y controles por HijikataY et al (32), evalúa la menor descendencia de hijos hombres como un efecto de la radiación en cirujanos ortopedistas, reportando una prevalencia de descendencia de 19 mujeres de 27 hijos (70%) en el grupo mayormente expuesto en comparación a 19 mujeres de 52 hijos (37%) en el no expuesto con un OR 4.0 para un IC del 95% de 1.5-10.7. Un estudio de prevalencia por Shafiee M et al en 2016 (40) compara los valores

paramétricos de la biometría hemática de 22 cirujanos ortopedistas con los rangos de normalidad sin encontrar diferencias. El Único reporte de caso en este rubro es el realizado por Sirufo et al (41), mediante una técnica de videocapilaroscopia, técnica útil para la detección temprana de los efectos inducidos por la radiación en la microcirculación; documenta la regresión de los cambios encontrados en un cirujano ortopedista retirado expuesto durante un periodo de 30 años en su carrera profesional.

En este rubro, una sola publicación evalúa el impacto sobre la descendencia de los ortopedistas, analizando la menor descendencia de hijos hombres, que si bien no es un resultado negativo si deja claro que la radiación puede ejercer un efecto sobre las células germinales y por lo tanto no se descartarían las consecuencias deletéreas.

Efectos no reportados.

En la literatura existen numerosos estudios que buscan una asociación entre la exposición laboral a la radiación y los efectos en la salud de otros especialistas y profesionistas de la salud, principalmente cardiólogos intervencionistas, radiólogos y técnicos radiólogos aunque también se han estudiado los efectos de esta exposición en trabajadores encargados de la limpieza del área contaminada por el accidente nuclear de Chernóbil, trabajadores en minas de material radioactivo, trabajadores de plantas nucleares, población expuesta a accidentes nucleares y en personal de transporte aéreo como sobrecargos y pilotos así como astronautas, entre otras muestras estudiadas. De los efectos estudiados podemos encontrar distintos tipos de cáncer, cataratas, enfermedades cardiovasculares, cambios en los marcadores citogenéticos entre otros hallazgos.

En este sentido, Jacob S et al (48), en un estudio de prevalencia realizado en 2013 que incluyó a 106 cardiólogos intervencionistas reporta un mayor riesgo significativo de opacidades posteriores subcapsulares con un RR de 3.85, para un IC del 95 % de 1.30-11.4. La presencia de cataratas, y más específicamente la presencia de opacidades posteriores son uno de los hallazgos más consistentes encontrados en la literatura. En la revisión sistemática realizada por Ko S Et al se reportan prevalencias de opacidades posteriores desde un 38% hasta un 53% en trabajadores de la salud expuestos con riesgos estadísticamente significativos desde 2.6 hasta 3.85 veces el riesgo de presentar cataratas (27). Por su parte Elmaraesy A. Et al en un metaanálisis realizado en 2013, que evalúa la presencia de cataratas en cardiólogos intervencionistas reporta un RR de opacidades

posteriores de 3.21 para un IC al 95% de 2.14-4.83, mientras que no reporta un mayor riesgo para opacidades corticales y nucleares (28).

En cuanto a padecimientos cardiovasculares, Rajamaran P et al (49), en 2016, en una cohorte que incluyó a 15,605 individuos expuestos (cardiólogos intervencionistas, radiólogos intervencionistas y técnicos radiólogos) en comparación con 41,433 individuos no expuestos reporta como hallazgos estadísticamente significativos un mayor riesgo de presentar eventos cerebrovasculares en el grupo expuesto con un HR de 1.34, con un IC del 95% de 1.10-1.64, sin mayor riesgo para otros padecimientos cerebrovasculares y sin una mayor mortalidad por cualquier evento cardiovascular.

En la revisión sistemática realizada en 2018 por Ko S et al (27), que busca los efectos causados por la exposición laboral a la radiación, en la salud de especialistas intervencionistas y técnicos radiólogos principalmente, reporta una mayor incidencia de cataratas, muestra que en general se reporta con mayor frecuencia cáncer cerebral en los médicos intervencionistas en comparación con los médicos radiólogos no intervencionistas; Muestra también una mayor frecuencia aberraciones cromosómicas en los radiólogos intervencionistas en comparación a los grupos no expuestos. Además, presenta evidencia para asociar la radiación principalmente con evento cerebrovascular.

Cantidad de radiación en ortopedistas.

En contraste a los pocos reportes de los efectos de la radiación en ortopedistas, existen una gran cantidad de investigaciones sobre la cantidad de radiación recibida por el ortopedista en el quirófano, mediciones realizadas de manera tanto directa con el uso de dosímetros durante su práctica quirúrgica hasta mediciones indirectas por medio del uso de maniqués. Existe una revisión sistemática en el tema realizada por Matityahu, A Et al en 2017 (18) donde tras una inclusión de 34 artículos elegibles reporta que las mayores dosis de radiación recibidas se encuentran en los cirujanos de columna, especialmente durante las vertebroplastias, adicionalmente el enclavado intramedular de huesos largos también se asocia con mayores dosis. Las mayores dosis son recibidas por las manos. Reporta un Tiempo de fluoroscopia de 2.7-16.5 minutos durante las vertebroplastias con una dosis equivalente a las manos de 0.1mSv -1mSv por procedimiento (algunos estudios reportan hasta 4.8 mSv por procedimiento), con mayor exposición a la mano izquierda. Con dosis equivalentes menores de 0.1mSv en los ojos y de 0.154-0.526 mSv a la tiroides, con valores indetectables con el uso

