



DIPUTACIÓN DE PALENCIA



Universidad de Valladolid

Escuela Universitaria de Enfermería de Palencia
"Dr. Dacio Crespo"

GRADO EN ENFERMERÍA
Curso académico (2023-24)

Trabajo Fin de Grado

**Rol preventivo de la enfermera en los
servicios de imagenología.**

Revisión bibliográfica

Estudiante: Illán Seoane Rúa.

Tutor/a: Noema Estébanez Villar.

Mayo, 2024

ÍNDICE

GLOSARIO DE SIGLAS.....	3
RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	7
MARCO TEÓRICO	7
Historia de los rayos X	8
Técnicas de imagenología	9
Papel enfermero en los servicios de imagenología.....	12
Principales efectos adversos.....	13
JUSTIFICACIÓN.....	14
OBJETIVOS.....	15
Objetivo general	15
Objetivos específicos	15
MATERIAL Y MÉTODOS.....	16
Descriptores.....	16
Criterios de inclusión y exclusión.....	16
Criterios de inclusión	16
Criterios de exclusión	16
Bases de datos y fuentes empleadas	17
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
1. Grado de conocimiento y problemática de los efectos adversos	20
1.1 Efectos adversos de la radiación ionizante	20
1.2 Conocimiento de los profesionales sanitarios sobre las consecuencias de la radiación ionizante.....	23
2. El papel enfermero en la prevención de los efectos adversos.....	26

3. Plan de cuidados estandarizado.....	28
CONCLUSIÓN.....	33
BIBLIOGRAFÍA	34
ANEXOS	41
ANEXO 1: DIAGRAMA DE FLUJO	41
ANEXO 2: ARTÍCULOS BIBLIOGRÁFICOS USADOS EN LA DISCUSIÓN	42
ANEXO 3: RIESGOS PARA LA SALUD Y ESTIMACIÓN DE DÍAS DE VIDA PERDIDOS.....	49
ANEXO 4: EFECTOS ADVERSOS DE LA RADIACIÓN IONIZANTE	50
ANEXO 5: ZONAS DE RADIACIÓN Y ÁREAS DE SEGURIDAD	54
ANEXO 6: MEDIDAS DE BARRERA PLOMADAS Y DOSIMETRÍA	56

GLOSARIO DE SIGLAS

- **ALARA:** As Low As Reasonably Achievable. Tan bajo como sea razonablemente posible.
- **BOE:** Boletín Oficial del Estado.
- **CIRP:** Comisión Internacional de Protección Radiológica.
- **CP:** Complicación Potencial.
- **CSN:** Consejo de Seguridad Nuclear.
- **DeSH:** Descriptores en Ciencias de la Salud.
- **Gy:** Grays. unidad derivada de la dosis de radiación ionizante en el Sistema Internacional de Unidades.
- **INVEAT:** Plan de Inversión en Equipos de Alta Tecnología.
- **MeSH:** Medical Subjects Headings.
- **NANDA:** North American Nursing Association.
- **NIC:** Nursing Interventions Classification.
- **NOC:** Nursing Outcomes Classification.
- **OIEA:** Organismo Internacional de Energía Atómica.
- **OMS:** Organización Mundial de la Salud.
- **PET/TEP:** Tomografía por Emisión de Positrones.
- **RM:** Resonancia Magnética.
- **SERAM:** Sociedad Española de Radiología Médica.
- **Sv:** Sieverts. Unidad de equivalencia de dosis de radiación ionizante del Sistema Internacional de Unidades.

- **TCEFU:** Tomografía Computarizada por Emisión de Fotón Único.
- **TC/TAC:** Tomografía Computarizada.

RESUMEN

Los servicios de imagenología son fundamentales para el diagnóstico de todo tipo de patologías, se estima que el 80% de las decisiones médicas requiere de este tipo de servicios. La gran variedad de exploraciones, han demandado un perfil de profesional con una gran capacidad de adaptación, y con conocimientos en cuidados de enfermería, fundamentales para poder disminuir los posibles riesgos y así poder realizar las diferentes pruebas con seguridad para el paciente y los profesionales.

El objetivo principal es analizar el grado de conocimiento de los profesionales de la salud sobre los efectos adversos ocasionados por la radiación ionizante, mediante la determinación del papel de los profesionales de enfermería en la prevención de los efectos secundarios y el planeamiento de un plan de cuidados en la prevención y promoción de la salud radiológica.

Se realizó una búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos en ciencias de la salud, para ello se utilizó un lenguaje controlado mediante los MeSH y sus correspondientes DeCS, unidos por el operador booleano AND: Se encontraron un total de 263 artículos, de los cuales se seleccionaron 55 para su lectura completa, quedándose 19 útiles. Se completó la investigación en motores de búsqueda y/o a base de búsquedas inversas, se encontraron 3 estudios incluidos por su relevancia. Quedándose un total de 22 artículos.

Los estudios analizados coinciden en el riesgo para la salud de las radiaciones ionizantes. Evidenciando la relevancia de la formación de los profesionales. Los artículos están de acuerdo en que los profesionales de enfermería tienen un papel fundamental para la prevención de efectos adversos de la radiación, aplicando medidas de protección más allá de la asistencia técnica y actualización de conocimientos; puesto que educan a los pacientes y personas implicadas, esclarecen dudas y reducen su ansiedad para minimizar futuros riesgos.

Palabras clave: Atención de enfermería, plan de cuidados, protección radiológica, servicios de imagenología y efectos adversos de la radiación ionizante.

ABSTRACT

Imaging services are fundamental for the diagnosis of all types of pathologies, with an estimated 80% of medical decisions requiring these services. The wide variety of examinations has demanded a profile of professionals with great adaptability and knowledge in nursing care, essential to reduce possible risks and thus perform the different tests safely for the patient and professionals involved.

The main objective is to analyze the level of knowledge of healthcare professionals about the adverse effects caused by ionizing radiation, by determining the role of nursing professionals in the prevention of side effects and the planning of a care plan in the prevention and promotion of radiological health.

A bibliographic search was conducted in the main health science databases, using controlled language through MeSH and their corresponding DeCS, combined with the boolean operator AND: A total of 263 articles were found, of which 55 were selected for full reading, with 19 deemed useful. The search was supplemented by searches in search engines and/or reverse searches, with 3 studies included for their relevance. A total of 22 articles were retained.

The studies analyzed agree on the health risk of ionizing radiation, highlighting the relevance of professional training. The articles concur that nursing professionals play a fundamental role in preventing adverse effects of radiation, applying protective measures beyond technical support and knowledge update; as they educate patients and those involved, clarify doubts, and reduce anxiety to minimize future risks.

Keywords: Nursing care, care plan, radiological protection, radiology services, and adverse effects of ionizing radiation.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

MARCO TEÓRICO

Los servicios de imagenología son unos de los más concurridos a lo largo del día. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que el 80% de las decisiones médicas en los países desarrollados se toman con la ayuda de la radiología, recibiendo a numerosos pacientes que se someten a diversas pruebas por diferentes razones. Según un estudio de la “*Sociedad Española de Radiología Médica*” (SERAM), se realizan más de 40 millones de pruebas de imagen al año en nuestro país para detectar o realizar seguimiento a muchas patologías. De las cuales, más del 45% son radiografías, mientras que el 18% son tomografía computarizada (TC o TAC), 18+% ecografías, 9% resonancias magnéticas (RM), 5% mamografías y el 5% otras pruebas de imagen médica. ⁽¹⁾

En España, según datos del portal estadístico del Ministerio de Sanidad, los hospitales han aumentado, desde el 2015 hasta el 2021, el uso de equipos de imagen para la detección de patologías, en un 18%, de 2895 a 3431.

Dentro del programa Plan de Inversión en Equipos de Alta Tecnología (INVEAT) lanzado en 2021 por el Ministerio de Sanidad, se ha buscado dar un impulso a los sistemas de imagen en los hospitales españoles para mejorar la capacidad diagnóstica y de tratamiento, así como mejorar la calidad de vida de los pacientes gracias al diagnóstico temprano.

En estas unidades, cada usuario es atendido por un equipo multidisciplinario con tareas específicas asignadas. Para los trabajadores de esta área, es crucial comprender las razones detrás de cada estudio para poder entender la situación de la persona y brindarle el acompañamiento más apropiado. El papel de los profesionales de enfermería es indispensable al proporcionar un cuidado integral, promoviendo la colaboración del paciente y su tranquilidad durante la realización de las diferentes pruebas.

Del mismo modo, debido a los avances tecnológicos, se han ido observando cambios en cuanto al modo de realización de las técnicas y en las funciones de los distintos profesionales sanitarios que desempeñan su labor en estas Unidades. Así pues, cada trabajador tiene unas tareas asignadas cuya línea es importante saber diferenciar, aunque en la realidad la labor sea llevada a cabo por personas de distintas formaciones indiferentemente. A pesar de ello y de la escasez de personal de Enfermería en estos Servicios, son muchas las competencias que se llevan a cabo. ⁽²⁾

Historia de los rayos X

En 1895, William Conrad Roentgen gracias a un error fortuito investigando la conductividad electromagnética vio que, al aplicar corriente eléctrica a través de un tubo de vacío, una pantalla recubierta con una sustancia fluorescente se iluminaba, incluso cuando un objeto se interponía. A estos rayos los llamó X debido a su naturaleza desconocida. Poco después, en 1896, se realizaron las primeras radiografías médicas, con un enfoque inicial en la detección de fracturas y anomalías óseas. ⁽³⁾



Imagen 1⁽³⁾ William Conrad Roentgen

Así mismo, Su aplicación médica comenzó rápidamente, revolucionando el diagnóstico al proporcionar imágenes del interior del cuerpo sin intervención invasiva.

La radiografía se convirtió en una herramienta esencial en materia de la salud.

La evolución de los rayos X a lo largo del tiempo ha experimentado hitos significativos. En las primeras décadas del siglo XX, la tecnología de generación de rayos X avanzó

con la introducción de tubos de Coolidge en 1913, permitiendo una emisión más constante. Durante este período, las películas radiográficas empezaron a reemplazar las placas de vidrio, mejorando la calidad y durabilidad de las imágenes.

En la década de 1950, la radiografía fluoroscópica permitió la visualización en tiempo real de estructuras internas durante procedimientos médicos. La llegada de la tomografía axial computarizada (TAC) en 1972 llevó la capacidad de imagen a un nivel tridimensional, transformando la práctica diagnóstica. ⁽⁴⁾

A finales del siglo XX, la digitalización revolucionó la radiografía. En la década de 1980, se introdujeron los primeros sistemas de radiografía digital directa. Posteriormente, en la década de 1990, se mejoró aún más la resolución y velocidad de adquisición de imágenes.

En el siglo XXI, la miniaturización y portabilidad de los equipos de rayos X han permitido su aplicación en diversas situaciones clínicas y de emergencia. La resonancia magnética (RM) y la tomografía por emisión de positrones (PET) se han integrado con la radiografía convencional para una evaluación más completa.

