

**Características Existentes de la Radio Protección y sus Factores Influyentes en los
Efectos Nocivos**

Katherine Gracia Granados

Juliana González Quirós

Luisa Fernanda González Suaza

Sara Gutiérrez Hincapié

Laura Daniela Montoya Bedoya

Lucero Reyes Martínez

Asesor

Luis Fernando Gómez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA)

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas

2023

Dedicatoria

Llenas de regocijo dedicamos este proyecto a nuestra escuela ECISALUD, a nuestros compañeros y futuros colegas de la Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnosticas, ya que con mucho esfuerzo y perseverancia presentamos un proyecto de lleno de conocimientos enriquecedores para quien quiera adentrarse en el mundo de la radiología y algo tan importante como lo es el control de calidad y garantía que nos debe regir como tecnólogos excepcionales.

Agradecimientos

En primer lugar, agradecemos a Dios por permitirnos a cada uno de los integrantes del equipo tener salud, vida, firmeza, y motivación para seguir adelante y para lograr nuestros objetivos conjuntos y personales.

Agradecemos a cada uno de los docentes que hacen parte de nuestra formación desde el principio, especialmente al tutor de curso Luis Fernando Gómez por su acompañamiento, recomendaciones, correcciones, sugerencias y demás valores agregados que nos brindó para presentar un proyecto interesante, completo y sobre todo enriquecedor para quien le interese dicho tema.

Resumen

El abordaje de términos como la Radioprotección conllevan a un amplio de conceptos como factores influyentes y sus efectos, además de la aplicación ética de la práctica radiológica y lo que esta encierra. El presente estudio tiene como objetivo principal describir cuáles son las características existentes de la radio protección y cuáles son los factores influyentes en los efectos nocivos.

Para el abordaje del tema de estudio y sus principales categorías se tuvo en cuenta artículos de investigación de diferentes revistas y fuentes confiables mediante el motor de búsqueda Google académico (Redalyc, Elsevier, Scielo entre otras). Las categorías emergentes dentro del estudio fueron: Efectos de la radiación, Elementos de protección, Factores influyentes, Disciplinas asociadas, Tipos de imágenes diagnósticas, Dosimetría. La línea de investigación salud pública, el diseño es no experimental con un enfoque cualitativo, nivel descriptivo de corte: Transversal, la muestra fueron 10 artículos y la técnica guía de observación, teoría fundamentada.

Dentro de los resultados emergentes se identificó que el abordaje de elementos de protección requiere de limitación o enfoque, dado que establece un campo ocupacional más asociado a elementos de protección personal y otro enfoque es el conocimiento profesional el cual se considera la mejor fuente de protección dado que aún no se establece a parte de los principios dosimétricos unas características estándares de la radiación ionizante sino que se justifican bajo cada caso específico y la información sociodemográfica de cada campo de aplicación.

Palabras clave: Radioprotección, Rayos X, Radiación ionizante, Efectos.

Abstract

The approach to terms such as Radioprotection lead to a wide range of concepts such as influential factors and their effects, as well as the ethical application of radiological practice and what it entails. The main objective of this study is to describe what are the existing characteristics of radio protection and what are the influential factors in the harmful effects.

To approach the subject of study and its main categories, research articles from different journals and reliable sources were taken into account through the Google Academic search engine (Redalyc, Elsevier, Scielo among others). The emerging categories within the study were: Effects of radiation, Protection elements, influencing factors, associated disciplines, Types of diagnostic images, Dosimetry. The public health research line, the design is non-experimental with a qualitative approach, descriptive cut level: Cross-sectional, the sample was 10 articles and the observation guide technique, grounded theory.

Among the emerging results, it was identified that the approach to protection elements requires limitation or focus, since it establishes an occupational field more associated with personal protection elements and another approach is professional knowledge, which is considered the best source of protection given Apart from the dosimetric principles, some standard characteristics of ionizing radiation have not yet been established, but are justified under each specific case and the sociodemographic information of each field of application.

Keywords: Radioprotection, X-rays, Ionizing radiation, Effects.

Tabla de Contenido

Introducción	9
Planteamiento del Problema	10
Justificación	12
Objetivos.....	15
Objetivo General.....	15
Objetivos Específicos.....	15
Marco Teórico.....	16
Antecedentes	16
Breve Historia de la Radiología	17
Radiología.....	18
Efectos de la Radiación.....	19
Radioprotección	22
Principios de Protección Radiológica	24
Metodología	27
Resultados	30
Conclusiones	38
Referencias.....	39

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Efectos de la radiación</i>	19
Tabla 2 <i>Disciplinas asociadas a la radiología</i>	344
Tabla 3 <i>Tipos de imágenes diagnósticas</i>	35

Tabla de Figuras

Figura 1 <i>Representación esquemática de los efectos directos e indirectos de las radiaciones ionizantes</i>	21
Figura 2 <i>Elementos de protección personal</i>	23
Figura 3 <i>Coeficientes de radiosensibilidad según los diferentes órganos y tejidos</i>	26
Figura 4 <i>Dosis efectiva representada para los estudios de rayos X comunes</i>	26

Introducción

La radiología como rama de la medicina fundamenta su accionar en la aplicación de fuentes de energía de radiación ionizante, este tipo de fuentes representan dentro de su componente un proceso de riesgo latente a nivel de manejo. De acuerdo con lo anterior, aunque el hombre ha utilizado este componente a su favor en la medida del paso del tiempo se han identificado los diferentes métodos y procesos que requiere el uso de esta.

Para efectos de la medicina y el uso de radiación ionizante se ha convertido en un método diagnóstico importante y fundamental para los procedimientos médicos de diferentes ramas, a nivel institucional este tipo de prácticas han generado avances importantes en la medicina por lo tanto en la sociedad.

La radioprotección o protección radiológica constituye una herramienta fundamental para los ámbitos radiológicos y para cualquier práctica que requiera la exposición al riesgo. Esta disciplina debe a toda costa minimizar y evitar la menor exposición tanto propia como de las personas que acuden al servicio en este caso de ayudas diagnósticas por toma de imágenes.