de collar tiroideo. Reporta un tiempo de fluoroscopia de 0.33 minutos por cirugía para otros procedimientos espinales, con dosis equivalentes por procedimiento mínimas de 0.001 mSv hacia el tórax. Reportan dosis anuales equivalentes en la mano derecha durante cirugías de mano/muñeca/pie/ tobillo traumático de 2.4mSv. Durante cirugías fémur proximal con fijación interna por medio de DHS se señalan dosis de 0.03 mSv, 0.04 mSv y 0.12mSv para cabeza, tiroides y dedos respectivamente. Para el enclavado intramedular de huesos largos reportan dosis equivalentes de 0.142 mSv en la tiroides por procedimiento. Además reporta una reducción de hasta el 96.9% y del 94.2% de la dosis de radiación recibida para la tiroides y tórax con el uso del collar tiroideo y chaleco plomado respectivamente. Sin embargo señala varias limitantes en los estudios como el uso diferentes equipos de fluoroscopia, de dosimetría y equipo de protección. (18)

Importante señalar en este punto los valores de referencia aceptados internacionalmente como límites, establecidos por la ICRP, con dosis equivalentes anuales límites de 20mSv como dosis efectiva y dosis equivalente de 20msv para los ojos, 500 mSv en piel y 500 mSv en manos y pies (13)

Un punto a destacar es la falta de unificación en el reporte de los resultados para la comparación con los valores anuales de referencia, ya que se reportan en tiempo de radiación por cirugía, dosis equivalentes por procedimiento, siendo necesario en muchos casos que la medición se realice por un año de seguimiento o que se extrapolen los datos para esta cantidad de tiempo.

XVII. CONCLUSIONES.

Los resultados reportados sugieren que la exposición laboral a la radiación en los ortopedistas incrementa el riesgo de presentar cáncer en general y en especial cáncer de mama, además de procesos inflamatorios crónicos en las manos.

Estos hallazgos comparados con los encontrados en otra literatura aplicada en otros especialistas y profesionistas son similares para el caso de mayor riesgo de cáncer de mama. Es importante señalar que se han reportado otros efectos en otros especialistas y por lo tanto no se descarta ningún efecto nocivo para la salud en ortopedistas y por lo tanto es necesario minimizar la exposición laboral a la radiación mediante diferentes estrategias: El uso correcto de equipo de protección, principalmente chaleco de plomo, collar tiroideo y lentes plomados, ya que su eficacia para disminuir la exposición está comprobada, además del Conocimiento claro sobre los efectos de la radiación en la salud. En cuanto a la cantidad de radiación recibida por los ortopedistas, si bien no es el objetivo principal de este estudio, los reportes señalan que la mayoría de las veces no se alcanzan los límites internacionales establecidos, sin embargo, no se deben menospreciar los efectos estocásticos. El presente estudio es la primera revisión sistemática en el tema y evidencia la falta de investigaciones que asocie la exposición laboral a la radiación en la salud de los ortopedistas, lo que significa principalmente un área de oportunidad para futuras investigaciones.

XVIII. REFERENCIAS.

1. Rssc fundamental radiation concepts 072011 2-1 | Шпаргалки Radiation Quantities and Units | Docsity [Internet]. [cited 2023 May 21]. Available from: <https://www.docsity.com/ru/rssc-fundamental-radiation-concepts-072011-2-1/9570898/>
2. ¿Qué es la radiación? | OIEA [Internet]. [cited 2023 Apr 12]. Available from: <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-es-la-radiacion>
3. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. RADIACIÓN EFECTOS y FUENTES A M ¿Qué es la radiación? ¿Cómo nos afecta la radiación? ¿De dónde procede la radiación? PRIMERA. Vol. 1. 2016.
4. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. RADIACIONES IONIZANTES. 1998.
5. J. Anselmo Puerta-Ortiz, Javier Morales-Aramburo. Rev Colomb Cardiol. 2020 [cited 2023 Apr 12]. Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-colombiana-cardiologia-203-pdf-S0120563320300061>
6. Radiation Dose from X-Ray and CT Exams [Internet]. [cited 2023 Mar 31]. Available from: <https://www.radiologyinfo.org/en/info/safety-xray>
7. Radon | NCEH | CDC [Internet]. [cited 2023 Apr 13]. Available from: https://www.cdc.gov/radon/index.html?CDC_AA_refVal=https%3A%2F%2Fwww.cdc.gov%2Fradon%2Fradon-health.html
8. Radiation Studies - CDC: Terrestrial Radiation [Internet]. [cited 2023 Apr 13]. Available from: <https://www.cdc.gov/nceh/radiation/terrestrial.html>
9. Radiation in Your Life | Radiation | NCEH | CDC [Internet]. [cited 2023 Apr 13]. Available from: <https://www.cdc.gov/nceh/radiation/sources.html#objects>
10. Radiation Studies: CDC - Wearable Computers and Wearable Technology [Internet]. [cited 2023 May 1]. Available from: <https://www.cdc.gov/nceh/radiation/wearable.html>
11. Raza M, Houston J, Geleit R, Williams R, Trompeter A. The use of ionising radiation in orthopaedic surgery: principles, regulations and managing risk to surgeons and patients. Eur J Orthop Surg Traumatol [Internet]. 2021 Jul 1 [cited 2022 Oct 18];31(5):947–55. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33825954/>
12. Hayda RA, Hsu RY, Mason DePasse J, Gil JA. Radiation Exposure and Health Risks for Orthopaedic Surgeons. J Am Acad Orthop Surg [Internet]. 2018 Apr 15 [cited 2022 Oct 18];26(8):268–77. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29570497/>