La reducción de la dosis de radiación ha sido una preocupación constante. A lo largo de las décadas, se han implementado técnicas de optimización y el diseño de detectores más sensibles. Estos avances han contribuido a minimizar la exposición del paciente sin comprometer la calidad de la imagen.

En resumen, la evolución de los rayos X se ha desarrollado a lo largo del tiempo, con descubrimientos y mejoras tecnológicas clave que han transformado la radiología y mejorado la atención médica. ⁽⁵⁾

Técnicas de imagenología

La imagenología es un concepto que se usa para nombrar el conjunto de técnicas y procedimientos que permiten obtener imágenes del cuerpo con fines terapéuticos/diagnósticos o científicos. Es fundamental saber discernir entre Radiología, Radioterapia y Medicina Nuclear (servicios de imagenología) definiendo sus límites.

Radiología

La radiología representa una disciplina médica que emplea tecnologías de imagen para diagnosticar y tratar enfermedades. Se divide en dos áreas principales: radiología diagnóstica y radiología intervencionista. Los profesionales especializados en radiología se conocen como radiólogos. ⁽⁶⁾

- **Radiología Diagnóstica:** La radiología diagnóstica facilita a los proveedores de atención médica la visualización de estructuras internas del cuerpo. Los radiólogos de diagnóstico interpretan estas imágenes y, mediante ellas, pueden diagnosticar síntomas, evaluar la respuesta del cuerpo a tratamientos, y detectar diversas enfermedades como cáncer de mama, cáncer de colon o enfermedades cardíacas. Los exámenes radiológicos de diagnóstico comunes incluyen tomografía computarizada (TC), fluoroscopia, resonancia magnética (RM), mamografía, medicina nuclear, radiografías simples, tomografía por emisión de positrones (TEP), y ultrasonido.
- **Radiología Intervencionista:** Los radiólogos intervencionistas utilizan imágenes, como TC, ecografía, RM y fluoroscopia, para guiar procedimientos. Estas imágenes ayudan al médico a introducir instrumentos y herramientas pequeñas en el cuerpo, evitando incisiones grandes. Los radiólogos intervencionistas participan frecuentemente en tratamientos relacionados con cáncer, bloqueos en arterias y venas, miomas uterinos, dolor de espalda, problemas hepáticos y renales. Los procedimientos incluyen angiografía, embolización, tratamientos contra el cáncer, ablación de tumor, vertebroplastia, biopsias, embolización de arterias uterinas, colocación de sonda de alimentación y catéteres para acceso venoso, entre otros. Este enfoque suele requerir solo incisiones mínimas, y la estancia hospitalaria es generalmente breve, con frecuencia se administra sedación moderada. ⁽⁶⁾

Radioterapia

La radioterapia constituye un método de tratamiento para combatir el cáncer mediante la aplicación de dosis elevadas de radiación con el objetivo de eliminar las células cancerosas y frenar su propagación. Aproximadamente la mitad de los pacientes con cáncer se someten a este tratamiento, el cual puede ser administrado de manera

externa, a través de máquinas especializadas, o interna, mediante el uso de sustancias radioactivas colocadas dentro del cuerpo por un médico. El tipo específico de radioterapia que se prescribe depende de diversos factores, tales como el tipo de cáncer, el tamaño y la ubicación del tumor en el cuerpo, la proximidad del cáncer a tejidos normales susceptibles a la radiación, la extensión que debe abarcar la radiación en el cuerpo, el estado general de salud del paciente y su historial médico, la posible combinación con otros tratamientos contra el cáncer, así como otros elementos como la edad y condiciones médicas adicionales. (7)

Es importante señalar que la terapia de radiación puede afectar tanto a las células cancerosas como a las células normales, por lo que la planificación del tratamiento se realiza con cuidado para minimizar los posibles efectos secundarios. Entre los efectos secundarios comunes se encuentran cambios en la piel y fatiga, si bien otros efectos secundarios dependerán de la parte específica del cuerpo que se esté tratando. En algunos casos, la radioterapia se combina con otros enfoques terapéuticos como la cirugía o la quimioterapia. (7)



Imagen 2. STATISTA Evolución número equipos radioterapia España (8)

Medicina Nuclear

La medicina nuclear constituye una rama especializada de la medicina que emplea radiotrazadores, también conocidos como radiofármacos, para analizar las funciones corporales y para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Dispositivos especialmente diseñados, como las cámaras, posibilitan a los médicos rastrear la

trayectoria de estos radiotrazadores. Las modalidades más frecuentes en medicina nuclear son la Tomografía Computarizada por Emisión de Fotón Único (TCEFU) y la Tomografía por Emisión de Positrones (TEP).⁽⁹⁾

Papel enfermero en los servicios de imagenología

El personal de enfermería tiene la responsabilidad de cuidar a los pacientes, lo cual incluye la protección radiológica propia y ajena. En los últimos años, su función ha ganado relevancia en el sistema de atención sanitaria.

La educación para la salud promovida por el Equipo de Enfermería reduce la ansiedad del paciente, promoviendo la cooperación durante los procedimientos radiológicos. Con el mismo fin informan sobre los riesgos y beneficios de las pruebas y/o tratamientos ayudando a la toma de decisiones informadas y a la adhesión a las medidas de protección radiológica. De este modo, los profesionales de enfermería garantizan la seguridad radiológica al seguir protocolos y formas de actuación para el manejo de situaciones de emergencia, además de llevar a cabo un correcto monitoreo y seguimiento del paciente para detectar efectos secundarios agudos y a largo plazo, haciendo de la vigilancia epidemiológica un pilar fundamental.⁽¹⁰⁾

Por lo tanto, los enfermeros deben estar alerta, comprender y contribuir a la implementación del principio de justificación. Este principio dicta que cualquier decisión que afecte la exposición a la radiación debe ser más beneficiosa que perjudicial. Aunque la justificación de un examen médico que involucra radiación es responsabilidad de los médicos que lo prescriben, todos los miembros del equipo de salud deben conocer los criterios y herramientas utilizados para tomar decisiones. En resumen, es necesario que tengan un profundo conocimiento sobre los efectos en la salud asociados con la radiación ionizante.⁽¹¹⁾

Principales efectos adversos

EFFECTOS ADVERSOS	DESCRIPCIÓN
Eritema cutáneo	Enrojecimiento temporal de la piel similar a quemadura solar.
Náuseas y vómitos	Pueden ocurrir en casos de exposición muy alta.
Fatiga	Sensación de cansancio y debilidad generalizada.
Cambios en la sangre	Alteraciones temporales en los recuentos sanguíneos.
Daño a tejidos y órganos	Resulta de exposiciones prolongadas y no controladas.
Mayor riesgo de cáncer	Aumento del riesgo con exposiciones repetidas a dosis elevadas.
Efectos en el sistema reproductivo	Puede afectar las células reproductivas y la fertilidad.

Tabla 1: Efectos adversos de la radiación ⁽¹²⁾

Entre los efectos más conocidos por la población general se encuentra el riesgo de contraer cáncer. Respecto a esto, diversos estudios epidemiológicos realizados en poblaciones expuestas a radiación, como los sobrevivientes de bombas atómicas o pacientes sometidos a radioterapia, han indicado que el riesgo de desarrollar cáncer aumenta significativamente cuando las dosis superan los 100 mSv. Sin embargo, investigaciones más recientes en pacientes expuestos a radiación médica durante la infancia, como en tomografías computarizadas, han revelado que incluso dosis más bajas, entre 50 y 100 mSv, pueden estar asociadas con un incremento en el riesgo de cáncer. ⁽¹³⁾

Aunque nos centraremos en las radiaciones ionizantes, en estos servicios también se emiten radiaciones electromagnéticas (No ionizantes), de las que se ha probado que tienen semejantes y graves efectos adversos sobre la salud humana como evidencian los siguientes datos epidemiológicos.

- **Radiación electromagnética muy improbable** (2 a 10% de probabilidad que exista una relación causa-efecto): Alteraciones reproductivas o de desarrollo/malformaciones congénitas.
- **Radiación electromagnética como factor etiológico posible** (10 a 50% de probabilidades de existencia de relación causa-efecto): Enfermedad de Alzheimer/Cáncer de mama masculino/Problemas cardíacos.
- **Radiación electromagnética como factor etiológico probable** (más de 50% de probabilidades de existencia de relación causa-efecto): Cáncer cerebral en adultos/Aborto espontáneo/Esclerosis lateral amiotrófica. ⁽¹⁴⁾

Cotejados estos datos, resulta fundamental la realización de un seguimiento de cohortes de pacientes expuestos a radiación a largo plazo para detectar la incidencia de cáncer y otros efectos adversos relacionados con la radiación. Los datos epidemiológicos recopilados a partir de estos estudios son fundamentales para informar políticas y prácticas de protección radiológica y mejorar la seguridad de los procedimientos de imagenología.

JUSTIFICACIÓN

La protección radiológica llevada a cabo por las enfermeras en los servicios de imagenología es esencial para mitigar los efectos adversos de la radiación ionizante en pacientes y personal sanitario. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la exposición a la radiación ya sea de fuentes naturales o artificiales, como los procedimientos de diagnóstico por imágenes puede suponer un aumento en la probabilidad de la aparición de cáncer. ⁽¹³⁾ Los estudios han demostrado que la exposición a dosis moderadas y/o altas de radiación aumenta el riesgo de desarrollar tumores en órganos sensibles. Además, puede causar efectos agudos, como eritema cutáneo, náuseas, vómitos y síndrome de irradiación aguda. ⁽¹⁴⁾

El desarrollo de nuevas técnicas y de prácticas invasivas radiológicas, supone una necesidad continúa de actualización formativa de los profesionales de Enfermería que trabajan en los servicios de Imagenología siendo fundamental la posesión de conocimientos para detectar posibles complicaciones tempranas cuando aún no se

han materializado. La mirada enfermera holística repara en las necesidades físicas y emocionales, creando un ambiente más relajado y seguro. ⁽¹⁵⁾ ⁽¹⁶⁾

Con el fin de promover este entorno surgen varios planes de cuidados enfermeros derivados de los problemas reales a los que se enfrentan los pacientes en este ámbito, resaltaremos 2 diagnósticos ([00126] Conocimientos deficientes y [00146] Ansiedad). Para ello nos ayudaremos de *Nanda International (NANDA)*, *Nursing Outcomes Classification (NOC)* y la *Nursing Interventions Classification (NIC)*. ⁽¹⁷⁾

OBJETIVOS

Objetivo general

- Analizar el grado de conocimiento de los profesionales de la salud sobre los efectos adversos ocasionados por la radiación ionizante.

Objetivos específicos

- Determinar el papel de los profesionales de enfermería en la prevención de los efectos secundarios de la radiación ionizante.
- Describir un plan de cuidados enfermeros en la prevención y promoción de la salud en usuarios susceptibles de recibir radiación ionizante.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente Trabajo de Fin de Grado se ha elaborado tras la realización de una revisión bibliográfica de la literatura científica existente sobre el papel enfermero en los servicios de imagenología. Dicha investigación tuvo lugar en los meses comprendidos entre diciembre de 2023 y mayo de 2024. Con tal fin, se ha hecho una búsqueda en las principales bases de datos en ciencias de la salud para responder a los objetivos marcados, así como también se han empleado guías clínicas.