Los profesionales que se desenvuelven en este ámbito desarrollan competencias propias de la disciplina lo que implica una responsabilidad y unos principios radiológicos establecidos bajo parámetros normativos, sociales, médicos y personales que deben equiparar el buen servir y funcionamiento tanto de las herramientas como de la ética laboral que implica cualquier disciplina médica.

Planteamiento del Problema

Los rayos X cuentan con la capacidad de interacción con la materia mediante radiación electromagnética y uno o dos amperios (longitud de onda) de la cual su energía genera poder de penetración. Los equipos de radiología están compuestos por un tubo de rayos X, el detector y generador de radiación acompañado de otros elementos según su aplicación específica (Díaz, 2014).

De acuerdo con lo anterior información, Castrillón-Giraldo et al., (2020) aluden a que los rayos X causan efectos nocivos para la salud, algunos de los cuales se establecen por: cáncer, eritemas, quemaduras de piel, opacidad en cristalino entre muchas otras afectaciones. En el estudio que realiza Núñez et al., (2008) acerca de los efectos biológicos de las radiaciones identifica que al momento de la energía ionizante transferir su energía al sistema biológico y según la dosis absorbida tienen una incidencia con resultados negativo de mayor afectación, ya sea de tipo somático o genéticos.

En concordancia con la anterior autora expone que existe una estrecha relación frente a la dosis y los efectos que estas pueden ocasionar, considerando que los tejidos de mayor sensibilidad frente a la radiación son el cristalino del ojo, los testículos y la médula ósea. Además de los daños expuestos existe también el daño molecular por la absorción de energía ionizante y puede darse por exposición directa e indirecta dentro del cual se genera una alteración en cuanto a la funcionalidad de las moléculas (Núñez et al., 2008).

Con respecto a la dosimetría conjunta con la exposición estima la adecuación de los efectos radiactivos dentro de los cuales están los efectos estocásticos que refieren que la probabilidad de que ocurran esté racionada con la dosis directamente, es de naturaleza aleatoria y no quiere decir que a mayor dosis mayor daño; para estos efectos expuestos las consecuencias

son las mutaciones genéticas y/o el cáncer. Por su parte los efectos no estocásticos se dan mediante la dosis alta que efectivamente presupone la superación del umbral permitido y aparece de manera contundente un daño como es por ejemplo una quemadura de piel a causa de dosis superiores a las necesarias (Andisco et al., 2014).

Puerta-Ortiz y Morales-Aramburo (2020) consideran que los daños causados por radiación ionizante dependen de factores variados, los efectos de las radiaciones en las moléculas del ADN se dan mediante fracturas ya sean de tipo, simple, doble o ruptura de puentes de hidrogeno y alteraciones de las estructuras, esto puede generar afectaciones mutagenéticas y ocogenéticas.

Por otro lado, un asunto de relevancia frente a las características de los efectos nocivos de la radiación es la radioprotección y la relación que los profesionales de la salud representan frente a esta, se estima según la Sociedad Argentina de Radioprotección (2011) que el 90% de los trabajadores cuyas actividades intervienen las radiaciones ionizantes están expuestos en mayor medida a sufrir condiciones de salud adversas a causa de su oficio.

Justificación

La preminencia del uso radiológico vista desde del coste beneficio en la medicina moderna han sido establecida según Díaz (2014) desde la reducción de las dosis individuales, las probabilidades en cuanto exposiciones en radiación han creado unos límites paramétricos técnicos que minimizan los riesgos.

El anterior autor considera que los elementos de control sugieren características como la calidad y el adecuado uso de elementos de protección, los cuales se fundamentan en las herramientas utilizadas para la toma de muestras, de acuerdo con lo anterior reglas como la justificación, optimización y control de la dosis son la base fundamental de la mitigación, prevención y minimización de riesgos frente a la radiación ionizante.

Entidades como la International Atomic Energy Agency (IAEA) y International Commission on Radiological Protection (ICRP) tienen el objetivo de establecer los criterios de calidad frente a práctica de imágenes diagnósticas y establece además la cantidad de dosificación según el uso o el tipo de imagen diagnósticas que deba utilizarse procurando una intervención lo más certera posible en cuanto al diagnóstico y a la toma de imagen (Castrillón-Giraldo et al., 2020).

Para Colombia los equipos encargados de la proyección de imágenes diagnósticas deben generar estudios progresivos frente al control de calidad dentro del cumplimiento de la norma, además de contar con la licencia para la aplicación del servicio, lo que permite que mediante este último el funcionamiento de los equipos se encuentre en óptimas condiciones y se evite la desfavorabilidad de la herramienta (Castrillón-Giraldo et al., 2020).

La importancia del uso de elementos de protección es la búsqueda de la protección, la seguridad y la evitación del riesgo o minimización del daño, dentro la población que interactúa

con este tipo de elementos, los usuarios del servicio y los trabajadores que ejercen la labor son los más implicados por lo que los principios de la protección radiológica (justificación, optimización y control de la dosis) mencionados anteriormente son la base que permite una práctica adecuada, así se encuentra necesario garantizar que injustificadamente se establezcan exposiciones de ambos actores (trabajador, cliente) y existan los límites primarios en cuanto a la dosificación e indicadores evaluativos de la exposición (Sociedad Argentina de Radioprotección, 2011).

La relevancia del presente estudio se establece mediante la valoración, descripción y abordaje de los elementos de protección, dado que el conocimiento base de todo profesional en imágenes diagnósticas depende de su abordaje inicialmente académico y secundariamente pero no menos importante de su implementación en el quehacer, el conocimiento de los factores y riesgo que sugiere una praxis en el ámbito radiológico fundamenta la evitación de características como la iatrogenia además de connotaciones como el autocuidado ocupacional.

En resumen, a través del trabajo conjunto con los lineamientos de la Investigación en la Escuela de Ciencias de la Salud establecidos por la Universidad Nacional Abierta y a Distancia permite que el trabajo en conjunto de los individuos, las sociedades y las organizaciones impulsen aspectos como la promoción y la prevención de la salud, además de disciplinas con enfoques epidemiológicos y bioestadísticas enfocadas en el servicio de salud dentro de los diferentes campos aplicativos fundamentados en la política pública y de salud en el trabajo (Universidad nacional Abierta y a Distancia, 2013)

Por todo lo anterior el presente proyecto plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son las características existentes de la radio protección y cuáles son los factores influyentes en los efectos nocivos?