13. Comisión Internacional de Protección Radiológica. Las Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica. ICRP Publicación 103. 2007;
14. Clement CH, Rehani MM, Ciraj-Bjelac O, Vañó E, Miller DL, Walsh S, et al. Annals of the ICRP Radiological Protection in Fluoroscopically Guided Procedures Performed Outside the Imaging Department Authors on behalf of ICRP. 2010.
15. Cheriachan D, Hughes AM, Du Moulin WSM, Williams C, Molnar R. Ionizing Radiation Doses Detected at the Eye Level of the Primary Surgeon During Orthopaedic Procedures. *J Orthop Trauma* [Internet]. 2016 Jul 1 [cited 2022 Oct 18];30(7):e230–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27010182/>
16. Gausden EB, Christ AB, Zeldin R, Lane JM, McCarthy MM. Tracking Cumulative Radiation Exposure in Orthopaedic Surgeons and Residents: What Dose Are We Getting? *J Bone Joint Surg Am* [Internet]. 2017 Aug 2 [cited 2022 Oct 18];99(15):1324–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28763418/>
17. Malik AT, Rai HH, Lakdawala RH, Noordin S. Does surgeon experience influence the amount of radiation exposure during orthopedic procedures? A systematic review. *Orthop Rev (Pavia)*. 2019;11(1):9–14.
18. Matityahu A, Duffy RK, Goldhahn S, Joeris A, Richter PH, Gebhard F. The Great Unknown-A systematic literature review about risk associated with intraoperative imaging during orthopaedic surgeries. *Injury* [Internet]. 2017 Aug 1 [cited 2022 Oct 18];48(8):1727–34. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28648410/>
19. Han MA, Kim JH. Diagnostic X-Ray Exposure and Thyroid Cancer Risk: Systematic Review and Meta-Analysis. <https://home.liebertpub.com/thy> [Internet]. 2018 Feb 1 [cited 2023 Mar 31];28(2):220–8. Available from: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/thy.2017.0159>
20. Ozasa K, Grant EJ, Kodama K. Japanese Legacy Cohorts: The Life Span Study Atomic Bomb Survivor Cohort and Survivors' Offspring. *J Epidemiol*. 2018;28(4):162–9.
21. Chou LB, Lerner LB, Harris AHS, Brandon AJ, Girod S, Butler LM. Cancer Prevalence among a Cross-sectional Survey of Female Orthopedic, Urology, and Plastic Surgeons in the United States. *Womens Health Issues* [Internet]. 2015 Sep 1 [cited 2022 Oct 23];25(5):476–81. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26265543/>
22. Chou LB, Johnson B, Shapiro LM, Pun S, Cannada LK, Chen AF, et al. Increased Prevalence of Breast and All-cause Cancer in Female Orthopaedic Surgeons. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev* [Internet]. 2022 May 1 [cited 2022 Oct 23];6(5). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35587823/>

23. Mastrangelo G, Fedeli U, Fadda E, Giovanazzi A, Scozzato L, Saia B. Increased cáncer risk among surgeons in an orthopaedic hospital. *Occup Med (Lond)* [Internet]. 2005 Sep [cited 2022 Oct 22];55(6):498–500. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16140840/>
24. Jacob S, Boveda S, Bar O, Brézin A, Maccia C, Laurier D, et al. Interventional cardiologists and risk of radiation-induced cataract: Results of a French multicenter observational study. *Int J Cardiol* [Internet]. 2013 Sep 1 [cited 2023 Apr 2];167(5):1843–7. Available from: <http://www.internationaljournalofcardiology.com/article/S0167527312005608/fulltext>
25. Tapio S, Little MP, Kaiser JC, Impens N, Hamada N, Georgakilas AG, et al. Ionizing radiation-induced circulatory and metabolic diseases. *Environ Int*. 2021 Jan 1;146.
26. Lopes J, Baudin C, Leuraud K, Klovov D, Bernier MO. Ionizing radiation exposure during adulthood and risk of developing central nervous system tumors: systematic review and meta-analysis. *Sci Rep* [Internet]. 2022 Dec 1 [cited 2023 May 8];12(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36171442/>
27. Ko S, Kang S, Ha M, Kim J, Jun JK, Kong KA, et al. Health Effects from Occupational Radiation Exposure among Fluoroscopy-Guided Interventional Medical Workers: A Systematic Review. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 2018 Mar 1;29(3):353–66.
28. Elmaraezy A, Ebraheem Morra M, Tarek Mohammed A, Al-Habaa A, Elgebaly A, Abdelmotaleb Ghazy A, et al. Risk of cataract among interventional cardiologists and catheterization lab staff: A systematic review and meta-analysis. *Catheter Cardiovasc Interv* [Internet]. 2017 Jul 1 [cited 2023 Apr 17];90(1):1–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28500744/>
29. Hammer GP, Scheidemann-Wesp U, Samkange-Zeeb F, Wicke H, Neriishi K, Blettner M. Occupational exposure to low doses of ionizing radiation and cataract development: A systematic literature review and perspectives on future studies. *Radiat Environ Biophys* [Internet]. 2013 Aug 27 [cited 2023 May 8];52(3):303–19. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00411-013-0477-6>
30. Yousif L, Blettner M, Hammer GP, Zeeb H. Testicular cáncer risk associated with occupational radiation exposure: a systematic literature review. *Journal of Radiological Protection* [Internet]. 2010 Aug 27 [cited 2023 Apr 18];30(3):389. Available from: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0952-4746/30/3/R01>
31. Little M, Azizova T, Richardson D, Tapio S, Bernier MO, Kreuzer M, et al. PROSPERO International prospective register of systematic reviews A systematic review and meta-analysis of radiation and circulatory disease-a protocol for a