Descriptores

Para la realización de este trabajo se ha utilizado un lenguaje controlado, en el que se emplearon los siguientes tesauros: Medical Subjects Headings (MeSH) y sus correspondientes Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) que fueron combinados con el operador booleano AND:

- Nursing Care / Cuidados de Enfermería
- Care plan / Plan de cuidados
- Radiology services / Servicios de Imagenología
- Radiological protection / Protección radiológica
- Adverse effects of ionizing radiation / Efectos adversos de la radiación ionizante.

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión

- Se ha dado prioridad a aquellos artículos con una antigüedad no superior a 5 años (Se ha incluido algún artículo de más antigüedad por su relevancia).
- Artículos en idioma castellano e inglés.

Criterios de exclusión

- Artículos relacionados con no humanos.
- Artículos pediátricos.

Bases de datos y fuentes empleadas

Fórmula de búsqueda A: Radiology services and Adverse effects of ionizing radiation/Servicios de radiología and Efectos adversos de la radiación ionizante

Fórmula de búsqueda B: Nursing care and radiological protection / Cuidados de enfermería and protección radiológica

Base de datos	PUBMED		CINAHL		SCIELO		DIALNET	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Fórmula de búsqueda	A	B	A	B	A	B	A	B
Número total de resultados	118	487	12	9	4	3	2	4
Filtros	2018/2024	2018/2024	X	X	X	X	X	X
Resultados con filtros	45	184	12	9	4	3	2	4
Artículos relevantes	20	20	5	2	2	2	1	1
Artículos excluidos por estar repetidos	0	0	1	1	0	1	0	0
Artículos excluidos por resumen	13	11	2	0	0	0	1	0
Artículos escogidos por lectura completa	6	7	2	1	1	1	0	1

Tabla 2: Metodología de búsqueda

En total se han encontrado 263 artículos durante la búsqueda bibliográfica, de los cuales se han seleccionado 53 relevantes para su lectura, quedándose 19 útiles. Como se puede ver en el *Anexo 1*.

Reseñar que las búsquedas mostradas en la tabla superior se han hecho de forma concreta y premeditada, utilizando los descriptores de la salud estipulados. Sin embargo, también se han empleado otros artículos, estudios o material informativo encontrados en las páginas de fuentes oficiales: es el caso de cursos impartidos por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), del Boletín Oficial del Estado (BOE) o de un protocolo enfermero en cuidados de Radiología realizado por el Consejo General de Colegios Oficiales de Enfermería de España en colaboración con el Instituto Español de Investigación Enfermera.

También se han hecho uso de estudios obtenidos a través de motores de búsqueda, pues, para adquirir conocimientos previos sobre el tema. Cabe destacar el uso de un artículo ⁽¹⁰⁾ para la elaboración de la introducción que ha sido empleado también en resultados y discusión por su importancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los artículos seleccionados para realizar esta revisión bibliográfica se clasifican en:

3 ensayos clínicos ^(28,41,42)	1 ensayo clínico randomizado ⁽²⁴⁾
3 metaanálisis ^(19,23,25)	1 estudio prospectivo ⁽³⁴⁾
1 estudio observacional ⁽³⁰⁾	2 revisiones sistemáticas ^(31,40)
2 estudio transversales ^(29, 33)	2 estudio cualitativo ^(32,35)
2 estudios cuantitativos ^(21,27,39)	1 revisión bibliográfica ⁽³⁶⁾

Tabla 3: Artículos encontrados mediante búsqueda en bases de datos

De la búsqueda menos estructurada arriba comentada y centrada en motores de búsqueda y búsquedas inversas, han de destacarse: 1 estudio transversal ⁽¹⁰⁾, 1 revisión sistemática ⁽²⁰⁾ y 1 revisión bibliográfica ⁽²⁶⁾. Por todo ello, se han utilizado un total de 22 estudios para el desarrollo de este trabajo como se refleja en el siguiente gráfico. Destacar que el estudio con referencia bibliográfica ⁽²⁰⁾, resultó de una búsqueda inversa del artículo ⁽¹⁹⁾. Se agrega un resumen más detallado de los artículos empleados en el *Anexo 2*.

Para un mejor entendimiento de este trabajo, se va a dividir en 3 partes, las cuales irán dirigidas a la exposición de los objetivos generales y específicos del trabajo.

Tipos de artículos

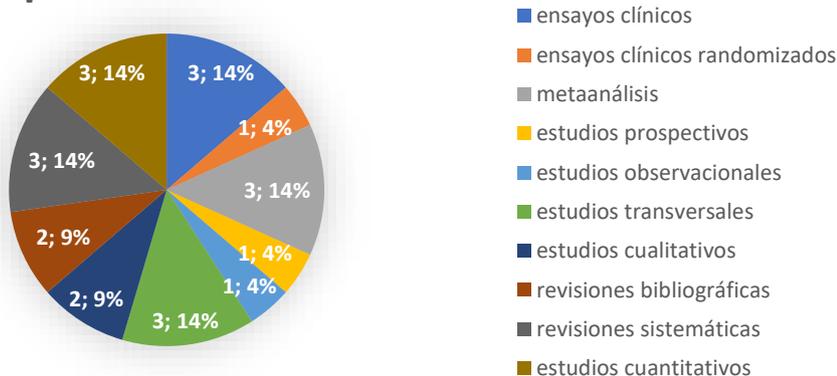


Gráfico 1: Tipos de artículos teniendo en cuenta ambas búsquedas

1. Grado de conocimiento y problemática de los efectos adversos.
2. Papel enfermero en la prevención de los efectos adversos.
3. Realización de un plan de actuación enfermero estandarizado y orientado a las complicaciones potenciales de la radiación

1. Grado de conocimiento y problemática de los efectos adversos

1.1 Efectos adversos de la radiación ionizante

Es conocido que a nivel sociocultural se convive con varios riesgos para la salud que pueden contar la vida de a medio y a largo plazo, incluso influir en la calidad de esta. Es el caso del tabaco, alcohol u otras drogas, sin embargo, la radiación constituye otro peligro y marcado por su característica e invisibilidad. La radiación de fondo natural, los Rx diagnósticos y la radiación ocupacional ocasionan pérdidas en los días de vida y en la calidad de la misma. ⁽¹⁸⁾ (Anexo 3)

Existen varias líneas de investigación que versan sobre las alteraciones clínicas de los profesionales sanitarios expuestos a radiaciones ionizantes, teniendo estos estudios distintos ángulos y perspectivas en cuanto a prevalencia de riesgos asociados y a la presencia o ausencia de estos por los trabajadores. ⁽¹⁹⁾

Diversos artículos ⁽²⁰⁻²²⁾ describen los efectos de las radiaciones ionizantes. La mayoría de los estudios que hacen referencia a las consecuencias los clasifican en estocásticos/deterministas ^(19,20,22), sin embargo, otros también los definen en agudos/tardíos ⁽²⁰⁾ o somáticos/hereditarios ⁽¹⁹⁾. Mientras que, en el caso del estudio cuantitativo ⁽²¹⁾, los agrupa teniendo en cuenta el órgano afectado.

Todos estos estudios coinciden a grosso modo en la sintomatología más evidente, los artículos ^(19,20,21,22) hablan sobre el cáncer, sobre las consecuencias oculares, sobre los efectos cutáneos y sobre los cambios en la función reproductiva y la genotoxicidad. Las referencias ^(19,22) hablan sobre consecuencias a nivel hematopoyético y los estudios ^(19,21) citan el efecto a nivel tiroideo y cardiovascular. El artículo ⁽²⁰⁾ incluye también efectos a nivel capilar, malformaciones cerebrales y óseas y el síndrome de

irradiación. La referencia ⁽²²⁾ es la única que hace referencia a las consecuencias del sistema inmunitario. Ver en el *Anexo 4* la tabla resumen de los principales efectos secundarios.

Cabe destacar una extensa revisión sistemática de 15098 estudios junto a un metaanálisis ⁽²³⁾, en la que se estudió a un amplio espectro de individuos expuestos a radiación ocupacional o ambiental de forma terapéutica o diagnóstica, el cual exhibe un riesgo sustancialmente elevado por cada unidad de dosis para todos los subtipos de enfermedades cardiovasculares. Este artículo concluye resaltando que sus descubrimientos tienen importantes repercusiones tanto para los pacientes como para los responsables de la protección radiológica hacia los trabajadores.

En contraposición, a lo anteriormente expuesto, un estudio clínico randomizado ⁽²⁴⁾ realizado en 2022, evidencia que los trabajadores expuestos a dosis bajas de radiación también pueden sufrir lesiones, siendo el personal de radiología intervencionista el más expuesto y el que más experimenta los efectos adversos más notables. Este estudio resalta la importancia del análisis de aberraciones cromosómicas como un indicador clave en la vigilancia de la salud ocupacional de los trabajadores expuestos a la radiación. Además, hace hincapié en que el personal de medicina nuclear no debe subestimar la importancia de monitorear la exposición a la radiación interna en su práctica profesional.

En línea de lo expuesto, un metaanálisis ⁽²⁵⁾ basado en diferentes estudios transcontinentales llevado a cabo en 2022. (Población de 111.6 millones de pacientes), demostró que, ante la exposición de radiaciones ionizantes, había un incremento significativo de la probabilidad para la aparición de cáncer en el adulto cuanta mayor radiación recibiesen los pacientes. En el cual también se demostró que no existía diferencias significativas en cuanto a la edad, sexo, país o continente de los pacientes estudiados, y la calidad del estudio.

En contraposición al estudio anterior ⁽²⁵⁾, en una revisión ⁽²⁶⁾ realizada en 2014 sobre los trastornos hematopoyéticos en trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes, las investigaciones mencionadas y revisadas sugieren que la exposición a la radiación ionizante sí tiene en cuenta la edad de los trabajadores. Especialmente en edades

avanzadas, puede aumentar el riesgo de desarrollar Mieloma Múltiple y Leucemias debido a la capacidad limitada de renovación celular y al efecto mutagénico de la radiación en las células.

Es por ello por lo que los tres anteriores artículos ^(24,25,26), corroboran la idea de que la radiación puede producir consecuencias genómicas y explican su relación con la dosis y el tiempo. Los estudios ^(25,26) afirman un aumento proporcional de los riesgos conforme crece la dosis. La última investigación ⁽²⁶⁾ añade además el factor tiempo y su relación directa con estas consecuencias aumentando la sensibilidad a los efectos cancerígenos de forma progresiva en la edad adulta.

Con respecto a otro metaanálisis ⁽¹⁹⁾ llevado a cabo en 2022, en uno de sus estudios se examinó a un conjunto de trabajadores expuestos profesionalmente a radiaciones ionizantes, concluyendo que el 63% de los trabajadores expuestos al realizarse una ecografía tiroidea mostraron anomalías en dicha glándula, mientras que en los no expuestos solo se evidenció en un 43%. La prevalencia de las anomalías tiroideas entre los expuestos fue del 44% para el bocio difuso, del 32% para los nódulos y del 24% para los quistes.