Objetivos

Objetivo General

Describir cuáles son las características existentes de la radio protección y cuáles son los factores influyentes en los efectos nocivos.

Objetivos Específicos

Identificar las características de la radio protección.

Establecer los factores influyentes en los factores nocivos de la radiación ionizante

Caracterizar cuáles son las características existentes de la radio protección

Describir cuáles son los factores influyentes en los efectos nocivos.

Marco Teórico

Antecedentes

De acuerdo con el tema abordado en el presente estudio frente a la radioprotección, estudios como el de Andisco et al., (2014) consideró que sostener una adecuada gestión de la dosis en la radiología es de vital importancia, teniendo en cuenta al pasar de los años esta disciplina se ha convertido en una fuente efectiva frente al diagnóstico clínico por lo que se encuentra fundamental la concientización en temas relacionados con esta práctica.

Por su parte la Sociedad Argentina de Radioprotección (2011) presentó un informe dentro del cual se sustentan las recomendaciones frente a la exposición de los pacientes en la práctica radiológica, este informe consideró que los principios de justificación, optimización y limitación de la dosis pueden ser “contraproducentes” para algunos casos, esta publicación considera “respecto a la exposición médica de pacientes, no es adecuado aplicar límites de dosis o restricciones de dosis, porque tales límites a menudo ocasionarían más perjuicio que beneficio” p.7, se estima que la existencia de enfermedades crónicas a veces suelen ser más perjudiciales aún que la misma exposición por lo que se fundamenta que la justificación de la aplicación de los procesos radiológicos deben darse mediante la optimización de la protección radiológica lo que justifica que las dosis por ejemplo sea evaluada según el caso puntual y no por estándares para algunos casos únicamente.

Frente a temas como los equipos utilizados en el ámbito radiológico Castrillón- Giraldo et al., (2020) el proceso de formación en imágenes diagnósticas cuya nocividad es evidente por el tipo de herramienta a utilizar es la protección radiológica además de los debidos controles de calidad que cumplan con los estándares mínimos para operar, lo que presupone una minimización sostenible del riesgo tanto para el paciente como para el usuario.

Para Díaz (2014) los conocimientos por parte del personal de medicina en todas sus áreas son fundamental para una práctica ética y objetiva, teniendo en cuenta que ser profesional de la salud no significa que la genere, de este modo, la radiología convencional, el ultrasonido, la resonancia magnética, la tomografía son procedimientos frecuentemente utilizados y permiten el diagnóstico efectivo de diversas condiciones de salud. Además de la evaluación de estrategias diferenciadas de acuerdo con cada patología, los efectos positivos y negativos de la intervención que pueden establecerse por la aplicación de procedimiento que requieran radiación ionizante. Consecuentemente el anterior autor considera que:

Debido a sus particularidades técnicas para poder utilizarla sin peligro, es necesario que todo el personal relacionado con ella conozca adecuadamente su funcionamiento y los aspectos relacionados con la seguridad. En cuanto al Ultrasonido, el principal riesgo radica en emitir un diagnóstico equivocado, debido a limitaciones técnicas del operador (Díaz, 2014 p.42).

Breve Historia de la Radiología

Para el año 1895 más exactamente el 8 de noviembre, el señor Conrado Roentgen en su laboratorio ubicado en el instituto de física de la universidad de Wurzburg en Baviera, Alemania, observó una iluminación que provenía de una pantalla fluorescente y mediante la cual evidenciaba una sombra densa. Este experto en el tema estudiaba la radiación y fue cuando en el cuarto oscurecido identificó mediante un tubo de Crookes el cual estaba forrado por un trozo de cartón negro la luz que traspasaba dicho tubo, identificando a su vez un objeto proyectado a través de la luz fluorescente la cual penetró todos los objetos descritos. Conrado identificó además que esta luz permitía ver a través de diferentes materiales perspectivas diferenciadas, es decir que por ejemplo en el metal era menos penetrable, pero en materia como la piel permitía ver los tejidos blandos como los huesos de la mano, los cuales fueron evidenciados en la mano

de su esposa. Es en este punto en el cual dicho descubrimiento abre una brecha en el ámbito de la medicina y con el progreso y evolución de las tecnologías va tomando un rumbo más específico y práctico (Madrigal, 2009).

Radiología

La radiología es el estudio conjunto con la tecnología que evidencia o facilita el conocimiento del proceso por imágenes del cuerpo humano, estas imágenes son propias de órganos internos de manera tal que posibilita las características de estos (Díaz, 2014). Para Madrigal (2009) el mejoramiento de la técnica de los rayos X ha permitido la precisión exacta en la identificación de cuerpos extraños, identificación de anomalías orgánicas internas, así como en la consecución de diagnósticos diferenciales.

Por su parte Díaz (2014) considera que las imágenes diagnósticas permiten la concepción precisa de las partes del cuerpo además de confluir en el conocimiento y amplitud de los conceptos que circundan esta disciplina, los avances que ha tenido la radiología a través del tiempo son importantes y fundamentales tanto así que hasta la fecha se adopta además el término de radiología digital la cual varía el método de aplicación y muestra de imagen

Efectos de la Radiación

El abordaje de la radioprotección también encuentra importante conocer los efectos de no tenerla, para ello Bayo (2001) alude a que la exposición a radiación ionizante trae afectación celular, esta se establece por:

Tabla 1

Efectos de la radiación

Tipo de Afectación	Causas/síntomas
<i>Radiosensibilidad</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Cuanto mayor sea su actividad reproductiva. - Cuantas más divisiones deba realizar para adoptar una forma y funciones definitivas. - Cuanto menos diferenciadas estén sus funciones.
<i>Reacción celular</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Roturas de la cadena (simples o dobles). - Alteración o destrucción de las bases. - Alteración o destrucción de los azúcares. - Formación de dímeros. - Lesiones múltiples locales.
<i>Efectos de la radiación sobre los cromosomas</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Roturas simples, con restitución anómala y formación de translocaciones, cromosomas disentéricos y fragmentos acéntricos. - Roturas dobles, con restitución anómala y formación de inversiones, cromosomas en anillo y fragmentos acéntricos

Mutaciones

- Puntuales: que afectan a un gen o grupo de genes y no producen una alteración apreciable del cromosoma.
- Cromosómicas: las cuales producen graves alteraciones en la estructura del cromosoma.

1. Síndrome del sistema nervioso central: se produce a altas dosis de radiación corporal total (>100 Gy), siempre es mortal y se presenta en tres fases: pródromos de náuseas y vómitos, apatía y somnolencia y temblores, convulsiones, ataxia y muerte en pocas horas o días.

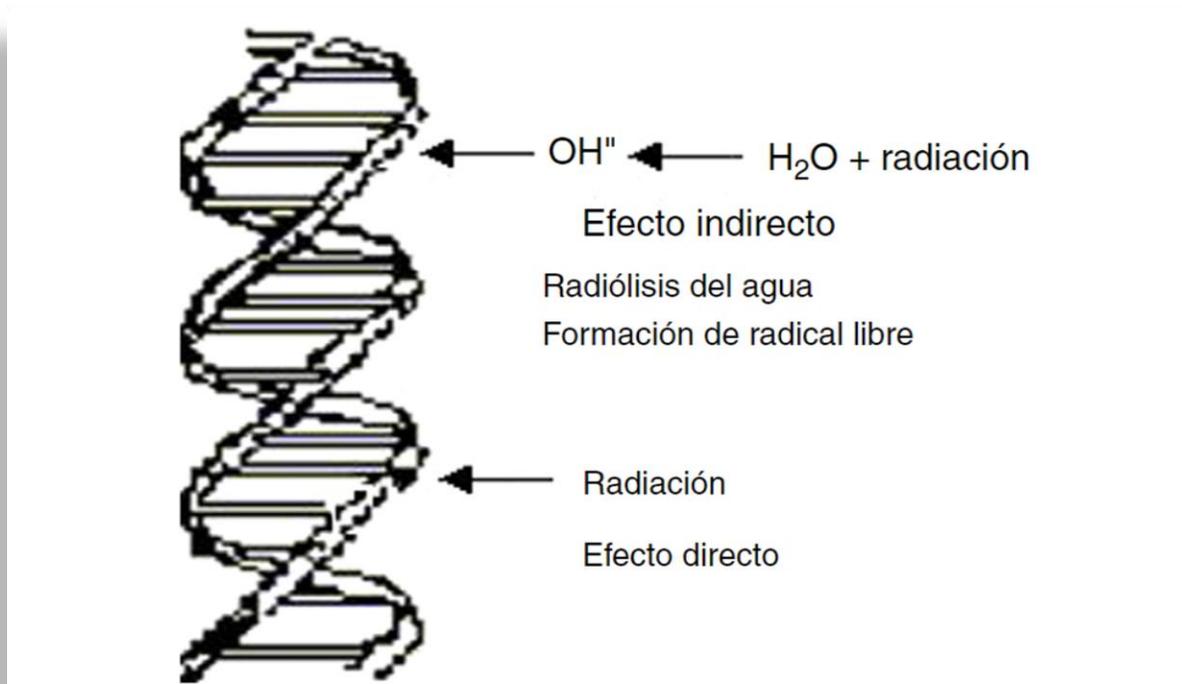
*Irradiación
corporal total*

2. Síndrome gastrointestinal: se produce tras dosis de radiación corporal total entre 10 y 100 Gy y se presenta como náuseas, vómitos y diarrea intratable, que puede producir deshidratación grave con disminución del volumen plasmático y colapso vascular. En 2-3 semanas deriva en un fracaso hematopoyético que suele ser mortal.

3. Síndrome de la médula ósea: se produce tras dosis de radiación corporal total de 2 a 10 Gy. Los síntomas que aparecen son anorexia, apatía, náuseas y vómitos. Son intensos de 6 a 12 horas y desaparecen totalmente a las 24 o 36 horas. Durante este tiempo los ganglios linfáticos, el bazo y la médula ósea se atrofian ocasionando pancitopenia y aumentando la susceptibilidad a las infecciones.

Figura 1

Representación esquemática de los efectos directos e indirectos de las radiaciones ionizantes



Fuente. Puerta-Ortiz y Morales-Aramburo (2020) p.63

Radioprotección

Los rayos X con el pasar del tiempo han generado muchas utilidades en cuanto a la medicina, sus fines terapéuticos han permitido un invaluable descubrir de métodos aplicativos y efectivos frente al diagnóstico clínico de la rama de la radiología, en la historia de la radio protección los rayos X han tenido una gran funcionalidad, sin embargo en algún momento este descubrimiento también trajo consigo lo que se denominó le “enfermedad de los rayos X” generando de este modo que los hospitales instalaran escudos y cámaras además de guantes de plomo con el fin de minimizar el daño que estaba causando su uso (Díaz, 2014).

Dentro de la modernidad de la época inicial del descubrimiento de los rayos X se establecen los efectos positivos y negativos de su uso, en esencia se evalúa el coste beneficio de esta nueva herramienta diagnóstica lo que presupone una asociación directa con la dosificación. Así, la radiación ionizante comienza a requerir un uso controlado de conocimientos previos a su uso, es de esta manera como las diferentes técnicas de imágenes diagnosticas comienzas a diferenciarse unas de otras y a estandarizarse los procesos necesarios y propios de cada aplicación (Díaz, 2014).

Con relación al objetivo de la protección radiológica este busca ser garante de que la práctica que esté relacionada con radiación ionizante determine la protección y seguridad que busque la minimización del riesgo y la exposición hacia trabajadores y los usuarios de este tipo de intervenciones (Sociedad Argentina de Radioprotección, 2011).

Figura 2

Elementos de protección personal



Kit chaleco-falda

Fuente. Poveda y plazas (2020) p.85



Cortinillas plomadas

Fuente. Poveda y plazas (2020) p.85



Delantal

Fuente. Poveda y plazas (2020) p.8



Protectores móviles plomados

Fuente. Poveda y plazas (2020) p.8



Cuello plomado

Fuente. Poveda y plazas (2020) p.85



Gafas plomadas con protección lateral

Fuente. Poveda y plazas (2020) p.85

Principios de Protección Radiológica

Para que existan los principios del cuidado radiológico debe existir estos tres conceptos aplicados:

Justificación. Debe darse por la exposición a las radiaciones ionizantes implicadas al beneficio social y de los individuos, se debe por medio de este garantizar que casuísticamente la exposición generada justifique el riesgo beneficio de esta (Ramos y Villarreal, 2007; Sociedad Argentina de Radioprotección, 2011)

Límite de Dosis. Este principio establece los límites que engloba tanto a los usuarios como al personal y se da mediante un indicativo que evalúa la exposición al riesgo y afectación en la salud previniendo los efectos estocásticos, estas dosis colectivas y/o individuales deben ser tan bajas como sea posible teniendo en cuenta factores sociales relacionados (Ramos y Villarreal, 2007; Sociedad Argentina de Radioprotección, 2011)

Optimización. Por su parte la optimización busca que, desde los inicios del proceso hasta el final de este, existan niveles bajos de radiación ionizante y que el proceso pueda darse con la utilidad necesaria sin afectaciones, de esta manera se tienen en cuenta además de factores sociales, factores económicos (Sociedad Argentina de Radioprotección, 2011)

Dosimetría. La dosis en la aplicación radiológica simplifica el compromiso que puede generar la adecuada administración en este caso de la radiación ionizante, la dosimetría debe tener presente el orden de la magnitud del estudio, la absorción del cuerpo, la organicidad entre muchos factores que intervienen en la misma (Núñez et al., 2008).

Cuando se plantea el tema de la radioprotección la literatura nos envía directamente al tema de la dosimetría, esta tiene estrecha relación con el riesgo frente al uso de la radiación ionizante, autores como Walwyn et al., (2020) abordan el término de *Dosimetría externa*, la cual

refiere que para los años 1985 a 1995 se emplearon dosímetros fílmicos los cuales permitieron el monitoreo de las dosis de radiación ionizante, en concordancia a esto se utilizaba una frecuencia trimestral en lo que se refería a rayos gamma en los cuales implicaba un riesgo mayor.

De acuerdo con lo anterior durante los años siguientes la dosimetría de la radiación comenzó la utilización de detectores termoluminiscentes que permitieron el monitoreo mensual e introducir la dosimetría en partes del cuerpo como las extremidades, dentro de los entes de vigilancia para el año 2000 el Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones vigila que los procesos tengan un adecuado proceder Walwyn et al., (2020).

Con respecto a la dosimetría interna el mismo autor considera que los trabajadores ocupacionalmente expuestos deben estar al tanto de la contaminación referente a su labor, y la vigilancia individual debe ser un factor protector que debe ser monitoreado de forma constante. Estos monitoreos no solo justifican el cuidado del trabajador sino también el de los usuarios del servicio de toma de imágenes diagnósticas. Referente a lo anterior es hasta el año 2015 donde se imparte el curso #1 de dosimetría interna y para el año 2020 se da inicio a un ejercicio de intercomparación acerca de la actividad de medida de dosis efectiva.

Figura 3

Coefficientes de radiosensibilidad según los diferentes órganos y tejidos

Tejido/órgano	W_T
Mama	0,12
Médula ósea roja	0,12
Colon	0,12
Pulmón	0,12
Estómago	0,12
Gónadas	0,08
Tiroides	0,04
Vejiga	0,04
Hígado	0,04
Esófago	0,04
Piel	0,01
Cerebro	0,01
Superficie ósea	0,01
Glándulas salivales	0,01
Resto del organismo	0,12

Fuente. Andisco et al., (2014). p.116

Figura 4

Dosis efectiva representada para los estudios de rayos X comunes

	Dosis efectiva (mSv)	Cantidad equivalente de placas de tórax
<i>Tipo de estudio</i>		
Radiografía de extremidades	< 0,01	< 0,5
Radiografía de tórax PA	0,02	1
Radiografía de cráneo	0,07	3,5
Radiografía de cadera	0,3	15
Radiografía de columna dorsal	0,7	35
Radiografía de columna lumbar	1,3	65
Radiografía de pelvis	0,7	35
Radiografía de abdomen	1,0	50
Esofagograma	1,5	75
Urograma excretor	2,5	125
Esófago-gastro-duodenal	3	150
Tránsito intestinal	3	150
Colon por enema	7	350
<i>Medicina nuclear</i>		
TC de cabeza	2,3	115
TC de tórax	8	400
TC de abdomen o pelvis	10	500
<i>Medicina nuclear</i>		
Ventilación pulmonar (Xe-133)	0,3	15
Perfusión pulmonar (Tc-99m)	1	50
Renal (Tc-99m)	1	50
Tiroidea (Tc-99m)	1	50

mSv: sievert; PA: posteroanterior; TC: tomografía computada.

Fuente. Andisco et al., (2014). P116

Metodología

Línea de investigación: salud pública

Diseño: No experimental

Enfoque: Cualitativo

Nivel: Descriptivo

Corte: Transversal

Muestra: 10 artículos

Técnica: Guía de observación

La línea de investigación adoptada en el presente proyecto: salud pública se establece en aras de dar coherencia al enfoque que proponen los lineamientos de la investigación en la escuela de la salud de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, el cual considera el servicio de la salud como base prioritaria del trabajo encaminado a los profesionales, a los usuarios y a las sociedades en general, buscando de esta manera las generalidades de la promoción y la prevención de la salud (Universidad nacional Abierta y a Distancia, 2013).

El diseño no experimental se establece teniendo en cuenta que no hay alteraciones de las variables, situaciones, eventos y/o informaciones implicadas en el estudio además de darse la observación del fenómeno en este caso teórico dentro del respectivo análisis de la información recopilada.

Frente al enfoque cualitativo permite describir características y fenómenos los cuales no son fundamentados en la estadística, y no existe una secuencia lineal, sugiriendo una amplitud interpretativa y contextualización del fenómeno para este caso de la radioprotección y los factores influyentes

La muestra está establecida por conveniencia y se da por 10 artículos de investigación desde los años 2011 a 2020 de fuentes como: El Sevier Doyma, Scielo, Redalyc, revistas electrónicas dentro de los cuales se halló información relevante para el estudio.