- systematic review Citation [Internet]. Available from:
https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?ID=CRD42020202036
32. Hijikata Y, Nakahara M, Kusumegi A, Morii J, Okubo N, Hatano N, et al. Association between occupational testicular radiation exposure and lower male sex ratio of offspring among orthopedic surgeons. *PLoS One* [Internet]. 2021 Dec 1 [cited 2023 May 2];16(12):e0262089. Available from: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0262089>
 33. Chou LB, Lerner LB, Harris AHS, Brandon AJ, Girod S, Butler LM. Cancer Prevalence among a Cross-sectional Survey of Female Orthopedic, Urology, and Plastic Surgeons in the United States. *Womens Health Issues* [Internet]. 2015 Sep 1 [cited 2023 Apr 17];25(5):476–81. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26265543/>
 34. Chou LB, Johnson B, Shapiro LM, Pun S, Cannada LK, Chen AF, et al. Increased Prevalence of Breast and All-cause Cancer in Female Orthopaedic Surgeons. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev* [Internet]. 2022 May 1 [cited 2022 Oct 23];6(5). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35587823/>
 35. Chou LB, Cox CA, Tung JJ, Harris AH, Brooks-Terrell D, Sieh W. Prevalence of Cancer in Female Orthopaedic Surgeons in the United States. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume* [Internet]. 2010 Jan 1 [cited 2023 May 9];92(1):240–4. Available from: <http://journals.lww.com/00004623-201001000-00031>
 36. Hijikata Y, Kamitani T, Yamamoto Y, Itaya T, Kogame T, Funao H, et al. Association of occupational direct radiation exposure to the hands with longitudinal melanonychia and hand eczema in spine surgeons: a survey by the society for minimally invasive spinal treatment (MIST). *Eur Spine J* [Internet]. 2021 Dec 1 [cited 2023 May 9];30(12):3702–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34427761/>
 37. Mastrangelo G, Fedeli U, Fadda E, Giovanazzi A, Scoizzato L, Saia B. Increased cáncer risk among surgeons in an orthopaedic hospital. *Occup Med (Lond)* [Internet]. 2005 Sep [cited 2022 Oct 22];55(6):498–500. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16140840/>
 38. Asari T, Rokunohe D, Sasaki E, Kaneko T, Kumagai G, Wada K, et al. Occupational ionizing radiation-induced skin injury among orthopedic surgeons: A clinical survey. *J Orthop Sci* [Internet]. 2022 Jan 1 [cited 2023 May 9];27(1):266–71. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33349545/>
 39. Fujibayashi S, Murata K, Shimizu T, Otsuki B, Masamoto K, Shimizu Y, et al. An Observational Survey of Nail and Skin of Spine Surgeons-Possible Damage by Occupational Ionizing Radiation Exposure. *Spine Surg Relat Res*. 2021 Nov 27;5(6):359–64.