Con relación, a las consecuencias oculares debido a las radiaciones, destacar dos estudios. El primer artículo, un estudio cuantitativo ⁽²⁷⁾ realizado en el año 2018, aborda las consecuencias oculares de la radiación en los médicos de la Unidad del Dolor que realizaron intervenciones empleando el arco en C, concluyendo que, aun teniendo en cuenta las limitaciones del estudio (sólo participó personal médico cualificado), la dosis de radiación ocular fue considerablemente menores, que la de las pautas de seguridad europeas recomendadas. Por otro lado, el otro estudio, un ensayo clínico alemán ⁽²⁸⁾ llevado a cabo en el mismo año, analizó las dosis parciales y totales de radiación en el personal urológico que realiza intervenciones mediante fluoroscopia. Evidenciando que, se pueden realizar aproximadamente 1000 intervenciones hasta alcanzar el límite de dosis anual del cristalino, situada en 20 mSv según las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica. Como consecuencia a esta recomendación, resultó la exigencia por parte de la Norma Internacional de Seguridad Básica del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y la directiva del Consejo Europeo 2013/59/EURATOM, de reducir la dosis

máxima anual de 150 mSv a 20. ⁽²⁸⁾ Coinciden ambos estudios ^(27,28) en que, tanto médicos de la Unidad del Dolor ⁽²⁷⁾ como urólogos ⁽²⁸⁾, estaban expuestos a dosis ocupacionales de radiación en el cristalino siendo, en sendos casos, significativamente menores que las pautas de seguridad europeas recomendadas.

Existen otros tipos de síntomas más inespecíficos y comunes asociados a la radiación ionizante. Según un estudio transversal ⁽²⁹⁾ realizado en 2011, el 62,5% del personal sanitario expuesto refirió tener por lo menos una vez al mes sensación de apetito disminuido. Con relación a las náuseas, el 37,5% de los entrevistados las tuvieron al menos 1 vez al mes, el 12,5% lo afirmó respecto al vómito, el 37,5% sobre la diarrea. Cansancio y dolor muscular fueron presentados al menos 1 vez al mes por el 12,5%. Finalmente, la cefalea fue uno de los síntomas más prevalentes, el 12,5% de los técnicos afirman tenerlo 1 vez al mes, otro 12,5% dos veces, el mismo porcentaje para cinco veces. Cifras mayores como el 25% fueron deducidas para gente que afirmó tener más de 5 cefaleas al mes y para los que comentaron no tenerlo habitualmente, respectivamente.

1.2 Conocimiento de los profesionales sanitarios sobre las consecuencias de la radiación ionizante

En un estudio observacional prospectivo ⁽³⁰⁾ basado en los resultados de una encuesta validada, realizado en 2018, a una muestra de 171 médicos, se demostró que en su inmensa mayoría los facultativos de urgencias carecían de un conocimiento extenso sobre los riesgos que procedían de las exploraciones radiológicas. En una situación de emergencia aproximadamente uno de cada siete pacientes se somete a una tomografía computarizada, lo que equivale al 25% de todas las tomografías computarizadas realizadas en los Estados Unidos de América. Resaltando la importancia de la formación de los facultativos de urgencias y la necesidad de que estén familiarizados con las dosis de radiación y los riesgos asociados con estos estudios solicitados, y puedan así evaluar si son realmente necesarios.

Una revisión sistemática ⁽³¹⁾ realizada en 2021, evidenció que los profesionales de la salud muestran competencia, actitudes favorables y una conciencia adecuada sobre protección radiológica, además sugirió la implementación de estándares en la

preparación de planes educativos, practicas/residencias hospitalarias y cursos de formación, especialmente dirigidos al personal de radiología y a los responsables de políticas sanitarias. También se observó que el personal sanitario que poseía un mayor conocimiento en este ámbito era el de médicos radiólogos debido a la naturaleza de su profesión.

Sobre el conocimiento de los efectos secundarios por parte de los enfermeros, según un estudio cualitativo ⁽³²⁾ en base a una entrevista semiestructurada en dos centros de Medicina Nuclear de Brasil (2017), se objetivaron deficiencias de los profesionales encuestados, donde se llegó a afirmar expresamente que “no se conocían los efectos, pero si el hecho de que fuesen acumulativos”. Desconociendo determinadas consecuencias derivadas de la radiación: como las lesiones cutáneas, la leucopenia y la infertilidad.

En contraposición a lo expuesto anteriormente, un estudio transversal descriptivo ⁽¹⁰⁾ elaborado en el año 2022 donde el 85% de los participantes eran enfermeros. El 57,5% de los participantes en la encuesta pudo identificar algún efecto biológico de la radiación ionizante. Es relevante señalar que el 35,9% mencionó específicamente el cáncer, el 15,3% habló de mutaciones en la molécula de ADN, y un 10,2% mencionó malformaciones. Además, un 7,7% hizo referencia a la posible relación con la infertilidad o esterilidad, mientras que un 5,5% mencionó la atrofia en la glándula tiroides, siendo estos los efectos más citados. Evidenciando el conocimiento o noción de la existencia de efectos adversos por parte de los profesionales de enfermería.

De igual forma, un estudio transversal ⁽³³⁾ llevado a cabo con profesionales de enfermería de distintos servicios y hospitales de Finlandia en el año 2019 concluyó que las enfermeras mostraron una comprensión sólida en cuanto a protección radiológica, aunque presentaron bajo nivel de conocimientos en áreas como la física de la radiación, biología y los principios de la radiación. Específicamente, aquellas profesionales de enfermería que no habían recibido formación en esta materia demostraron un entendimiento aún más limitado en estas tres áreas en comparación con aquellas que sí habían completado dicha formación.

En cuanto a la importancia de una correcta comunicación verbal entre trabajadores para prevenir consecuencias. Un estudio prospectivo realizado ⁽³⁴⁾ en el año 2014, separó a los profesionales de enfermería en 2 grupos a los que se les asignaron 93 procedimientos de radiología intervencionista: uno de "llamada" (50 procedimientos) y otro de "no llamada" (43 procedimientos). En el grupo de "llamada", la enfermera tenía la responsabilidad de notificar al técnico de radiología que desconectara la radiación cuando necesitara acercarse al paciente, para cesar el haz de rayos y además aplicar medidas de seguridad adicionales. En contraste, en el grupo de "no llamada", la enfermera no tenía esta responsabilidad y podía acercarse al paciente y al foco de radiación sin avisar previamente al técnico para que cesase la emisión de esta. Posteriormente, se evaluaron las dosis de radiación recibidas por las enfermeras, que fueron determinadas mediante el análisis de dos tarjetas de seguimiento (similares a dosímetros) que registraban la dosis efectiva de radiación. Los resultados revelaron que en el grupo de "llamada" las dosis de radiación recibidas por las enfermeras fueron inferiores en comparación con el grupo de "no llamada"

Finalmente, y respecto al papel de los profesionales de enfermería, una investigación cualitativa brasileña ⁽³⁵⁾ del año 2015 logra inferir que la fragilidad de los conocimientos acerca de la radiación puede generar actitudes que potencian o no previenen los riesgos y los desgastes inherentes al trabajo de la enfermería radiológica, derivado de la formación en los planes de estudio de la carrera. El artículo afirma la importancia de su correcta implementación en el plan de estudios. Del mismo modo, el hecho de ser la radiación algo invisible con lo que se trabaja de forma colectiva, conlleva a la tendencia a evadir responsabilidades acerca de su uso entre profesionales, de esta forma "si la radiación es algo externo al trabajador, no hace parte de su naturaleza", retroalimentando esto a la no asunción de las imprescindibles obligaciones (protección radiológica) al respecto.

No solo los profesionales sanitarios expuestos albergan peligros, sino que también los profesionales no expuestos a la radiación tienen que cumplir una serie de instrucciones específicas. En este grupo se engloban: el personal de limpieza, de seguridad, administrativo y de mantenimiento. Las directrices generales versan sobre saber identificar la localización de las áreas restringidas y saber reconocer los bultos

que contengan material radioactivo para llevar a cabo las medidas de protección existentes. ⁽¹⁸⁾

2. El papel enfermero en la prevención de los efectos adversos

En el ámbito profesional de la radioprotección, una revisión bibliográfica ⁽³⁶⁾ del año 2022 busca evidenciar la interconexión entre gestionar, cuidar y educar, en lugar de establecer distinciones entre estas tres dimensiones del cuidado. Para lograr este propósito, este tipo de prevención enfocada en las consecuencias indeseables de las radiaciones ionizantes, se centra en la implementación y desarrollo de políticas públicas, la administración eficiente de recursos humanos y materiales, la formación continua y profesional de los equipos, a través de un enfoque crítico-reflexivo de los profesionales y de la organización efectiva de la asistencia, mejorando la calidad del cuidado por medio de la aplicación de prácticas respaldadas por evidencias, la planificación y evaluación del cuidado mediante la sistematización de la asistencia en enfermería, y la participación activa en investigaciones en el ámbito de la salud y la profesión.

En línea de buscar la interconexión entre gestión, cuidado y educación, de una forma más esquemática, según el marco de actuación de las/os enfermeras/os en el ámbito de los cuidados en Radiología propuesto por el Consejo General de Colegios Oficiales de Enfermería de España en colaboración con el Instituto Español de Investigación Enfermera ⁽¹¹⁾, muchas son las áreas asistenciales, entre las que resaltan:

- Fomento de la salud en radiología.
- Colaboración en equipos interdisciplinarios.
- Contribución a investigaciones.
- Implementación y evaluación de tecnología médica.
- Creación de protocolos.
- Garantía de calidad y seguridad para pacientes.
- Prevención y control de infecciones.
- Ejecución de procedimientos diagnósticos y terapéuticos.
- Prevención y manejo de efectos secundarios.
- Registro de resultados y acciones enfermeras.

- Capacitación de personal sanitario.

Entre las funciones de la enfermería centradas en la protección radiológica, destacan las siguientes:

- Comprender los principios físicos y biológicos de las radiaciones electromagnéticas, así como sus efectos en la salud y aspectos técnicos de procedimientos en Diagnóstico y Tratamiento por Imagen, Medicina Nuclear, Radioterapia Oncológica y Braquiterapia.
- Garantizar la protección radiológica de pacientes, personal y público, cumpliendo con la legislación y aplicando el principio ALARA (acrónimo en inglés para "tan bajo como sea razonablemente posible"), evaluando riesgos asociados a estudios médicos.

Asimismo, este documento hace referencia a que se deben adoptar precauciones de seguridad no sólo con las radiaciones ionizantes, sino también en relación con los campos magnéticos. ⁽¹¹⁾

En la misma línea, se han encontrado otros estudios que comparten la misma idea y anexionan otras consideraciones al respecto, como es el caso de una revisión bibliográfica ⁽³⁶⁾ que evidencia que, si el personal de enfermería muestra deficiencias en cualquiera de estos aspectos arriba señalados, existe un aumento en el riesgo de una sobreexposición a la radiación, tanto para ellos mismos como para los pacientes y otros trabajadores presentes en el entorno. Esto conlleva una mayor probabilidad de sufrir efectos adversos relacionados con la radiación.