La técnica para utilizar es la observación y el instrumento, esta es la guía de observación mediante un diario de campo ejecutado en una plantilla de Excel para establecer información puntual y específica del estudio. Teoría fundamentada.

Paso I

Para iniciar el presente estudio se tuvo en cuenta que representara una problemática real dentro del campo investigativo, teniendo en cuenta la linealidad de la investigación y aunque la radiología a nivel de estudios tiene delimitado su funcionamiento y claras su fuente de aplicación, se encontró que el conocimiento de los parámetros dentro de la labor de ejecución de las imágenes diagnosticas conlleva a una constante actualización de la información además de la importancia de que los estudiantes y futuros profesionales del área generen una práctica responsable frente al tema de la radioprotección.

Paso II

Estableciendo el foco de la investigación se procedió a indagar dentro de las fuentes bibliográficas la información general que existía frente al tema de la radioprotección, además de delimitar el tipo de información necesaria para la ejecución del estudio.

Método

Para el cumplimiento del primer objetivo el cual fue Describir cuáles son las características existentes de la radio protección y cuáles son los factores influyentes en los efectos nocivos.

Inicialmente se identificaron las características de la radio protección, esto se realizó mediante una matriz dentro de la cual se tuvieron en cuenta las siguientes categorías:

Efectos de la radiación

Elementos de protección

Factores influyentes

Disciplinas asociadas

Tipos de imágenes diagnósticas

Dosimetría

Las categorías anteriores emergieron de la pregunta de investigación dentro de la cual se buscó conceptos de radio protección, los factores que influyen en esta, no dando lugar a lo negativo o positivo de los mismos y los efectos emergentes.

Para establecer los factores influyentes en los factores nocivos de la radiación ionizante, se tomó la categoría denominada factores y se establecieron los mismos de acuerdo con la revisión de la literatura.

Para conceptuar cuáles son las características existentes de la radio protección se tuvo en cuenta la categoría denominada elementos de protección y la dosimetría.

Finalmente, para cumplir el objetivo de detallar cuáles son los factores influyentes en los efectos nocivos se tuvo en cuenta las categorías de efectos de la radiación, disciplinas asociadas, tipos de imágenes diagnósticas.

Resultados

A nivel de resultados del presente estudio se encontró como lo refleja la gráfica anterior que como concepto macro se abordó la radioprotección, durante la indagación de esta se evidenciaron dos vertientes, una enfocada a la radioprotección con elementos de protección personal y otra vertiente mayormente enfocada a la dosimetría y los efectos que implica el uso de radiación ionizante.

Dentro de las categorías generales establecidas en el presente estudio se encontró que cuando se aborda el concepto de radioprotección se debe delimitar si el enfoque establece únicamente la salud ocupacional o las estrategias a implementar durante la intervención más asociadas a conductas del personal profesional, por lo anterior dentro de lo emergente aunque se establecieron 6 categorías (*Efectos de la radiación, Elementos de protección, Factores influyentes, Disciplinas asociadas, Tipos de imágenes diagnósticas, Dosimetría*) no todos los estudios analizados abordaron todas las categorías, es decir que si bien todos los artículos referentes a la radiología enmarcan la historicidad de la misma cada uno focaliza un tema específico que no necesariamente contemple todos los tópicos mencionados:

Para el ítem Denominado Efectos de la Radiación se Encontró que:

Para Bayo, (2001) y Castrillón-Giraldo, et al (2020) los efectos de las radiaciones establecen afectación en las personas involucradas, estos pueden darse como síntomas como afección de la piel cuando estos la penetran directamente con haz de luz mayor al estipulado, en consecuencia puede haber una afectación de las células aunque no todas estas se afectan de la misma forma, a nivel de los daños que puede causar la radiación ionizante están la rotura de enlaces covalentes correspondientes a las moléculas en cuyo efecto directo se produce la descomposición de la molécula formada de agua, esta forma de radicales libre afecta la célula

mediante un efecto indirecto, para este caso la afectación de la molécula DNA se altera y destruye los azúcares, así como la rotura de cromosomas y la incorrecta restructuración, esto puede generar mutaciones que pueden transmitirse genéticamente.

A nivel bibliográfico autores como Arias (2006); Andisco et al., (2014); Díaz (2014) y Nocetti et al (2015) consideran los efectos de la radiación como efectos deterministas y estocásticos: se encontró que la dosis que sobrepasa los umbrales pueden afectar condiciones como cataratas, esterilidad, eritema y trastornos hematopoyéticos, además del síndrome generado por radiación, lo anterior corresponde a los efectos deterministas los umbrales que refiere Arias (2014) son “0,5 gray (Gy) en el caso de la exposición aguda y de 0,1 Gy en el de la exposición crónica.” p. y para el caso de Andisco et al., (2014) son “1 sievert (Sv) (100 REM —Roentgen EquivalentMan— en antiguas unidades), se observará un enrojecimiento de la piel; después de cierto nivel de dosis, se producirán cataratas en los ojos (más de 2 gray [Gy])” p115.

Para el caso de estos efectos no estocásticos entre mayor radiación mayor probabilidad de adquisición de una condición a causa de exposición. Aunque la aparición de estos efectos es tardía, también puede darse de forma inmediata como se ejemplificó, las afectaciones tisulares nocivas.

Por otro lado, para los efectos estocásticos o probabilísticos existe una dosis que incrementa la probabilidad de aparición de cáncer, así como de trastornos hereditarios. Así la exposición suponga dosis pequeñas las radiaciones pueden conllevar a coeficientes de riesgo, es importante aclarar que la exposición a las radiaciones para el personal de esta disciplina es inevitable que exista la no exposición dada su labor. Con respecto a los efectos estocásticos los efectos no necesariamente dependen de la dosis ya que su fuente cuenta con características del

azar y pueden establecerse de manera aleatoria por ejemplo las mutaciones genéticas y el cáncer Arias (2006); Andisco et al (2014); Nocetti et al (2015) y Castrillón-Giraldo, et al (2020)

Los términos de las afectaciones por radiación establecen la naturaleza del pronóstico o la probabilidad de los efectos. Para el caso por ejemplo de las personas cuyo campo ocupacional implica el manejo de la radiación tienen una probabilidad de un 4% de sufrir cáncer por el exceso de las dosis recibidas.

Con respecto a la categoría Elementos de protección: sus fines están determinados la mitigación de los riesgos en la medida de lo posible, Arias (2006); Van Deventer (2011); Diaz, (2014); Nocetti et al (2015) y Poveda y Plazas (2020) establecen que los elementos de protección son para uso del personal técnico y los usuarios que requieran radiación ionizante con el fin de obtener una prueba de imagen diagnóstica, estos elementos deben estar asociados con el nivel de exposición, contaminación y riesgo potencial, además estos autores muestran la necesidad de que el personal quien se encuentra encargado de este tipo de elementos tenga la preparación necesaria para efectuar el debido uso de forma responsable y eficiente, en busca siempre de la seguridad propia y de los usuarios, para este caso algunas características específicas del uso de los EPP para manejo de radiación ionizante es proteger la posición de la pile y las zonas sensibles a la radiación.

De lo anterior los autores coinciden con que los EPP de uso obligatorio para la toma de muestras diagnosticas son: buzos tyvek, gafas, mascarilla, guantes de látex, cubre calzado. Para el paciente se encuentra importante el uso de gorros, guantes y cortinillas plomadas, protector de tiroides, protectores móviles cuyo uso permita la flexibilidad, mamparas para suspender en el techo.

Con respecto a los factores influyentes: Autores como Arias (2006); Nocetti et al (2015); Vaño et al (2019); y Poveda y Plazas (2020) consideran que son los conocimientos de los profesionales lo que deben primar en el caso de los factores influyentes en la radioprotección, además de estos las entidades prestadoras del servicio deben tener en sus estructuras las diferentes barreras de protección que minimicen daños, lo anterior es importante consideran los autores esté regulado por las entidades que vigilan el buen actuar de este tipo de prestación de servicios, además de un mantenimiento y uso adecuados de las mecánicas utilizadas en el servicio de radioprotección, dentro de esto además se reitera que el adecuado uso de EPP es fundamental en la evitación de riesgo y peligros a exposiciones. Finalmente, para los factores influyentes como la dosimetría puede funcionar sin estándares es adecuada la praxis responsable en la aplicación de esta misma de acuerdo con el riesgo beneficio que se pueda obtener para el diagnóstico.

Tabla 2*Disciplinas asociadas a la radiología**A nivel de los estudios indagados se encontraron las siguientes*

Disciplinas asociadas	Autores años
Urología	
Gastroenterología	Madrigal, (2009).
Traumatología	
Ortopedia	
Fisioterapia	
Radiología intervencionista	Andisco et al., (2014).
Físico médico	
Medicina Nuclear	Vaño et al (2019)

Fuente. Autoría propia

Para el tipo de imágenes diagnósticas bajo la luz de los autores abordados lo siguiente:

Tabla 3

Tipos de imágenes diagnósticas

Tipo de Imagen Diagnóstica	Autores
La radiología convencional	
La tomografía computarizada	
La radiología intervencionista	Arias, (2006)
Las técnicas de medicina nuclear	
La tomografía por emisión de positrones	
Radioterapia con fuentes radiactivas	
Aceleradores de partículas	
Aparato osteoarticular	
Encefalografía	Madrigal, (2009).
ventriculografía	
Mielografías	
Mamografía	
Fluoroscopio	Andisco et al., (2014).
Tomografía computada	
Rayos X	
Ultrasonido	
Tomografía Computarizada (TC)	Díaz, (2014)
Resonancia Magnética (RM)	
Se destaca el estudio de los sistemas esquelético, respiratorio, gastrointestinal, urinario y cardiovascular.	
Tomografía computarizada	
Fluoroscopia	
Radiología general	Nocetti et al (2015)
Mamografía	

Radiología dental	
Intervencionismo	
Radiografía	
Mamografía	
Tomosíntesis	
MG y de mama	Vaño et al (2019)
Fluoroscopia	
Angiografía	
Tomografía computarizada	
Angiografía	Castrillón-Giraldo, et al (2020)

Fuente. Autoría propia

Las disciplinas y el tipo de imágenes diagnósticas conocidas a través del presente estudio simplifican una muestra de la transversalidad de la toma de imágenes diagnósticas y el influente de la radioprotección, por lo que se muestra relevante que al pasar de los años a pesar de que la ciencia de la medicina avanza muchos de las estructuras teórico prácticas asumidas siguen vigentes hasta el presente año.

Finalmente, la dosimetría representa una de las líneas más importantes en el tema de la radioprotección, el manejo de esta dosis requiere pericia, conocimientos específicos, responsabilidad y habilidades propias del área de radiología, en esencia el control de este tipo de intervenciones cuyo fin es el diagnóstico efectivo para propiciar un adecuado tratamiento no debe responder de manera negativa generando daños mayores a los ya establecidos en un paciente o usuario por lo tanto, las reglas de la dosimetría siempre deben tenerse prioritariamente en cualquier aplicación dentro de la cual requiera uso de radiación ionizante.

La dosimetría según los autores abordados (Bayo, 2001; Arias, 2006; Van Deventer, 2011; Andisco et al., 2014; Castrillón-Giraldo, et al 2020; Castrillón-Giraldo, et al 2020 y Poveda y Plazas, 2020) debe tener presente los efectos que emergen a causa de la dosis, además de la reducción de riesgos y la exposición de carácter innecesario la cual deben evitar, en resumen, esta dosimetría depende mucho de las características propias de la condición del paciente o del proceso a realizar prevaleciendo siempre la vida, la ética práctica y la responsabilidad.

Conclusiones

Se concluye que la radioprotección es equivalente tanto a la dosis como a los elementos de protección personal.

Los riesgos para el personal de imágenes diagnóstica cuentan con efectos en mayor medida debido a la exposición constante.

Los factores de mayor influencia en la radioprotección están establecidos según el presente estudio por conocimientos del personal, entidades equipadas para estos procedimientos, regulación uso y cuidado de la mecánica utilizada para la toma de imágenes diagnósticas, evaluación y regulación de los procesos.

Las diferentes disciplinas asociadas a la toma de imágenes diagnósticas contribuyen a un accionar más efectivo y exacto frente al tipo de imagen diagnóstica

Finalmente, la dosimetría.