40. Shafiee M, Hoseinnezhad E, Vafapour H, Borzoueisileh S, Ghorbani M, Rashidfar R. Hematological Findings in Medical Professionals Involved at Intraoperative Fluoroscopy. *Glob J Health Sci.* 2016 Apr 29;8(12):232.
41. Sirufo MM, Ginaldi L, De Martinis M. Nailfold Capillaroscopic Findings in an Orthopedic Surgeon: Reversible Abnormalities after the Cessation of Radiation Exposure. *Radiat Res [Internet].* 2020 Mar 1 [cited 2023 May 2];193(3):236–40. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31877253/>
42. Eun DH, Kim JY, Jang YH, Lee SJ, Lee WJ. Squamous Cell Carcinoma on the Fingers of Orthopedic Surgeon Induced by Occupational Radiation Exposure. *Ann Dermatol [Internet].* 2019 [cited 2023 May 9];31(2):249–51. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33911586/>
43. Shim DM, Kim YM, Oh SK, Lim CM, Kown BT. Radiation Induced Hand Necrosis of an Orthopaedic Surgeon Who Had Treated a Patient with Fluoroscopy-Guided Spine Injection. *Journal of the Korean Orthopaedic Association.* 2014;49(3):250.
44. Tanaka E, Takatsuka S, Takenouchi T. A case of radiation-induced squamous cell carcinoma of an 87-year-old physician. *Skin Cancer [Internet].* 2005 [cited 2023 May 9];19(3):336–9. Available from: http://inis.iaea.org/Search/search.aspx?orig_q=RN:36066878
45. Hashizume S, Otani K, Serikawa K, Ikari Y, Chiba T, Sasa M, et al. [Radiation-induced malignant skin tumors in the hands of five doctors]. *Gan No Rinsho [Internet].* 1990 Feb 1 [cited 2023 May 9];36(2):224–8. Available from: <https://europepmc.org/article/med/2308215>
46. Chou LB, Chandran S, Harris AHS, Tung J, Butler LM. Increased Breast Cancer Prevalence Among Female Orthopedic Surgeons. <https://home.liebertpub.com/jwh> [Internet]. 2012 Jun 8 [cited 2023 May 9];21(6):683–9. Available from: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/jwh.2011.3342>
47. Rajaraman P, Doody MM, Yu CL, Preston DL, Miller JS, Sigurdson AJ, et al. Cancer risks in U.S. radiologic technologists working with fluoroscopically guided interventional procedures, 1994-2008. *American Journal of Roentgenology.* 2016 May 1;206(5):1101–9.
48. Jacob S, Boveda S, Bar O, Brézin A, Maccia C, Laurier D, et al. Interventional cardiologists and risk of radiation-induced cataract: results of a French multicenter observational study. *Int J Cardiol [Internet].* 2013 Sep 1 [cited 2023 Jul 31];167(5):1843–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22608271/>
49. Rajaraman P, Doody MM, Yu CL, Preston DL, Miller JS, Sigurdson AJ, et al. Incidence and mortality risks for circulatory diseases in US radiologic technologists

who worked with fluoroscopically guided interventional procedures, 1994-2008. *Occup Environ Med* [Internet]. 2016 Jan 1 [cited 2023 Jul 31];73(1):21–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26350678/>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Instrumento de Recolección de Datos.

Tabla de Palabras clave y términos alternativos de la pregunta utilizados en la búsqueda.

	Palabras clave	Términos alternativos	Términos MeSH	Términos DeCS
P				
I/				
E				
O				

Tabla de Criterios de selección de los artículos de texto completo.
 Pregunta No 1 de investigación.

Criterios de inclusión
1.
2.
Criterios de exclusión
1.
2.

Esquema de proceso de selección

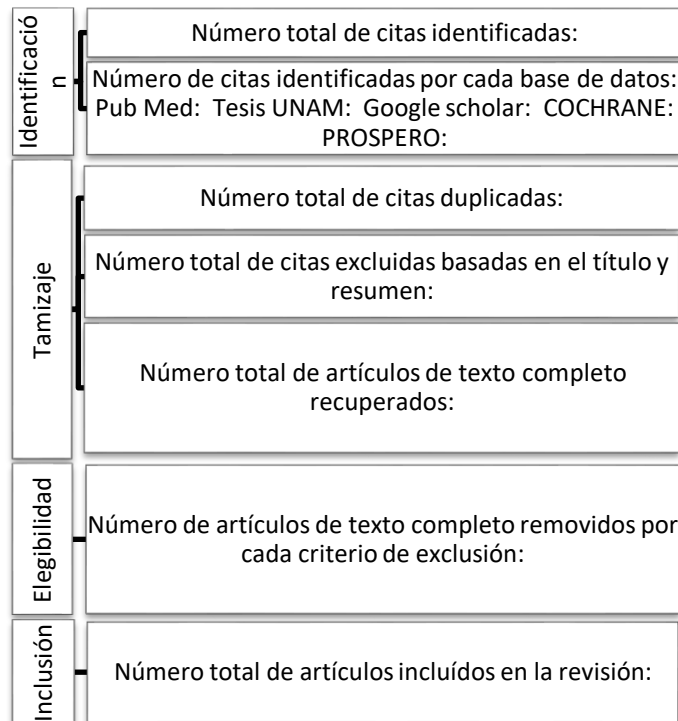


Tabla de recolección de datos de los artículos seleccionados

Primer Autor y Año de publicación	País de	Diseño del estudio	Tamaño de muestra	Intervención o exposición	Desenlace o evento	Magnitud del desenlace*	IC o valor de p
-----------------------------------	---------	--------------------	-------------------	---------------------------	--------------------	-------------------------	-----------------