Otros organismos oficiales como el CSN ⁽³⁷⁾ resaltan que existen varias modificaciones a tener en cuenta para reducir el riesgo de aparición de consecuencias indeseables en este ámbito. Para ello cabe centrarse en los controles en la fuente, en el medio y en la persona, que habrán de realizarse de forma interdisciplinar ya que la radioprotección implica la participación de todos los profesionales implicados:

De igual forma, en cuanto al control del medio y con el objetivo de la protección radiológica, según el *Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes* ⁽³⁸⁾,

concretamente en su capítulo II, sección 1ª en cuanto a la clasificación y delimitación de zonas en el contexto de la prevención de la exposición, se establecen y clasifican unas zonas de seguridad en los artículos 16 y 17, respectivamente. (Ver Anexo 5) ⁽³⁹⁾

En cuanto a los controles en la persona destaca el uso de equipos de protección personal plomados. (Ver Anexo 6) ⁽⁴⁰⁾

De forma a esclarecer y sistematizar todas las acciones llevadas a cabo por el personal de enfermería para una eficiente protección radiológica, resulta indispensable la creación de un plan de cuidados estandarizado que constituye el objetivo final de este trabajo.

3. Plan de cuidados estandarizado

El propósito último es desarrollar un instrumento que permita la sistematización, registro y continuidad del cuidado en servicios de imagenología basados en la valoración inicial de las necesidades básicas según el modelo de Virginia Henderson. Para ello habrá de incluir una evaluación identificativa del paciente de todos los factores de riesgo relacionados con la sensibilidad a la radiación, como el embarazo o antecedentes de cáncer, además del grado de conocimiento del usuario sobre los riesgos asociados con la radiación ionizante. Este instrumento integrará:

- Los diagnósticos de enfermería más comunes en pacientes sometidos a procedimientos de imagenología, conforme a la clasificación de la North American Nursing Association (NANDA).
- Un lenguaje estandarizado según la Clasificación de las Intervenciones de Enfermería (NIC), en respuesta a los diagnósticos de enfermería y problemas de colaboración.
- Indicadores de la Clasificación de Resultados de Enfermería (NOC) que servirán como criterio para evaluar la efectividad de las intervenciones de enfermería.
- La interrelación entre las tres taxonomías NANDA, NOC y NIC (NNN) para los diagnósticos de enfermería, intervenciones y resultados esperados. ⁽⁴¹⁾

Con el fin de esclarecer dudas, dar información y disminuir el nivel de ansiedad de los usuarios surgen los siguientes diagnósticos estandarizados debido a su gran prevalencia:

NANDA 1: [00126] Conocimientos deficientes

FORMULACIÓN DEL DIAGNÓSTICO: *Conocimientos deficientes relacionado con ansiedad y desinformación y manifestado por seguimiento inadecuado de las instrucciones, rendimiento inadecuado en una prueba y declaraciones incorrectas sobre un tema.*

1. NOC 1: [1862] Conocimiento: manejo del estrés

Indicadores:

- [186201] Factores que causan estrés. Puntuación real: 2 / objetivo: 5.
- [186216] Técnicas de comunicación efectivas Puntuación real: 2 / objetivo: 5

1.1. NIC: [5240] Asesoramiento

Actividades:

- *Disponer la intimidad y asegurar la confidencialidad.*
- *Favorecer la expresión de sentimientos.*

1.2. NIC: [5820] Disminución de la ansiedad

Actividades:

- *Utilizar un enfoque más sereno que de seguridad.*
- *Escuchar con atención.*
- *Ayudar al paciente a identificar las situaciones que precipitan la ansiedad.*

1.3. NIC: [4920] Escucha activa

Actividades:

- *Mostrar interés por el paciente.*
- *Practicar técnicas de reflexión y clarificación para facilitar la expresión de preocupaciones.*
- *Aclarar el mensaje.*

NANDA 2: [00146] Ansiedad

FORMULACIÓN DEL DIAGNÓSTICO: *Ansiedad relacionado con estresores y expresa preocupación y manifestado por expresa angustia, expresa inseguridad y nerviosismo.*

1. NOC 1: [1402] Autocontrol de la ansiedad

Indicadores:

- [140217] Controla la respuesta de la ansiedad. Puntuación real: 2 / objetivo: 4.
- [140220] Obtiene información para reducir la ansiedad. Puntuación real: 2 / objetivo: 4.

1.1. NIC [7680] Ayuda a la exploración

Actividades:

- *Explicar el motivo del procedimiento.*
- *Utilizar un lenguaje adecuado para el nivel de desarrollo al explicar los procedimientos a los niños.*
- *Crear un ambiente de intimidad.*
- *Explicar al paciente cada paso del procedimiento.*
- *Asegurarse de que las exploraciones se realizan.*

A continuación, de forma a prevenir los efectos secundarios asociados, se enunciarán las complicaciones potenciales debidas a la radiación ionizante, dentro de las más frecuentes, y se determinarán las actividades enfermeras encaminadas a su prevención/tratamiento.

Complicación potencial (CP): Eritema/Quemadura/Lesión cutánea secundaria a radiación ionizante

Actividades:

- *Determinar los riesgos de salud del paciente, según corresponda.*
- *Valorar periódicamente el estado de la piel en los pacientes de alto riesgo.*
- *Realizar una exploración física para identificar alteraciones en la piel (lesiones, ampollas, úlceras o abrasiones).*
- *Establecer el tratamiento adecuado, usando los protocolos vigentes.*
- *Evaluar la herida, examinando su profundidad, extensión, localización, dolor, agente causal, exudación, granulación o tejido necrótico, epitelización y signos de infección.*
- *Aplicar agentes tópicos a la herida, según corresponda.*

Según un ensayo clínico ⁽⁴²⁾ llevado a cabo en 2015 con películas barrera se demostró que pueden ser útiles contra el prurito asociado a la dermatitis. Respecto a los corticosteroides pueden retrasar el momento de aparición de reacciones cutáneas graves y también reducir la incidencia de dermatitis por radiación grave.

- *Recomendar métodos para proteger la parte afectada.*

Complicación potencial (CP): Náuseas/Vómitos secundarios a radiación ionizante

Actividades:

- *Realizar una valoración completa de las náuseas, incluyendo la frecuencia, la duración, la intensidad y los factores desencadenantes, utilizando herramientas como un diario de autocuidado, una escala visual analógica, las Escalas Descriptivas de Duke y el Índice de Rhodes de Náuseas y Vómitos.*
- *Animar al paciente a aprender estrategias para controlar las náuseas.*
- *Evaluar experiencias pasadas con las náuseas (p. ej., embarazo y marearse en el coche).*
- *Evaluar el efecto de las náuseas sobre la calidad de vida (p. ej., apetito, actividad, desempeño laboral, responsabilidad y sueño).*

- *Reducir o eliminar los factores personales que desencadenan o aumentan las náuseas (ansiedad, miedo, fatiga y desconocimiento).*
- *Monitorizar los efectos del tratamiento de las náuseas.*
- *Valorar el color, la consistencia, la presencia de sangre y la duración de la emesis, así como el grado en el que es forzado.*
- *Medir o estimar el volumen de la émesis.*
- *Asegurarse de que se han administrado antieméticos eficaces para prevenir el vómito siempre que haya sido posible.*

Complicación potencial (CP): Fatiga secundaria a radiación ionizante

Actividades:

- *Determinar los déficits del estado fisiológico del paciente que producen fatiga según el contexto de la edad y el desarrollo*
- *Controlar la ingesta nutricional para asegurar recursos energéticos adecuados.*

Complicación potencial (CP): Catarata secundaria a radiación ionizante

Actividades:

- *Aplicar protección ocular, según corresponda.*
- *Asegurarse de que los párpados están cerrados.*
- *Realizar u organizar evaluaciones y cribados rutinarios de la visión.*
- *Monitorizar las implicaciones funcionales de la disminución de la visión (p. ej., riesgo de lesiones, depresión, ansiedad y capacidad de realizar actividades de la vida diaria, así como actividades valoradas).*
- *Ayudar al paciente o a la familia a identificar recursos disponibles para la rehabilitación visual.*
- *Derivar al paciente que necesite tratamiento quirúrgico o médico de otro tipo.*

Complicación potencial (CP): Cáncer secundario a radiación ionizante

Actividades:

- *Realizar la autoexploración recomendada en la detección del cáncer.*

- *Realizar las pruebas de detección de cáncer recomendadas (screening).*
- *Eliminar el consumo de tabaco y otros tóxicos.*
- *Identificar los factores de riesgo del cáncer.*
- *Protegerse de radiaciones tanto naturales como artificiales.*

Complicación potencial (CP): Infertilidad/Esterilidad secundaria a radiación ionizante

Actividades:

- *Informar acerca de los factores relacionados con la infertilidad (edad materna superior a 35 años, enfermedades de transmisión sexual, quimioterapia y radiación).*
- *Remitir a la paciente con historial de posibles trastornos de fertilidad para un diagnóstico y tratamiento precoces.*
- *Ayudar a la paciente a que reciba apoyo en el trabajo para el tratamiento de la fertilidad.*

CONCLUSIÓN

Los estudios encontrados han demostrado que la exposición a dosis moderadas y/o altas de radiación durante procedimientos diagnóstico y/o terapéuticos, aumenta el riesgo de padecer efectos adversos, sobre todo, en órganos sensibles como el tiroides, el cristalino y el sistema hematopoyético, por lo que se ha de tener presente la importancia de una correcta actuación para reducir tales efectos.

El compromiso de los profesionales de enfermería va más allá de la mera asistencia técnica para esclarecer dudas y minimizar la ansiedad; implica garantizar la seguridad en el manejo de la radiación, tanto para los pacientes como para el propio personal. Para ello, la mayoría de los artículos evidencian que resulta indispensable una correcta formación del personal sanitario para mantenerse al día con los avances y asegurar la calidad de la atención brindada.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sociedad Española de Radiología Médica. En España se realizan más de 40 millones de pruebas de imagen al año, según la Sociedad Española de Radiología Médica. Sociedad Española de Radiología Medica [Internet]. 2022 [citado el 18 de febrero de 2024]; Disponible en: <https://seram.es/en-espana-se-realizan-mas-de-40-millones-de-pruebas-de-imagen-al-ano-segun-la-sociedad-espanola-de-radiologia-medica-seram/>
2. Pérez M. Antón V. García L, et Al. Importancia del papel de enfermería en cuanto al trato del paciente en los servicios de radiodiagnóstico. RSI [Internet]. 2021; [citado el 18 de febrero de 2024]; Disponible en: https://revistasanitariadeinvestigacion.com/importanciadel-papel-de-enfermeria-en-cuanto-al-trato-del-paciente-en-los-servicios-deradiodiagnostico/?utm_content=cmp-true
3. Fresquet JL. Historia de la primera radiografía. Foro Nuclear. Universidad de valencia. 2019. [citado el 23 de febrero de 2024]; Disponible en: <https://www.foronuclear.org/actualidad/a-fondo/historia-de-la-primera-radiografia/>
4. Ambrosio R. Por la historia de la Medicina. Los rayos X. Gaceta Facultad de Medicina. Universidad Nacional Autónoma de México. [citado el 24 de febrero de 2024]; Disponible en: <https://gaceta.facmed.unam.mx/index.php/2021/07/28/por-la-historia-de-la-medicina-los-rayos-x/#:~:text=Los%20rayos%20X%20fueron%20descubiertos,placa%20de%20metal%20para%20poder%20%E2%80%9C>
5. Luna Fantony A. 110 años de Rayos X. Perspectiva histórica de la radiología [Internet]. Seminario Médico. 2006. Vol. 58. N°2. pag 107–130. [citado el 24 de febrero de 2024]; Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6303428>
6. Radiología. In: MedlinePlus [Internet]. 2024. [citado el 24 de febrero de 2024]; Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/007451.htm>

7. Radioterapia. In: MedlinePlus [Internet]. 2024. [citado el 24 de febrero de 2024]; Disponible en: https://docs.google.com/document/d/1VcPnRniS4e_QXVwfmZbmTK_BKQp_s0AFLX-NpKczOV0/edit
8. STATISTA Research Department. Evolución anual del número de equipos de radioterapia en España de 2010 a 2019. STATISTA. (2022). [citado el 24 de febrero de 2024]; Disponible en: <https://es.statista.com/estadisticas/648819/unidades-de-radioterapia-enespana/>
9. Medicina Nuclear. In: MedlinePlus [Internet]. [citado el 24 de febrero de 2024]; Disponible en: <https://www.nibib.nih.gov/espanol/temas-cientificos/medicina-nuclear>
10. Bellotti M. Sub-Dimensions of the Culture of Patient Safety and Radiological Protection in Professional Activities with Ionizing Radiation in the Field of Nursing. Revista Salud, Educación y Sociedad (SEYS) [Internet]. 2023 Mar. Vol 2. Nº1. Pag 40-55. [citado el 4 de marzo de 2024]; Disponible en: <https://rid.ugr.edu.ar/bitstream/handle/20.500.14125/780/Art%c3%adculo%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
11. Marco de actuación de las/os enfermeras/os en el ámbito de los cuidados en Radiología. Consejo General de Colegios Oficiales de Enfermería de España / Instituto Español de Investigación Enfermera [Internet]. 2022; [citado el 4 de marzo de 2024]; Disponible en: <https://www.colegioenfermeriahuesca.org/wp-content/uploads/2022/07/MARCO-ACTUACION-RADIOLOGIA-JULIO-2022.pdf>
12. Real Gallego A. Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes [Recurso de aprendizaje]. Universidad Complutense de Madrid. 2015. [citado el 14 de marzo de 2024]; Disponible en: https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-19202/Efectos%20biologicos%20de%20las%20RI_Almodena%20Real_16%20nov%202015.pdf
13. Organización Mundial de la Salud. Efectos en la salud de las radiaciones ionizantes. [Internet]. Organización Mundial de la Salud. 2023. [citado el 14 de

- marzo de 2024]; Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-and-health-effects>
14. Tchernitchin AN. Efectos de la radiación electromagnética sobre la salud. CMS [Internet]. 25 de diciembre de 2004 [citado 14 de marzo de 2024];44(4):221-34. Disponible en: <https://cuadernosms.cl/index.php/cms/article/view/826>
15. American Cancer Society. Riesgos de la radiación relacionados con los estudios por imágenes [Internet]. American Cancer Society. 2016. [citado 14 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.cancer.org/es/cancer/diagnostico-y-etapa-del-cancer/pruebas/estudios-por-imagenes/riesgos-de-la-radiacion-asociados-con-los-estudios-por-imagenes.html>
16. Consejo de Seguridad Nuclear. La protección radiológica en el medio sanitario. [Internet] Consejo de Seguridad Nuclear. (2012). [citado 14 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.csn.es/documents/10182/914805/La+protecci%C3%B3n+radiol%C3%B3gica+en+el+medio+sanitario>
17. NNNConsult. [Internet]. 2024. [citado 14 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www-nnnconsult-com.ponton.uva.es/>
18. Comunidad de Aragón. Protección radiológica para trabajadores de hospital. Comunidad de Aragón. (n.d.). [citado 25 de abril de 2024]. Disponible en: https://www.aragon.es/documents/20127/674325/Manual_trabajadores_ProtRad.pdf/b96d02f4-2e6f-adc6-a546-454c293ed687
19. Ávila Carrillo VP. Alteraciones clínicas en la salud del personal expuesto a radiaciones ionizantes en los hospitales. RSAN [Internet]. 29 de junio de 2022 [citado 25 de abril de 2024];(50):133-47. Disponible en: <https://revista.sangregorio.edu.ec/index.php/REVISTASANGREGORIO/article/view/2028>
20. Bueno Díaz J, Romero Uribe M, Chacón Zambrano L, et al. Una mirada real y actualizada sobre los efectos de las dosis de radiación percibidas por los pacientes y los trabajadores del área de radiología. Rev Neuronum. 2020 [citado 25 de abril

de 2024];6(2):185-97. Disponible en:
<https://eduneuro.com/revista/index.php/revistaneuronum/article/view/238>

21. Montes Semblantes, EP. Efectos de las radiaciones ionizantes en el personal de enfermería quirúrgico [Tesis en Internet]. Universidad regional autónoma de los andes "UNIANDÉS"; 2023. 2020 [citado 25 de abril de 2024] Disponible en: <https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/17540/1/UA-MQI-EAC-015-2024.pdf>

22. Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). Módulo 4: Efectos de la radiación sobre la salud. Consejo de Seguridad Nuclear (n.d.). [Internet]. [citado 25 de abril de 2024] Disponible en: <https://www.csn.es/documents/10182/950714/Curso+General+de+Formaci%C3%B3n+de+Actuantes+en+Emergencias+Nucleares.+TEMA+04.+Protecci%C3%B3n+radiol%C3%B3gica.+Presentaciones/e6e5c912-f836-4d92-b004-b3a9a7bf1b84>

23. Little MP, Azizova TV, Richardson DB, Tapio S, Bernier M, Kreuzer M et al. Ionising radiation and cardiovascular disease: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2023; 380:e072924. [citado 25 de abril de 2024] Disponible en: <https://www.bmj.com/content/380/bmj-2022-072924>

24. Liu G, Zhang R, Li Y, Wu XQ, Niu LM, Liu YY, et al. Study of low-dose radiation workers ionizing radiation sensitivity index and radiation dose-effect relationship. *Health Phys.* 2022;123(4):332-9. [citado 28 de abril de 2024] Disponible en: <https://doi.org/10.1097/HP.0000000000001593>

25. Cao CF, Ma KL, Shan H, et al. CT Scans and Cancer Risks: A Systematic Review and Dose-response Meta-analysis. *BMC Cancer.* 2022;22(1):1238. [citado 28 de abril de 2024] Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12885-022-10310-2>

26. Méndez Arias A, Maldonado Gil JJ. Trastornos hematopoyéticos en trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes. *Medicina. seguro. trab.* [Internet]. 2014 Mar; 60(234): 143-160. [citado el 28 de abril de 2024]. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2014000100012&lng=es

27. Kelly R, McMahon A, Hegarty D. Ionizing Radiation Dose Exposure to the Ocular Region of Pain Physicians During C-arm Guided Pain Interventions. *Pain Physician*. 2018;21(5):E523-E532. [citado el 28 de abril de 2024]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30282400/>
28. Hartmann J, Distler F, Baumüller M, Guni E, Pahernik S, Wucherer M. Risk of Radiation-Induced Cataracts: Investigation of Radiation Exposure to the Eye Lens During Endourologic Procedures. *J Endourol*. 2018;32(10):897-903. [citado el 28 de abril de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1089/end.2018.0324>
29. Brand CI, Fontana RT, dos Santos AV. The health of radiology workers: some considerations. *Texto & Contexto Enfermagem* [Internet]. 2011 ene; 20(1):68–75. [citado el 28 de abril de 2024]. Disponible en: <https://search-ebSCOhost-com.ponton.uva.es/login.aspx?direct=true&db=ccm&AN=104899651&lang=es&site=e=ehost-live&scope=site>
30. Barnawi RA, Alrefai WM, Qari F, Aljefri A, Hagi SK, Khafaji M. Doctors' knowledge of the doses and risks of radiological investigations performed in the emergency department. *Saudi Med J*. 2018;39(11):1130-1138. [citado el 28 de abril de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.15537/smj.2018.11.23091>
31. Behzadmehr R, Doostkami M, Sarchahi Z, Dinparast Saleh L, Behzadmehr R. Radiation protection among health care workers: knowledge, attitude, practice, and clinical recommendations: a systematic review. *Reviews on Environmental Health*. 2021;36(2): 223-234. [citado el 28 de abril de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1515/reveh-2020-0063>
32. Coelho de Melo JA, Gelbcke FL, Huhn A, Viana E. Nursing Workloads in Nuclear Medicine. *Journal of Nursing UFPE / Revista de Enfermagem UFPE* [Internet]. 2017 Mar. 11(3):1279–88. [citado el 30 de abril de 2024]. Disponible en: <https://search-ebSCOhost-com.ponton.uva.es/login.aspx?direct=true&db=ccm&AN=121858104&lang=es&site=e=ehost-live&scope=site>

33. Hirvonen L, Schroderus-Salo T, Henner A, Ahonen S, Kääriäinen M, Miettunen J, et al. Nurses' knowledge of radiation protection: A cross-sectional study. *Radiography*. 2019;25(4):279-402, e79-e122. [citado el 30 de abril de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.radi.2019.04.011>
34. Komemushi A, Suzuki S, Sano A, Kanno S, Kariya S, Nakatani M, et al. Radiation dose of nurses during IR procedures: a controlled trial evaluating operator alerts before nursing tasks. *J Vasc Interv Radiol*. 2014;25(8):1195-1199. [citado el 30 de abril de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2014.03.021>
35. Melo JAC de, Gelbcke FL, Huhn A, Vargas MA de O. The work process in radiological nursing: invisibility of ionizing radiation. *Texto & Contexto - Enfermagem* [Internet]. 2015 Sep; 24(3):801–8. [citado el 30 de abril de 2024]. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-07072015000300801&lng=en&tlng=en
36. Anderson TJ, Erdmann AL, Backes MTS. Nursing care management in radiation protection in interventional radiology. *Rev Gaúcha Enferm* [Internet]. 2022;43:e20210227. [citado el 30 de abril de 2024]. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rgenf/a/qWqXg5qPT3MGRrZntYjjRnS/abstract/?format=html&lang=es#>
37. Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). Módulo 11: Protección del personal de emergencia. Consejo de Seguridad Nuclear (n.d.). [Internet]. [citado el 30 de abril de 2024]. Disponible en: <https://www.csn.es/documents/10182/950714/Curso+General+de+Formaci%C3%B3n+de+Actuantes+en+Emergencias+Nucleares.+TEMA+11.+Protecci%C3%B3n+del+personal+de+emergencia.+Presentaciones/8c95e1c3-a668-4138-83de-ea5964cbebf8>
38. Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes. *Boletín Oficial del Estado (BOE)* (2001). [citado el 1 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2001->

[1455#:~:text=El%20l%C3%ADmite%20de%20dosis%20efectiva,mSv%20en%20cualquier%20a%C3%B1o%20oficial](#)

39. Marchan Vargas LC. Medidas de bioseguridad y nivel de exposición radiológica en enfermería del servicio de radioterapia en una Clínica Privada [tesis en internet]. Universidad Norbert Wiener; 2023. [citado el 1 de mayo de 2024]. Disponible en: https://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13053/10121/T061_72_299358%20_S.pdf?sequence=1&isAllowed=y
40. Fernández R, Ellwood L, Barrett D, Weaver J. Safety and effectiveness of strategies to reduce radiation exposure to proceduralists performing cardiac catheterization procedures: a systematic review. JBI Evid Synth. 2021;19(1):4-33. [citado el 1 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.11124/JBISRIR-D-19-00343>
41. Fernández Sola C, Granero Molina J, Aguilera Manrique G. Mapa de cuidados para pacientes sometidos a procedimientos en servicios de medicina nuclear. Invest Educ Enferm. 2009 27(1), 118-130. [citado el 1 de mayo de 2024]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-53072009000100013&lng=en&tlng=es.
42. Shaw SZ, Nien HH, Wu CJ, Lui LT, Su JF, Lang CH. 3M Cavilon No-Sting Barrier Film or topical corticosteroid (mometasone furoate) for protection against radiation dermatitis: A clinical trial. J Formos Med Assoc. 2015;114(5):407-414. [citado el 1 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jfma.2013.04.003>

ANEXOS

ANEXO 1: DIAGRAMA DE FLUJO

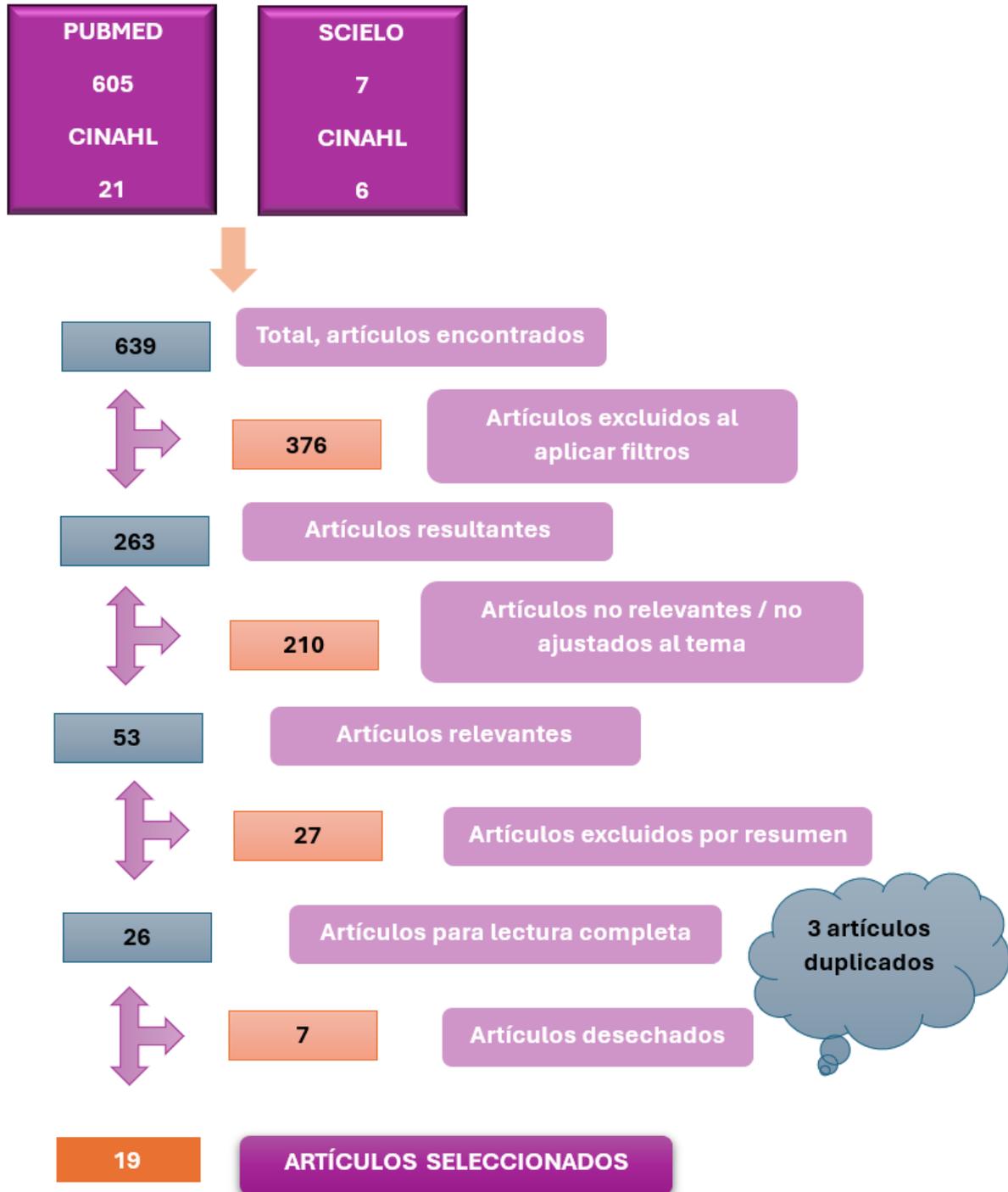


Diagrama de flujo 1: Método de búsqueda

ANEXO 2: ARTÍCULOS BIBLIOGRÁFICOS USADOS EN LA DISCUSIÓN

AUTOR / AÑO	PAÍS	TITULO	MÉTODO	RESULTADO
M. Bellotti 2022 (10)	Argentina	Sub-Dimensions of the Culture of Patient Safety and Radiological Protection in Professional Activities with Ionizing Radiation in the Field of Nursing	Estudio transversal	Los enfermeros/as necesitan comprender y transmitir conceptos de protección radiológica y seguridad.
V. Ávila 2022 (19)	Ecuador	Alteraciones clínicas en la salud del personal expuesto a radiaciones ionizantes en los hospitales	Metaanálisis	Resalta la importancia de la responsabilidad de minimizar estos riesgos mediante la dosimetría y el uso adecuado de equipos de protección personal.
J. Bueno et Al 2020	Colombia	Una mirada real y actualizada sobre los efectos de las dosis de radiación percibidas por los	Revisión sistemática	Efectos de dosis de radiación percibidas por personas en radiología pueden variar según

(20)		pacientes y los trabajadores del área de radiología		conocimientos, educación y tecnología disponible.
E. Montes 2023 (21)	Ecuador	Efectos de las radiaciones ionizantes en el personal de enfermería quirúrgico	Estudio cuantitativo	Importancia de reducir la exposición a radiación y confiar más en el examen clínico.
Mark P Little et al 2023 (23)	Estados unidos	Radiaciones ionizantes y enfermedades cardiovasculares	R. sistemática + metaanálisis	Asociación causal entre exposición a radiación y enfermedades cardiovasculares.
Liu G, Zhang R, et al 2022	China	Estudio del índice de sensibilidad a la radiación ionizante de los trabajadores con dosis bajas de radiación y la relación dosis-efecto de radiación	Ensayo clínico randomizado	Existencia de alteraciones clínicas en salud del personal expuesto.

(24)				
C. F. Cao et Al 2022 (25)	Transcontinental (Asia, Europa, América)	CT Scans and Cancer Risks: A Systematic Review and Dose- response Meta-analysis	Metaanálisis	Aumento desproporcionado de riesgos de cáncer por tomografías computarizadas, correlación con dosis y sitios.
Méndez Arias et al 2014 (26)	España	Trastornos hematopoyéticos en trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes	Revisión bibliográfica	Relación entre aumento de trastornos hematopoyéticos con mayor dosis de radiación.
A. Kelly et al 2018 (27)	Irlanda	Exposición a dosis de radiación ionizante en la región ocular de los médicos del dolor durante intervenciones para el dolor guiadas por arco en C	Estudio cuantitativo	La dosis de radiación en la región ocular fue significativamente menor que las pautas de seguridad europeas. Limitación: Estos hechos se han de constatar en médicos del dolor con menor experiencia clínica.
J. Hartmann et al	Alemania	Riesgo de cataratas inducidas por radiación: investigación de	Ensayo clínico	En este entorno, se pueden realizar aproximadamente 1000

2018 (28)		la exposición a la radiación del cristalino del ojo durante procedimientos endourológicos		intervenciones hasta alcanzar el límite de dosis anual del cristalino.
C. Band et Al 2011 (29)	Brasil	The health of radiology workers: some considerations	Estudio transversal	Aberraciones cromosómicas en salud ocupacional de trabajadores de radiología.
Rashid A. Barnawi. (2018) (30)	Arabia Saudita	Doctors' knowledge of the doses and risks of radiological investigations performed in the emergency department	Estudio observacional	Escasos conocimientos médicos sobre radiaciones en el Servicio de Urgencias.
R. Behzadmehr et al 2021 (31)	Alemania	Radiation protection among health care workers: knowledge, attitude, practice, and clinical recommendations: a systematic review	Revisión sistemática	Necesidad de mejorar educación y desempeño del personal de salud en protección radiológica.

<p>Juliana Almeida Coelho de Melo et al 2017 (32)</p>	<p>Brasil</p>	<p>Cargas de trabajo de la enfermería en medicina nuclear</p>	<p>Estudio cualitativo</p>	<p>Vulnerabilidad de la salud de los trabajadores de radiología por falta de uso de protección y conocimientos</p>
<p>Hirvonen, L. et al 2019 (33)</p>	<p>Finlandia</p>	<p>Conocimientos de las enfermeras sobre protección radiológica: un estudio transversal</p>	<p>Estudio transversal</p>	<p>La educación médica en radiación mejora el conocimiento de las enfermeras en esta área, sugiriendo la necesidad de formación para todas las enfermeras expuestas a la radiación.</p>
<p>Komemushi A. et al 2014 (34)</p>	<p>Japón</p>	<p>Radiation Dose of Nurses during IR Procedures: A Controlled Trial Evaluating Operator Alerts before Nursing Tasks</p>	<p>Estudio prospectivo</p>	<p>Dosis de radiación más bajas en enfermeras que alertan a los operadores.</p>

Melo et Al 2015 (35)	Brasil	THE WORK PROCESS IN RADIOLOGICAL NURSING: INVISIBILITY OF IONIZING RADIATION	Estudio cualitativo	El cumplimiento de normativas y la formación continua, es clave para reducir el desgaste laboral.
TJ. Anderson et Al 2022 (36)	Brasil	Gestión del cuidado de enfermería en la protección radiológica en radiología intervencionista	Revisión bibliográfica	Es necesario caracterizar la gestión de cuidados de enfermería en radiología intervencionista.
L. Marchán 2023 (39)	Perú	Medidas de bioseguridad y nivel de exposición radiológica en enfermería del servicio de radioterapia en una Clínica Privada	Estudio cuantitativo	Se trata de un planteamiento de proyecto
R. Fernández et al 2021	Australia	Safety and effectiveness of strategies to reduce radiation exposure to proceduralists performing cardiac	Revisión sistemática	Respalda el uso de delantales pélvicos plomados para proteger a los pacientes durante el cateterismo cardíaco transradial o transfemoral. Sugiere la necesidad de más

(40)		catheterization procedures: a systematic review		estudios sobre la eficacia de medidas adicionales
Sola et al 2009 (41)	España	Mapa de cuidados para pacientes sometidos a procedimientos en servicios de medicina nuclear.	Ensayo clínico	El mapa de cuidados facilita el trabajo, utiliza el proceso de enfermería y ayuda a registrar las intervenciones practicadas en pacientes sometidos a procedimientos en servicios de medicina nuclear.
S.Z. Shaw 2015 (42)	Taiwán	3M Cavilon No-Sting Barrier Film or topical corticosteroid (mometasone furoate) for protection against radiation dermatitis: A clinical trial.	Ensayo clínico	La película barrera 3M es útil contra el prurito asociado a dermatitis; los corticosteroides reducen la incidencia de dermatitis grave.

Tabla 4: Estudios empleados para la discusión del trabajo

ANEXO 3: RIESGOS PARA LA SALUD Y ESTIMACIÓN DE DÍAS DE VIDA PERDIDOS

Estimaciones de riesgo

Riesgo para la salud	Estimación de días de vida perdidos
Fumar 20 cigarrillos diarios	2370 (6,5 años)
Sobrepeso del 20 %	85
Todo tipo de accidentes	435 (1,2 años)
Accidentes de tráfico	200
Consumo de alcohol	130
Accidentes domésticos	95
Ahogamiento	41
Radiación de fondo natural (1- 3 mSv/ año)	8
Rayos X diagnósticos	6
Catástrofes naturales	3,5
Dosis de radiación ocupacional de 10 mSv	1
10 mSv/año durante 30 años	30

Imagen 3: Riesgo para la salud y días perdidos de vida ⁽¹⁸⁾

ANEXO 4: EFECTOS ADVERSOS DE LA RADIACIÓN IONIZANTE

EFECTOS ADVERSOS AGUDOS	DESCRIPCIÓN (tardan en aparecer menos de 2 semanas desde la exposición)
Secundarios a la irradiación global ⁽²⁰⁾	<ul style="list-style-type: none"> - Aplasia medular. Lesión debida a la pérdida celular. Cuanto mayor sea la dosis de radiación, más prolongada, variopinta y precoz es la sintomatología. - Síndrome de radiación aguda. Constituido por náuseas, vómitos, diarrea, fiebre y complicaciones potencialmente mortales
Secundarios a la irradiación parcial ^(19,20,21,22)	<ul style="list-style-type: none"> - Cuero cabelludo: En exposiciones de pocos minutos iguales o mayores a 3 Gray (unidad de medida de radiación), podría producir alopecia. - Piel: Con radiaciones de 10 Gy, puede ocasionar una radiodermatitis exudativa en cuestión de escasos minutos. Entre las reacciones tempranas figuran la reacción eritematosa e inflamatoria de la epidermis y/o la hiperplasia o descamación seca. - Tejidos: Estos efectos pueden darse de forma temprana o tardía, produciéndose estos primeros a dosis muy elevadas (superiores a los 80 Gy). En lo que respecta a los daños, son variables, desde una ulceración hasta una necrosis total que tardará en desarrollarse entre 14 y 25 semanas desde el cese de la exposición. - Gónadas: La radiosensibilidad de las células testiculares puede ocasionar desde oligospermia con radiaciones de de 0,3 Gy hasta esterilidad definitiva si la dosis alcanza los 4 Gy. En cuanto a los ovarios, reseñar que la esterilidad se produce a dosis bastante superiores, que rondan en torno a los 8 Gy.

Tabla 5: Efectos agudos de la radiación.

EFECTOS ADVERSOS TARDÍOS	DESCRIPCIÓN (tardan en aparecer al menos 40 semanas desde la exposición)
Oculares (19,20,21,22)	Cataratas a partir de dosis acumuladas en el cristalino de 10 Gy
Cutáneos (19,20,21,22)	Radiodermitis crónicas, con hiperqueratosis, atrofia y telangiectasias con dosis acumuladas superiores a 10 Gy. Quemaduras, descamación cutánea, prurito...
Embriogénesis (19,20,21,22)	Malformaciones fetales dependientes de la dosis y de la etapa de la vida del embrión y/o feto, entre las que destacan malformaciones cerebrales y óseas que se producen a partir de 0,3 Gy en la fase de organogénesis. Retraso intelectual a dosis superiores a 0,5 Gy después de la 8ª semana de gestación.
Cáncer (19,20,21,22)	Estas lesiones suelen producirse a medio-largo plazo a dosis muy elevadas de radiación ionizante, debido al daño oxidativo del ADN. Los tumores más altamente asociados a la exposición radiológica se localizan en el tejido hematopoyético (leucemia), tiroides, mama y pulmón
Efectos cardiovasculares (19,21,23)	Existe una conexión causal entre la exposición a dosis elevadas de radiación y la presencia de enfermedades cardiovasculares, tales como: La cardiopatía isquémica Otras afecciones cardíacas Enfermedades cerebrovasculares

Tabla 6: Efectos tardíos de la radiación.

EFFECTOS DETERMINISTAS: NIVEL TISULAR

Tejido	Efecto	Periodo de latencia aproximado	Umbral aproximado (Gy)	Dosis efectos severos	Causa
Sistema hematopoyético	Infecciones Hemorragias	2 semanas	0,5	2,0	Leucopenia Plaquetopenia
Sistema Inmune	Inmunosupresión Infección sistémica	Algunas horas	0,1	1,0	Linfopenia
Sistema gastrointestinal	Deshidratación Desnutrición	1 semana	2,0	5,0	Lesión del epitelio intestinal
Piel	Escamación	3 semanas	3,0	10,0	Daño en la capa basal
Testículo	Esterilidad	2 meses	0,2	3,0	Aspermia celular
Ovario	Esterilidad	< 1 mes	0,5	3,0	Muerte interfásica del oocito
Pulmón	Neumonía	3 meses	8,0	10,0	Fallos en la barrera alveolar
Cristalino	Cataratas	> 1 año	0,2	5,0	Fallos en la maduración
Tiroides	Deficiencias metabólicas	< 1 año	5,0	10,0	Hipotiroidismo
Sistema nervioso central	Encefalopatías y mielopatías	Muy variable según dosis	15,0	30,0	Demielinización y daño vascular



Imagen 4: Referencia bibliográfica ⁽¹¹⁾

EFFECTOS ESTOCÁSTICOS	DESCRIPCIÓN
Cáncer (19,20,21,22)	<ul style="list-style-type: none"> - Consecuencia de daño subletal (mutación) en una/pocas células. - Pueden ser de naturaleza somática o hereditaria. - La probabilidad de que ocurran, pero no la gravedad, aumenta con la dosis recibida. - No existe dosis umbral para estos efectos. - Se producen tras exposición a dosis moderadas-bajas
Enfermedades cardiovasculares (19,21,23)	<ul style="list-style-type: none"> - Un único estudio compuesto por una revisión sistemática + metaanálisis (24), determina una asociación entre la exposición aguda a dosis altas y la exposición crónica a dosis bajas y la mayoría de las patologías a nivel cardiovascular.
Efectos en el sistema inmunológico (22)	<ul style="list-style-type: none"> - Dosis altas: Efecto supresor del sistema inmunológico. - Dosis bajas: Resultados contradictorios (no efecto, estimulación, supresión).

Tabla 7: Efectos estocásticos de la radiación.

ANEXO 5: ZONAS DE RADIACIÓN Y ÁREAS DE SEGURIDAD



SUBSECRETARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE
PROTECCIÓN CIVIL Y
EMERGENCIAS



PROTECCIÓN RADIOLÓGICA. DISEÑO DE LA CENTRAL NUCLEAR

<p>Zona Vigilada Existe la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 1 mSv por año oficial.</p>	
<p>Zona Controlada Existe la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 6 mSv por año oficial. Subzonas:</p>	
<p>■ Zona de Permanencia Limitada Existe riesgo de recibir una dosis superior a los límites de dosis legislados.</p>	
<p>■ Zona de Permanencia Reglamentada Existe el riesgo de recibir en cortos períodos de tiempo una dosis superior a los límites de dosis legislados</p>	
<p>■ Zona de Acceso Prohibido Existe el riesgo de recibir, en una única exposición, dosis superiores a los límites anuales de dosis legislados</p>	

Imagen 5: Zonas de radiación ⁽³⁷⁾



SUBSECRETARÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE
PROTECCIÓN CIVIL Y
EMERGENCIAS



PROTECCIÓN RADIOLÓGICA. DISEÑO DE LA CENTRAL NUCLEAR

Tipo de zona	Definición	Tasa de dosis (µSv/h)	Contaminación Superficial (Bq/cm2)	Contaminación Ambiental (LDCA)
Libre acceso	Improbable recibir: > 1 mSv/año > 1/10 cristalino/piel/extremidades	< 0,5	No permitida	No permitida
Vigilada	Improbable recibir : > 6 mSv/año > 1/10 cristalino/piel/extremidades	< 3	< 0.4 beta < 0.04 alfa	No permitida
Controlada	Probable recibir: > 6 mSv/año > 3/10 cristalino/piel/extremidades	-	-	-
Permanencia libre	No existe riesgo de recibir dosis superiores a los límites.	< 25	< 4 beta < 0.4 alfa	< 0.1
Permanencia limitada	Existe riesgo de recibir dosis superiores a los límites	< 1000 (1 mSv/h)	< 40 beta < 4 alfa	< 1
Permanencia reglamentada	Existe riesgo de recibir dosis superiores a los límites en cortos periodos de tiempo	< 100,000 (100 mSv/h)	< 400 beta < 40 alfa	< 10
Acceso prohibido	Existe riesgo de recibir dosis superiores a los límites en una exposición única	> 100,000 (100 mSv/h)	> 400 beta > 40 alfa	> 10

Imagen 6: Zonas de acceso ⁽³⁷⁾

ANEXO 6: MEDIDAS DE BARRERA PLOMADAS Y DOSIMETRÍA

MEDIDAS DE BARRERA PLOMADAS		
Guantes plomados	Cuellos tiroideos plomados	Gorro plomado
Mascarilla plomada	Gafas plomadas	Protección auditiva plomada
Cortinas / biombos plomados	Vidrios plomados	Protección pélvica plomada

Tabla 8: Medidas plomadas ⁽³⁹⁻⁴⁰⁾