Referencias

- Arias, C. F. (2006). La regulación de la protección radiológica y la función de las autoridades de salud. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 20(2-3), 188-197. <https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v20n2-3/15.pdf>
- Andisco, D., Blanco, S., y Buzzi, A. E. (2014). Dosimetría en radiología. *Revista argentina de radiología*, 78(2), 114-117. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S004876191400012X?token=FD3A35ED276E13F15BEA0F64D262B12C50E6D56C763A4F1BD5142E12A8E827F2C659BF004DD929365AD9810A4EE96DCE&originRegion=us-east-1&originCreation=20230507012245>
- Bayo, N. (2001). Reacción celular ante la radiación. *Radiobiología*, 1(1), 9-11. [http://www-rayos.medicina.uma.es/rmf/Radiobiologia/Revista/Numeros/RB1\(2001\)9-11.pdf](http://www-rayos.medicina.uma.es/rmf/Radiobiologia/Revista/Numeros/RB1(2001)9-11.pdf)
- Castrillón-Giraldo, W. S., Morales-Aramburo, J., y Jaramillo-Garzón, W. (2020). Control de calidad en equipos de rayos X en intervencionismo. *Revista Colombiana de Cardiología*, 27, 88-95. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0120563319301901?token=B01316F29F492D2685A554CDF2103747309A5FBDD5E580CC4CAD5806B2406D1292E02F8C714E9213197063825FFDE2C1&originRegion=us-east-1&originCreation=20230506235212>
- Díaz, I. R. R. (2014). Imágenes diagnósticas: conceptos y generalidades. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas*, 35-42. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63045355/imagen20200421-94216-1vq7z9-libre.pdf?1587527409=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIMAGENES_DIAGNOSTICAS_CONCEPTOS_Y_GENERA.pdf&Expires=1683419773&Signature=ErBNNd93quSetGbVOpbF7~ZqxnM

BiZAiuo9yZfUq6gVCSf0-

S2uzjVnC4ipOdQtxykvdl8VQQA1PoKIZ6fyTVJP5pKHK~2CUzYdfdpBVpNnJ49zFL

coI0KKC1tOrYOMWeZAY5E58mjjbFKFmPevYREN~18A193szhu85D47JRb0DwwI4R

4vjX4syXgGP9RXQgL6J7EU3ft4mdJI7Jy3OOKHHxaDtxn-

afsfavsQO4sGLJeponbu5MPeum55AGOkzhsKn96xquUI72q9xwzfpKgjXmm2VyyVaj

dLUzVAfORw7AY4jR2sw8nW3OwQVx6cHOZqNInKYOHZS5ruLVhg8A__&Key-

Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Madrigal, L. R. (2009). La radiología: Apuntes históricos. *Revista médica electrónica*, 31(4), 0-0. <http://scielo.sld.cu/pdf/rme/v31n4/spu19409.pdf>

Nocetti, D., Alarcón, R., Inzulza, A., Calcagno, S., Castro, M., Vargas, J., ... y Torres, B. (2015).

Magnitudes y unidades para dosimetría a pacientes en radiodiagnóstico e

intervencionismo. *Revista chilena de radiología*, 21(3), 94-99.

<https://www.scielo.cl/pdf/rchradiol/v21n3/art04.pdf>

Núñez, M., UdelaR, M., y de Alasbimn, U. D. T. (2008). Efectos biológicos de las radiaciones–

Dosimetría. Escuela Universitaria de Tecnología Médica UdelaR, Montevideo, Uruguay.

Comité de Tecnólogos de ALASBIMN.

Poveda, J. F., y Plazas, M. C. (2020). Elementos de protección radiológica en salas de

intervencionismo. *Revista Colombiana de Cardiología*, 27, 82-87.

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0120563320300024?token=6C22189BD5ADF>

E106B95517259029575A9B92945E9685BA41ED672F1997864327D4E6932115446A3

D698D06ABC20BCE0&originRegion=us-east-1&originCreation=20230512091318

Puerta-Ortiz, J. A., y Morales-Aramburo, J. (2020). Efectos biológicos de las radiaciones

ionizantes. *Revista Colombiana de Cardiología*, 27, 61-71.

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0120563320300061?token=1BA803477B6D179B80042CC816621083C32268CE290311887A5044B0E773412F6DCC0988008AFEB29C213BCF2204C10E&originRegion=us-east-1&originCreation=20230507021031>

Prdosimetria. (sf). Elementos de Protección Radiológica.

<https://www.prdosimetria.com/index.php/productos/116-elementos-de-proteccion-radiologica>

Ramos, O., y Villarreal, M. (2007). Fundamentos de protección radiológica. *Radiobiología*, 7, 174-177. [http://www-rayos.medicina.uma.es/rmf/radiobiologia/revista/Numeros/RB7\(2007\)174-177.pdf](http://www-rayos.medicina.uma.es/rmf/radiobiologia/revista/Numeros/RB7(2007)174-177.pdf)

Sociedad Argentina de Radioprotección. (2011). Protección Radiológica en Medicina.

<https://www.icrp.org/docs/P%20105%20Spanish.pdf>

Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (2013). Lineamientos de la Investigación En la Escuela de Ciencias de la Salud.

https://academia.unad.edu.co/images/escuelas/ecisa/Lineamientos_de_Investigacion_ECI_SALUD.pdf

Van Deventer, E. (2011). El Programa de Protección Radiológica de la OMS. *Alfa*, (14), 51-57.

<https://www.csn.es/documents/10182/13557/Alfa+14>

Vaño, C., Soffia, S., y Fabri, G. (2019). Niveles de referencia para diagnóstico: Una herramienta efectiva para la protección radiológica de pacientes. *Revista chilena de radiología*, 25(1), 19-25. <https://www.scielo.cl/pdf/rchradiol/v25n1/0717-9308-rchradiol-25-01-00019.pdf>

Walwyn, S. G., González, M. J. E., Molina, P. D., Ramos, M. D., López, B. G. M., Fernández, G. I., y Tamayo, G. J. (2020). CPHR: 35 años al Servicio de la Protección Radiológica, la

Salud y el Medio Ambiente. *Nucleus*, (67), 6-13.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-084X2020000100006