Tabla de estrategia de búsqueda




Base de datos	Selecciona los filtros activados en la búsqueda	Algoritmo de búsqueda
PubMed	Text Availability <input type="checkbox"/> Abstract <input type="checkbox"/> Free full text <input type="checkbox"/> Full text Article Attribute <input type="checkbox"/> Associated data Article Type <input type="checkbox"/> Book and Documents <input type="checkbox"/> Clinical Trial <input type="checkbox"/> Meta-Analysis <input type="checkbox"/> RCT <input type="checkbox"/> Review <input type="checkbox"/> Systematic Review Publication Date <input type="checkbox"/> 1 year <input type="checkbox"/> 5 years <input type="checkbox"/> 10 years <input type="checkbox"/> Custom Range Article Type <input type="checkbox"/> Address <input type="checkbox"/> Autobiography <input type="checkbox"/> Bibliography <input type="checkbox"/> Case Reports <input type="checkbox"/> Classical Article <input type="checkbox"/> Clinical Conference <input type="checkbox"/> Clinical Study <input type="checkbox"/> Clinical Trial Protocol <input type="checkbox"/> Clinical Trial, Phase I <input type="checkbox"/> Clinical Trial, Phase II <input type="checkbox"/> Clinical Trial, Phase III <input type="checkbox"/> Clinical Trial, Phase IV <input type="checkbox"/> Clinical Trial, Veterinary <input type="checkbox"/> Comment	<input type="checkbox"/> Letter <input type="checkbox"/> Multicenter Study <input type="checkbox"/> News <input type="checkbox"/> Newspaper Article <input type="checkbox"/> Observational Study <input type="checkbox"/> Observational Study, Veterinary <input type="checkbox"/> Overall <input type="checkbox"/> Patient Education Handout <input type="checkbox"/> Periodical Index <input type="checkbox"/> Personal Narrative <input type="checkbox"/> Portrait <input type="checkbox"/> Practice Guideline <input type="checkbox"/> Pragmatic Clinical Trial <input type="checkbox"/> Preprint <input type="checkbox"/> Published Erratum <input type="checkbox"/> Research Support, American Recovery and Reinvestment Act <input type="checkbox"/> Research Support, N.I.H., Extramural <input type="checkbox"/> Research Support, N.I.H., Intramural <input type="checkbox"/> Research Support, Non-U.S. Gov't <input type="checkbox"/> Research Support, U.S. Gov't, Non-P.H.S. <input type="checkbox"/> Research Support, U.S. Gov't, P.H.S. <input type="checkbox"/> Research Support, U.S. Gov't <input type="checkbox"/> Retracted Publication <input type="checkbox"/> Retraction of Publication <input type="checkbox"/> Scientific Integrity Review <input type="checkbox"/> Technical Report <input type="checkbox"/> Twin Study

Base de datos	de	Selecciona los filtros activados en la búsqueda	Algoritmo de búsqueda
PubMed		<input type="checkbox"/> Comparative Study <input type="checkbox"/> Congress <input type="checkbox"/> Consensus Development Conference <input type="checkbox"/> Consensus Development Conference, NIH <input type="checkbox"/> Controlled Clinical Trial <input type="checkbox"/> Corrected and Republished Article <input type="checkbox"/> Dataset <input type="checkbox"/> Dictionary <input type="checkbox"/> Directory <input type="checkbox"/> Duplicate Publication <input type="checkbox"/> Editorial <input type="checkbox"/> Electronic Supplementary Materials <input type="checkbox"/> English Abstract <input type="checkbox"/> Evaluation Study <input type="checkbox"/> Festschrift <input type="checkbox"/> Government Publication <input type="checkbox"/> Guideline <input type="checkbox"/> Historical Article <input type="checkbox"/> Interactive Tutorial <input type="checkbox"/> Interview <input type="checkbox"/> Introductory Journal Article <input type="checkbox"/> Lecture <input type="checkbox"/> Legal Case <input type="checkbox"/> Legislation	<input type="checkbox"/> Validation Study <input type="checkbox"/> Video-Audio Media <input type="checkbox"/> Webcast Species <input type="checkbox"/> Humans <input type="checkbox"/> Other Animals Language <input type="checkbox"/> English <input type="checkbox"/> Spanish <input type="checkbox"/> Others Sex <input type="checkbox"/> Female <input type="checkbox"/> Male Journal <input type="checkbox"/> Medline Age <input type="checkbox"/> Child: birth-18 years <input type="checkbox"/> Newborn: birth-1 month <input type="checkbox"/> Infant: birth-23 months <input type="checkbox"/> Infant: 1-23 months <input type="checkbox"/> Preschool Child: 2-5 years <input type="checkbox"/> Child: 6-12 years <input type="checkbox"/> Adolescent: 13-18 years <input type="checkbox"/> Adult: 19+ years <input type="checkbox"/> Young Adult: 19-24 years <input type="checkbox"/> Adult: 19-44 years <input type="checkbox"/> Middle Aged + Aged: 45+ years <input type="checkbox"/> Middle Aged: 45-64 years <input type="checkbox"/> Aged: 65+ years <input type="checkbox"/> 80 and over: 80+ years

Base de datos	de	Selecciona los filtros activados en la búsqueda	Algoritmo de búsqueda
Google scholar		Idioma <input type="checkbox"/> Cualquier idioma <input type="checkbox"/> Buscar solo páginas en español Buscar artículos <input type="checkbox"/> Con todas las palabras <input type="checkbox"/> Con la frase exacta <input type="checkbox"/> Con al menos una de las palabras	<input type="checkbox"/> Sin las palabras Donde las palabras aparezcan <input type="checkbox"/> En todo el artículo <input type="checkbox"/> En el título del artículo Mostrar artículos fechados entre - <input type="checkbox"/> Artículos de revisión
		Base de datos <input type="checkbox"/> Toda la base de datos <input type="checkbox"/> Solo tesis impresas <input type="checkbox"/> Solo tesis digitales	<input type="checkbox"/> Universidad <input type="checkbox"/> Escuela/Facultad <input type="checkbox"/> Grado <input type="checkbox"/> Carrera

	Campo de búsqueda <input type="checkbox"/> Todos los campos <input type="checkbox"/> Título <input type="checkbox"/> Sustentante <input type="checkbox"/> Asesor <input type="checkbox"/> Tema	<input type="checkbox"/> Año <input type="checkbox"/> Clasificación Adyacencia <input type="checkbox"/> Buscar las palabras separadas <input type="checkbox"/> Buscar las palabras juntas Periodo del al
Cochrane	<input type="checkbox"/> Year <input type="checkbox"/> Date <input type="checkbox"/> Source <input type="checkbox"/> Language	
PROSPERO	<input type="checkbox"/> Health área of review <input type="checkbox"/> Type and method of the review <input type="checkbox"/> Source of the review <input type="checkbox"/> Status of the review <input type="checkbox"/> Restrict search to specific fields <input type="checkbox"/> Date added to PROSPERO	

Anexo 2. Carta de excepción de consentimiento informado

 **GOBIERNO DE MÉXICO**  

DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS
Unidad Médica de Alta Especialidad
Hospital de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación
"Dr. Victorio de la Fuente Narváez", Ciudad de México
Dirección de Educación e Investigación en Salud

Ciudad de México a 05.06.23

Solicitud de Excepción de la Carta de Consentimiento Informado

Para dar cumplimiento a las disposiciones legales nacionales en materia de investigación en salud, solicito al Comité de Ética en Investigación 34018 de la UMAE de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación "Dr. Victorio de la Fuente Narváez", en la Ciudad de México, que apruebe la excepción de la carta de consentimiento informado debido a que el protocolo de investigación **Efecto de la exposición laboral a la radiación en la salud de cirujanos ortopedistas: Una revisión sistemática**, es una propuesta de investigación **sin riesgo** que no requiere la recolección de ningún dato contenido en los expedientes clínicos.

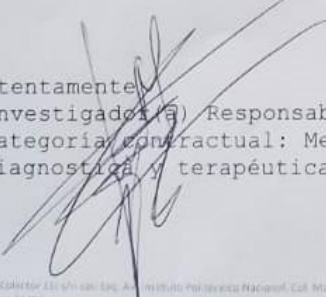
Manifiesto de Confidencialidad y Protección de Datos

En apego a las disposiciones legales de protección de datos personales, me comprometo a recopilar solo la información que sea necesaria para la investigación y esté contenida en el expediente clínico y/o base de datos disponible, así como codificarla para imposibilitar la identificación del paciente, resguardarla, mantener la confidencialidad de esta y no hacer mal uso o compartirla con personas ajenas a este protocolo.


La información recabada será utilizada exclusivamente para la realización del protocolo **Efecto de la exposición laboral a la radiación en la salud de cirujanos ortopedistas: Una revisión sistemática** cuyo propósito es una **Tesis**.

Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento se procederá acorde a las sanciones que procedan de conformidad con lo dispuesto en las disposiciones legales en materia de investigación en salud vigente y aplicable.


Atentamente,
Investigador(a) Responsable: Juan Manuel Torres Fernández
Categoría contractual: Médico adscrito al servicio de Imagenología diagnóstica y terapéutica.



Caj. Federal (Colaborador) de la Secretaría de Salud, Instituto Politécnico Nacional, Cal. Magdalena de las Salinas, Alameda Guzmán A. Moreno, C. F. 0670, CDHMX, Tel. 55 5747 8500, Ext. 31606 www.imss.gob.mx

 **2023**
Francisco VILA

Anexo 3: Carta de no inconveniencia por parte del Director de la UMAE donde se efectuará el protocolo de investigación.



DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS
Unidad Médica de Alta Especialidad
Hospital de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación
"Dr. Victorio de la Fuente Narváez", Ciudad de México
Dirección de Educación e Investigación en Salud

Ciudad de México a 05.06.2023

Carta de No Inconveniente del Director de la Unidad donde se efectuará el Protocolo de Investigación

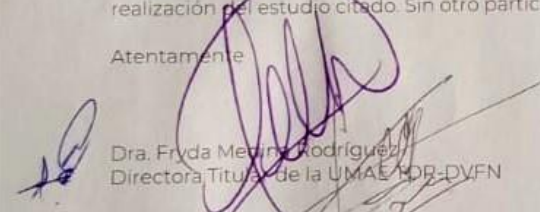
A Quien Corresponda
Instituto Mexicano del Seguro Social
Presente


Por medio de la presente con referencia al "Procedimiento para la Evaluación, Registro, Seguimiento, Enmienda y Cancelación de Protocolos de Investigación presentados ante el Comité Local de Investigación en Salud y el Comité Local de Ética en Investigación" Clave 2810-003-002, así como en apego a la normativa vigente en Materia de Investigación en Salud, en mi carácter de Directora Titular de la UMAE de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación "Dr. Victorio de la Fuente Narváez" en la Ciudad de México, declaro que no tengo inconveniente en que se efectúe en esta institución el protocolo de investigación en salud titulado: **Efecto de la exposición laboral a la radiación en la salud de cirujanos ortopedistas: Una revisión sistemática**


Vinculado al Alumno/ **Leonardo Daniel Romero Cabrera** del curso de especialización médica en **Ortopedia**. El cual será realizado en el Servicio de Imagenología diagnóstica y terapéutica, bajo la dirección del investigador responsable **Juan Manuel Torres Fernández** en caso de que sea aprobado por el Comité de Ética en Investigación en Salud 34018 y el Comité Local de Investigación en Salud 3401, siendo este el responsable de solicitar la evaluación del proyecto, así como una vez autorizado y asignado el número de registro, informar al Comité Local de Investigación en Salud (CLIS) correspondiente, respecto al grado de avance, modificación y eventualidades que se presenten, durante el desarrollo del mismo en tiempo y forma.

A su vez, hago mención de que esta Unidad cuenta con la infraestructura necesaria, así como los recursos humanos capacitados para atender cualquier evento adverso que se presente durante la realización del estudio citado. Sin otro particular, reciba un cordial saludo.


Atentamente


Dra. Fryda Medina Rodríguez
Directora Titular de la UMAE DOR-DVFN





Investigador Responsable


Jefe de Servicio

Para el investigador responsable: Favor de imprimir, firmar, y escanear el documento; posteriormente desde su bandeja como investigador en SIRELCIS, se cargará en anexos. Hacer llegar la original al secretario del CLIS correspondiente.



Anexo 4: Carta de aceptación del tutor.

 **GOBIERNO DE MÉXICO**  

DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS
Unidad Médica de Alta Especialidad
Hospital de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación
"Dr. Victorio de la Fuente Narváez", Ciudad de México
Dirección de Educación e Investigación en Salud

Ciudad de México a 05.06.2023

Carta de aceptación de tutor y/o investigador responsable del proyecto

Nombre del Servicio/ Departamento
Imagenología diagnóstica y terapéutica

Nombre del/La Jefe de Servicio/ Departamento:
Juan Manuel Torres Fernández

Por medio de la presente con referencia al "Procedimiento para la Evaluación, Registro, Seguimiento y Modificación de Protocolos de Investigación en Salud presentados ante el Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud" Clave 2810-003-002; Así como en apego en la normativa vigente en Materia de Investigación en Salud, Declaro que estoy de acuerdo en participar como tutor del trabajo de investigación del/a Alumno(a) **Leonardo Daniel Romero Cabrera** del curso de especialización médica en **Ortopedia**, avalado por la Universidad Nacional Autónoma de México, vinculado al proyecto de investigación titulado:

Efecto de la exposición laboral a la radiación en la salud de cirujanos ortopedistas: Una revisión sistemática

En el cual se encuentra como investigador/a responsable el/la:
Juan Manuel Torres Fernández


Siendo este(a) el(la) responsable de solicitar la evaluación del proyecto, así como una vez autorizado y asignado el número de registro, informar al Comité Local de Investigación en Salud (CLIS) correspondientemente, respecto al grado de avance, modificación y eventualidades que se presenten, durante el desarrollo de este en tiempo y forma.

Nombre y firma autógrafa del/La Tutor/a
Carlos Fernando Aguirre Parra

Nombre y firma del/La Investigador/a responsable:
Juan Manuel Torres Fernández

Para el investigador responsable: Favor de imprimir, firmar, escanear el documento; posteriormente desde su bandeja como investigador responsable en SIRELCIS, se cargará en anexos. Hacer llegar la original al secretario del CLIS correspondiente.

En Partida 27 dentro del rubro 800. Por medio del Instituto Mexicano del Seguro Social, dependiente de las Salidas, Actividad Cuadrada A
México, C. P. 06770. C. P. 06770. Tel. 55 5747 2600. Ext. 24485. www.imss.gob.mx

 **2023**
Francisco VILLA

Anexo 5: Dictamen de aprobación del comité de Ética.



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



Dictamen de Aprobado

Comité de Ética en Investigación **34018**.

Unidad Médica de Alta Especialidad De Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación Dr. Victorio de la Fuente Narváez

Registro COFEPRIS **17 CI 09 005 092**

Registro CONBIOÉTICA **CONBIOETICA 09 CEI 001 2018012**

FECHA **Viernes, 07 de julio de 2023**

Doctor (a) JUAN MANUEL TORRES FERNANDEZ

P R E S E N T E

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **Efecto de la exposición laboral a la radiación en la salud de cirujanos ortopedistas: Una revisión sistemática**, 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 **PROBADO**:

Número de Registro Institucional

Sin número de registro

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.

ATENTAMENTE

Licenciado (a) ESTELA LOPEZ MARTINEZ
Presidente del Comité de Ética en Investigación No. 34018

Imprimir

IMSS

SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

Anexo 6: Dictamen de aprobación del comité de Investigación.



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud **3401**.

Unidad Médica de Alta Especialidad De Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación Dr. Victorio de la Fuente Narváez

Registro COFEPRIS **17 CI 09 005 092**

Registro CONBIOÉTICA **CONBIOETICA 09 CEI 001 2018012**

FECHA **Martes, 25 de julio de 2023**

Doctor (a) JUAN MANUEL TORRES FERNANDEZ

P R E S E N T E

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **Efecto de la exposición laboral a la radiación en la salud de cirujanos ortopedistas: Una revisión sistemática**, 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 **PROBADO**:

Número de Registro Institucional

R-2023-3401-040

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.

ATENTAMENTE

Doctor (a) Fryda Medina Rodriguez
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 3401

Imprimir

IMSS

SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL