

Deficiencia de la monitorización y análisis de los niveles de exposición a las radiaciones ionizantes del personal del área de imagenología

Angie Carolina Monsalve López

Deiber Antonio Mendoza Cuevas

Elena del Rosario Pallares Duran

Luisa Fernanda Duran Villalobos

Sandra Patricia Muñoz Díaz

Asesor

Luis Fernando Gómez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud ECISA

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnosticas

2023

Resumen

El dosímetro personal detecta las radiaciones de tipo ionizante, las que emiten los equipos de radiodiagnóstico o fuentes radiactivas, el objetivo principal del dosímetro es integrar la dosis de radiación que sufren los profesionales y trabajadores ocupacionalmente expuestos durante un periodo de tiempo determinado. La información brindada por los dosímetros personal es fundamental ya que permite evaluar cuantitativamente el grado de exposición que desempeñan los trabajadores expuestos y determinar si está cumpliendo con la legislación en donde tiene los límites establecidos que adopta el país en cuanto a directrices de protección radiológica brindados por los organismos internacionales como en nuestro caso son la OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica) pero revisamos las de la ICRP (Comisión Internacional de Protección Radiológica).

Se ha revisado que los efectos por causa de exposición a la radiación ionizante se empiezan a manifestar en dosis que están por encima de los límites que emiten los organismos internacionales y legislaciones nacionales, hemos deducido que la forma más eficiente que se debe tener para una vigilancia epidemiológica se resuelve a través de los análisis de los dosímetros personales, también debemos tener muchas variables que se encuentran en el uso del dosímetro. Los resultados que se muestran en este trabajo son la importancia de entender que la dosimetría personal es muy importante en la protección radiológica, por eso la necesidad que la legislación haga cumplir las directrices que proponen los organismos internacionales

Palabras clave: Dosímetro, radiación ionizante, autoridad reguladora, contaminación radiactiva, dosis, dosis absorbida, exposición, límite de dosis.

Abstract

The personal dosimeter detects ionizing radiation, which is emitted by radiodiagnostic equipment or radioactive sources. The main objective of the dosimeter is to integrate the radiation dose suffered by professionals and occupationally exposed workers during a certain period of time. The information provided by personal dosimeters is essential since it allows us to quantitatively evaluate the degree of exposure carried out by exposed workers and determine if they are complying with the legislation where they have the established limits adopted by the country in terms of radiological protection guidelines provided by International organizations such as in our case are the IAEA (International Atomic Energy Agency) but we review those of the ICRP (International Commission on Radiological Protection).

We have reviewed that the effects due to exposure to ionizing radiation begin to manifest at doses that are above the limits emitted by international organizations and national legislation, we have deduced that the most efficient form that should be taken for epidemiological surveillance It is resolved through the analyzes of personal dosimeters, we must also have many variables that are found in the use of the dosimeter. The results shown in this work are the importance of understanding that personal dosimetry is very important in radiological protection, hence the need for legislation to enforce the guidelines proposed by international organizations.

Keywords: Dosimeter, ionizing radiation, regulatory authority, radioactive contamination, dose, absorbed dose, exposure, dose limit.

Tabla de Contenido

Introducción	7
Planteamiento del Problema	9
Sistematización del Problema	13
Justificación	14
Objetivos	16
Objetivo general.....	16
Objetivo específico	16
Marco Conceptual.....	17
Marco Teórico	21
Marco legal.	26
Hipótesis.	28
Resultados.....	30
Conclusiones.....	34
Bibliografías.....	36

Lista de tablas

Tabla 1 <i>Límite de Dosis</i>	19
---------------------------------------------	----

Lista de figuras

Figura 1	<i>Efectos de la Radiación Dependiendo la Dosis</i>	11
-----------------	-----------------------------------------------------------	----

Introducción

Se sabe que la dosimetría tiene como finalidad la medición de la dosis que absorbe un cuerpo o tejido en particular, después de la exposición a la radiación ionizante.

Se define como dosis absorbida la energía que absorbe un tejido o material irradiado, dependiendo su unidad de masa, su naturaleza y su campo de radiación, al igual que los procesos que hay que tener en cuenta en la interacción de la materia-radiación.

Se habla de dosimetría personal cuando se mide la dosis de radiación en el cuerpo humano, su finalidad principal es prevenir y alertar sobre posibles alteraciones en la dosis que se reciben y a su vez se puedan desencadenar efectos nocivos que pueden producirse por la radiación, la dosimetría es vigilar radiológicamente a trabajadores, pacientes y personal circulante de las áreas de imagenología expuestos, en algunas instituciones se realizan dos tipos de medidas de radiación:

Tenemos a la dosimetría ambiental que tiene como finalidad medir la tasa de exposición a las radiaciones ionizantes en el área de trabajo.

Otra forma de medición existente es la dosimetría personal, que como ya hemos venido hablando su finalidad es la vigilancia y prevención; la cual es individual, es decir; mide periódicamente la dosis que absorbe cada persona en la jornada laboral se lleva a cabo con el dosímetro que se debe portar en todo momento dentro de la institución de salud.

Los efectos biológicos nocivos que producen la radiación ionizante el control de estos se llevan a cabo calculando la dosis efectiva que reciben los trabajadores basando a los estándares propuestos por la comunidad internacional ICRP al igual que la OIEA esto se realiza con la finalidad de garantizar la máxima seguridad durante la exposición a las radiaciones ionizantes.

Tenemos que tener en cuenta que uno de los aspectos más importantes a la hora de cumplir con los mayores estándares de seguridad dentro de los servicios de imagenología es realizar una correcta organización y formación de los profesionales del área con respecto a la seguridad radiológica.

Este trabajo se basa en una recopilación de datos gracias a bibliografías encontradas sobre centros de radiología, se encontramos inconvenientes y además soluciones efectos todo esto teniendo en cuenta las normativas y recomendaciones de los organismos internacionales como la ICRP al igual que la OIEA.

Planteamiento del Problema

La radiación cósmica, solar y terrestre son radiaciones naturales, a las que los seres humanos estamos expuestos cada día puesto que las encontramos en el suelo, rocas y minerales de la corteza terrestre.

Estas sustancias radiactivas sufren de una desintegración espontánea a esto se le llama radiación ionizante.

Se sabe que la exposición que tenemos hacia la radiación puede producir efectos nocivos para la salud, comienzan en las células y tejidos, cada efecto puede variar dependiendo el tiempo y característica a la exposición que tenga el individuo.

La exposición a la radiación puede ser por inhalación o ingestión de algo común como el agua, leche, vegetales y el pescado, entre otros si estas vienen de fuentes contaminadas.

Los accidentes por exposición suceden por irradiación o contaminación, cuando la persona se expone a la fuente de radiación, esta solo afecta a quien está expuesto ya que no se transfiere si no se tienen elementos radiactivos; cuando sucede por contaminación por una sustancia radiactiva, como polvo, líquido o un material de desecho, el individuo y sus pertenencias, ropa y todo lo demás está impregnado de radiación y esto puede ser transferible a personas, objeto y al medio ambiente.

Tenemos efectos así lo afirma en un estudio 1997 (Autoridad reguladora nuclear), los de exposición como los agudos, técnicamente se llaman “deterministas” y los tardíos que también se pueden llamar “estocásticos”. Los efectos deterministas suelen incluir quemaduras, esterilidad, enfermedades por irradiación o la muerte, la diferencia con los estocásticos es que estos incluyen efectos hereditarios y cánceres ya que se presente una alteración al componente genético de las células.

Existe un riesgo mayor cuando hay una emergencia radiológica, este riesgo lo encontramos en equipos y materiales del uso médico, sobre todo aquellos que no se encuentran registrados y no son regulados, los cuales generan problemas a la salud a causa de:

Uso erróneo de los equipos.

Proximidad excesiva de la fuente.

Tiempo prolongado a la exposición.

Dosis y cantidad de radiación excesiva.

Exposición innecesaria hacia la persona.

Fuga de radiación.

Estos riesgos los debemos comprender desde la perspectiva de un error humano, pero todo esto conlleva por desgaste de los equipos y los tecnólogos llegan a estas instancias que los llamamos errores por obtener una buena imagen; esto sucede porque nos enseñan a ser recursivos con lo que tenemos, sin importar las condiciones debemos una brindar una atención de calidad y que ayude al diagnóstico del paciente.

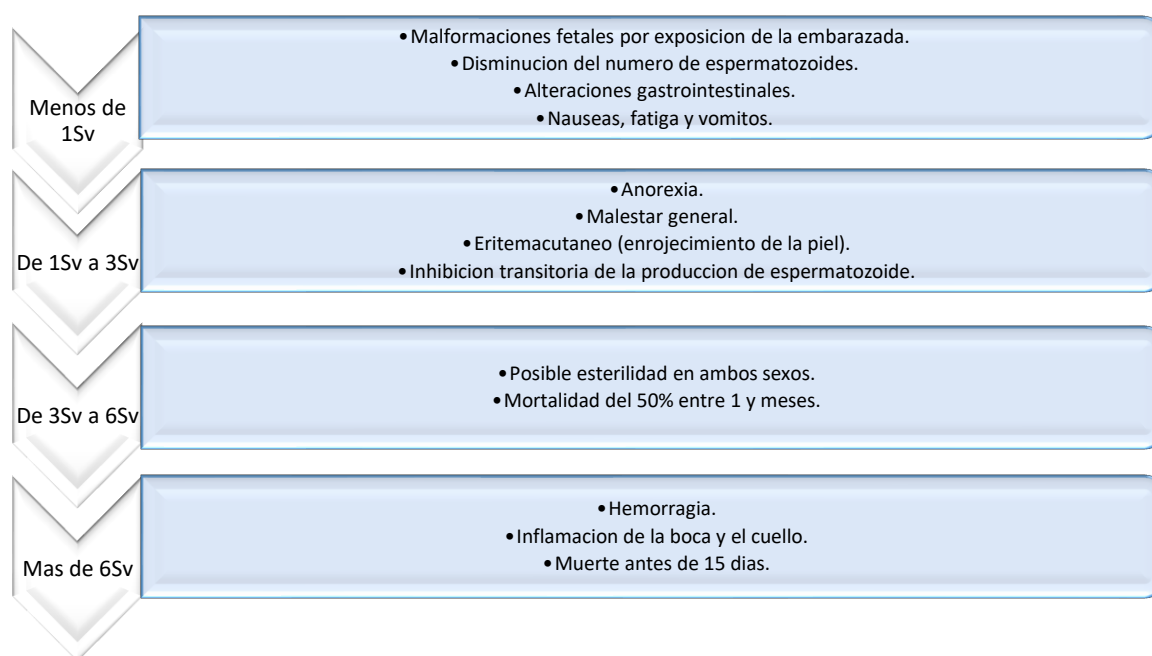
La protección radiológica contiene una técnica fundamental como lo es la dosimetría, ya hemos recalado sus objetivos, pero también se encuentra entre uno de sus funciones importantes la de verificar las condiciones de trabajo y protección de la salud, si se encuentra algún fallo buscar mejorar con soluciones efectivas.

Debemos entender que el trabajador expuesto debe portar el dosímetro personal de forma permanente mientras se esté en contacto con radiación ionizante, darle un buen uso es fundamental para una lectura oportuna durante el trabajo, cabe resaltar y recalcar que el dosímetro no es un elemento de protección radiológica.

Los efectos de radiación dependiendo las dosis pueden crear diferentes efectos nocivos para la salud en la siguiente tabla expondremos estos efectos.

Figura 1

Efectos de la Radiación Dependiendo la Dosis



Fuente. Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN)

Los efectos los podemos categorizar en inmediatos o tardíos, los inmediatos se producen en dosis superiores de 2.5 Sv, dependiendo su dosis y los órganos que se afecten se empiezan a ver los efectos. Por otra parte, tenemos los efectos tardíos dentro de los cuales tenemos diferentes tipos de cáncer, también vemos que se pueden pasar a generaciones futuras dando como resultados degeneraciones físicas y mentales.

Por estos efectos que suceden mayormente a trabajadores y profesionales expuestos a la radiación ionizante debemos brindar la mayor seguridad, precisar un oportuno servicio que sea eficaz y eficiente para evitar estas enfermedades que pueden traer daños permanentes o hasta la

muerte, siguiendo las recomendaciones de los organismos internacionales podemos mitigar este impacto producido por la exposición a la radiación.

Las recomendaciones en el 2007 de la ICRP en su publicación 103, después de años de debate en donde nos regían las recomendaciones de 1990 sobre el control a fuentes de radiación fueron aprobadas el 21 de marzo del 2007 en Essen, Alemania en donde participaron científicos, tecnólogos, médicos e ingenieros biomédicos; dichos debates duraron 8 años.

Sistematización del Problema

Revisando el anterior planteamiento del problema, se realizaron las siguientes preguntas;

¿Qué recomendaciones brinda la ICRP (Comisión Internacional de Protección Radiológica) al igual que la OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica) en relación a los parámetros que se deben mantener en los procesos radiológicos y de dosimetría en los equipos médicos? ¿Se refleja el cumplimiento de estas recomendaciones y si es así podríamos observar una reducción a la exposición y efectos que producen la radiación? ¿Se encuentran inconvenientes en las instituciones de salud que ofrecen el servicio de imagenología para el cumplimiento de estas recomendaciones? ¿Si hubiera estas barreras para el cumplimiento de dichas recomendaciones, que soluciones efectivas podríamos hallar?

Estas 4 preguntas nos indican que las instituciones de salud que ofrecen el servicio si cumplan con los criterios y recomendaciones dados por los organismos internacionales en cuanto a la dosimetría personal.

Tendremos una pregunta de investigación que se desglosa de las 4 preguntas anteriores la cual es ¿Para encontrar soluciones efectivas y así eliminar los inconvenientes que suceden en los centros de radiología para el cumplimiento de las recomendaciones propuestas por la ICRP al igual que la OIEA sobre la exposición a la radiación ionizante, los organismos encargados deberán influir en estas propuestas?

Justificación

La radiación en el área de la salud tiene una amplia aplicación, como lo son los fines terapéuticos o de diagnóstico, la radiación supone unos de los aspectos que más destacan y benefician a la humanidad, pero que debemos utilizar con mucho cuidado ya que en ocasiones ha habido ciertas exposiciones injustificables, que, con el paso de los años, muchos de estas casaron daños irremediables en la salud del individuo a causa de la dosis de radiación que se recibió.

Es importante tener presente que la radiación suele pasar siempre desapercibida por el ser humano, ya que este no la siente en el momento exacto con su interacción, creando una falsa seguridad. Sabemos y reconocemos muchas veces que el daño está ahí, pero es imperceptible por eso es importante adoptar y cumplir con las recomendaciones y normas establecidas por los organismos nacionales e internacionales, para de esta manera garantizar más seguridad en las áreas de imagenología e integridad a la salud humana.

“La exposición a la radiación ionizante puede aumentar el riesgo de cáncer y otras enfermedades, por lo que es fundamental garantizar que la exposición a la radiación en los procedimientos médicos sea lo más baja posible” según lo afirma la organización mundial de la salud (OMS, 2019).

Aunque en las instituciones de salud se han adquirido los estándares que ofrecen los organismos internacionales, se puede observar que en algunos casos fundamentados por estudios como lo fue el que se publicó en la revista de radiología en donde se compromete con una dosis de radiación excesiva teniendo en cuenta los estándares, esto llevo a cabo que el 42% de los pacientes de un centro de tomografía recibieran dosis altas al igual que tecnólogos y diferentes trabajadores expuestos Ramírez, J. Arboleda, C & McCollough, C. (2008), en este caso

revisamos la importancia de cumplir con los estándares de calidad, podemos evitar dosis excesivas y una exposición con efectos catastróficos para el ser humano.

Aquellas barreras que se encuentran en algunas instituciones de salud y una de las soluciones efectivas para lograr mitigarlas sería la identificación de todas las deficiencias que hay a la hora de monitorizar y analizar las lecturas de las dosis que deben ser en base a los estándares que brinda los organismos internacionales, creemos que una de las mayores falencias identificadas sería la mala adaptación de las normas de radio protección en las instituciones de salud, una de las soluciones más rápidas que se puede emplear es crear conciencia al tecnólogo de imagenología y profesionales de área, sobre el autocuidado, la identificación de fallas en los procesos, portar el dosímetro personal siempre y a su vez revisar ellos mismos las condiciones laborales y si hubiera una exposición injustificada reportar y solucionar de forma oportuna y eficaz, para así mantener su integridad, la de los pacientes, familiares y circulantes del servicio.

Concluyendo, el estudio teórico que realizamos aborda un problema muy recurrente dentro de las instituciones de salud que ofrecen el servicio de imagenología, la finalidad es poder garantizar el uso de la radiación ionizante de una forma segura y efectiva ya que podemos encontrar muchos beneficios para la humanidad, por eso si revisamos estos inconvenientes y proponemos las soluciones efectivas correctas, podríamos ver una mayor efectividad para el diagnóstico del paciente, protegiendo la integridad de todas las partes involucradas.

Objetivos

Objetivo General

Analizar las recomendaciones que brinda los organismos internacionales en Colombia para la efectiva aplicación de los estándares necesarios y de esta manera cumplir con la práctica de radio protección con los mejores modelos de calidad y seguridad.

Objetivo Específicos

Revisar las implementaciones que se realizan en Colombia en cuanto a la dosimetría personal.

Encontrar las falencias y complicaciones que suceden dentro de las instituciones de salud para la realización de una práctica radiológica efectiva y segura.

Proponer soluciones efectivas que pueden ayudar a las instituciones de salud y sus los trabajadores expuestos, en cuanto a la dosimetría personal.

Marco Conceptual

Agregamos el siguiente marco conceptual sobre los conceptos que hemos estado abordando en la investigación teórica planteada estos son los más relevantes e importantes.

Autoridad Reguladora

Definición. “Autoridad o autoridades nombradas o reconocidas de otra forma por un gobierno con fines de reglamentación en materia de protección y seguridad” (OIEA, 1996).

Contaminación Radiactiva

Definición. “Presencia de sustancias radiactivas dentro de una materia o en su superficie, o en el cuerpo humano o en otro lugar en que no sean deseables o pudieran ser nocivas” (OIEA, 1996).

Dosímetro

Definición. “Son dispositivos que contienen uno o varios detectores con alguna propiedad que, sin intervención del usuario, permite acumular la información sobre la cantidad de dosis recibida debida a radiaciones ionizantes que se extrae en un proceso posterior de evaluación” (Instalaciones radioactivas, 2013).

Dosis

Definición. “Medida de la radiación recibida o 'absorbida' por un blanco. Se utilizan, según el contexto, las magnitudes denominadas dosis absorbida, dosis a un órgano, dosis equivalente, dosis efectiva, dosis equivalente comprometida o dosis efectiva comprometida. Los términos calificativos se suelen omitir cuando no son necesarios para precisar la magnitud de interés” (OIEA, 1996).

Dosis Absorbida

Definición. “Magnitud dosimétrica fundamental D , definida por la expresión: $D = de/dm$ En la que es la energía media impartida por la radiación ionizante a la materia en un elemento de volumen, y dm es la masa de la materia existente en el elemento de volumen. La energía puede promediarse con respecto a cualquier volumen definido, siendo la dosis promedio igual a la energía total impartida en el volumen dividido por la masa del volumen. La unidad de dosis absorbida en el Sistema Internacional (SI) es el joule por kilogramo ($J \cdot kg^{-1}$) y su nombre es el gray (Gy)” (OIEA, 1996).

Exposición

Definición. “Acto o situación de estar sometido a irradiación. La exposición puede ser externa (irradiación causada por fuentes situadas fuera del cuerpo humano), o interna (irradiación causada por fuentes existentes dentro del cuerpo humano). La exposición puede clasificarse en normal o potencial; ocupacional, médica o del público; así como, en situaciones de intervención, en exposición de emergencia o crónica. También se utiliza el término exposición en radio dosimetría para indicar el grado de ionización producido en el aire por la radiación ionizante.” (OIEA, 1996).

Límite de Dosis

Definición. “Valor de la dosis efectiva o de la dosis equivalente causada a los individuos por prácticas controladas, que no se deberá rebasar” (OIEA, 1996).

La OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica) establece límites anuales para los profesionales ocupacionalmente expuestos.

Tabla 1*Límite de dosis*

Límite de dosis anualmente	MSv(J/Kg)
Cuerpo entero	50
Cristalino	300
Cualquier otro órgano en particular	500

Fuente: Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN).

Como ya lo hemos recalcado a lo largo de esta investigación si el trabajador expuesto rebasa los límites a la dosis sugerida por los organismos internacionales, la recomendación es suspender el trabajo inmediatamente debido a los efectos que llegaría a sufrir creando secuelas importantes en su salud.

Restricción de Dosis

Definición. “Restricción prospectiva, relativa a la fuente, aplicada a la dosis individual causada por la fuente y que sirve como confin para optimizar la protección y seguridad de la fuente. En el caso de las exposiciones ocupacionales, la restricción de dosis relativa a la fuente es un valor de dosis individual para limitar la gama de opciones consideradas en el proceso de optimización. Tratándose de la exposición del público, la restricción de dosis es un confin superior de las dosis anuales que deberían recibir los miembros del público a causa del funcionamiento, en las condiciones previstas, de toda fuente controlada. La exposición a la que se aplica la restricción de dosis es la dosis anual a cualquier grupo crítico, sumada para todas las vías de exposición, resultante del funcionamiento previsto de la fuente controlada. El fin de la restricción impuesta a cada fuente es brindar la seguridad de que la suma de las dosis al grupo crítico causadas por todas las fuentes controladas permanece ajustada al límite de dosis. En el

caso de la exposición médica los niveles de restricción de dosis deberían interpretarse como niveles orientativos, excepto cuando se apliquen para optimizar la protección de las personas expuestas con fines de investigación médica o de las personas, que no sean trabajadores, que presten asistencia para el cuidado, apoyo o bienestar de los pacientes expuestos” (OIEA, 1996).

Marco Teórico

“El ser humano se encuentra constantemente sometido al fenómeno de la radiactividad de origen natural y en más de cien años de desarrollo ha producido aplicaciones que potencializan el uso de la radiactividad en aplicaciones médicas, industriales y en investigación, instalando diferentes fuentes de radiación e incrementando las situaciones de exposición a la radiación ionizante. Para el correcto desarrollo de estas aplicaciones es necesario disponer de un sistema de protección radiológica, que regule el uso de las radiaciones ionizantes, reduciendo los efectos perjudiciales en la salud de las personas y en el medio ambiente” (ICRP, 2007).

“Para poder abordar el tema que se va a tratar en este trabajo de profundización inicialmente debemos tener claro que las radiaciones ionizantes causan daños en los tejidos de muchas formas, esto depende de diferentes factores dentro de los cuales podemos identificar la parte del cuerpo que se encuentra expuesta, la dosis de radiación, el tipo de radiación y la tasa de exposición; de igual forma las personas expuestas a la radiación ionizante puede padecer diversos problemas en su salud los cuales se han clasificado de bajo riesgo como por ejemplo agotamiento físico y mental, dolores de cabeza, entre otros y de alto riesgo como es el caso de algunos tipos de cáncer. Por estos motivos al tocar el tema es fundamental también hablar de protección radiológica; todo basándose en las áreas de trabajo, los equipos utilizados, en los materiales y elementos que existen y usamos dentro de las instalaciones o zonas donde se trabaja con este tipo de radiaciones en este caso en particular las áreas de imagenología” (Gómez Gómez, H., Pico E. Mel, 2013).

“Efectos de la Radiación Ionizante: La exposición a la radiación ionizante puede tener efectos perjudiciales en la salud humana. La dosis de radiación acumulada puede aumentar el riesgo de desarrollar cáncer y otras enfermedades relacionadas con la radiación. La exposición a

altas dosis de radiación puede causar efectos inmediatos en la salud, como quemaduras en la piel y síndrome de radiación aguda. Por lo tanto, es importante garantizar que las dosis de radiación a las que se exponen los pacientes sean lo más bajas posibles sin comprometer la calidad de la imagen radiológica” (UNSCEAR, 2017).

“Partiendo de la problemática que las radiaciones ionizantes al no ser tangibles ni visibles son percibidas como “inexistentes” o no se les da la importancia, en otras palabras, no se toman las medidas que se deberían llevar al respecto para contrarrestar los efectos sobre la salud. En este punto no estamos hablando particularmente de los pacientes ya que ellos a diferencia del personal de radiología encargados de practicar los diferentes exámenes a estos primeros en comparación no reciben la misma exposición ni dosis ni, por lo tanto, efectos secundarios. Por lo anterior, el objetivo es identificar las alteraciones clínicas en la salud del personal expuesto a radiaciones ionizantes en los hospitales, clínicas y demás centros de salud ya que la exposición de los trabajadores representa un riesgo para su salud, entre ellas destacan el papel de las radiaciones en la incidencia de cánceres como la leucemia y varios linfomas, la infertilidad tanto masculina como femenina, las afecciones oculares como las cataratas y las alteraciones de la función tiroidea” (Valeria Patricia Ávila Carrillo, 2022).

“Por otro lado, los efectos determinantes son aquellos en los que la gravedad del efecto es una función de la dosis, y tienen umbral por debajo del cual estos efectos no se manifiestan; por ejemplo, los efectos agudos de la irradiación, la radio dermatitis y sus secuelas, los efectos en órganos producidos secundariamente por irradiaciones vasculares, las cataratas en el cristalino. Se conoce este tipo de efecto por estudios realizados en lesiones agudas por irradiaciones en el individuo, como en los casos de Hiroshima y Nagasaki, accidentes con radiaciones, irradiación deliberada con fines terapéuticos y experimentos con animales. Algunos de los efectos

determinísticos más importantes en los tejidos y órganos se deben a lesiones celulares y pérdida de capacidad reproductiva. Así mismo, otro tipo de enfermedades inducidas por radiación, como la cardiopatía isquémica con infarto al miocardio, probadas epidemiológicamente en sobrevivientes de las bombas atómicas y en pacientes sometidos a radioterapia” (J. Anselmo Puerta Ortiz, J., Morales, A. 2020).

“Es importante siempre tener presente el grado de peligrosidad de las radiaciones ionizantes y por ende se hace necesario establecer medidas que garanticen la protección de los trabajadores ocupacionalmente expuestos dentro de sus labores diarias. Para controlar dicha exposición es necesario evaluar y cuantificar los niveles de radiación ionizante durante los diversos procedimientos; la distancia, el blindaje y el tiempo son tres reglas fundamentales de protección radiológica, las cuales garantizan nuestra seguridad e integridad física, al igual que el uso de los diferentes elementos de protección personal (guantes, gafas, protector gonadal, tiroideo y los delantales plomados, etc.), la infraestructura también juega un papel fundamental para esta labor, el contar con recubrimiento adecuado de plomo en paredes, puertas y cristales es vital a la hora de disminuir los niveles de radiación, incentivar el uso del dosímetro al personal trabajador, implementar protocolos de radio protección entre otras herramientas garantizan la seguridad ante las radiaciones ionizantes en las áreas de imagenología. Los riesgos a las radiaciones ionizantes es un tema de no desconocer para cualquier trabajador del medio, pero estos pueden ser controlados de forma eficaz, esta titánica labor se debe realizar de forma conjunta entre las instituciones de salud que oferten los servicios de imagenología, las cuales deben garantizar la seguridad mínima de infraestructura y elementos de protección y por parte del personal trabajador el cual debe tener claro su grado de responsabilidad dentro de ella para de

esta manera evitar posteriores eventos que afecten su salud a largo plazo” (Adoración Pascual Benés. Enrique Gadea Carrera, 2000).

“En este sentido, la ICRP ha establecido valores límite para la dosis de radiación que pueden recibir los pacientes y los profesionales, así como para la calidad de imagen radiológica. La dosis de radiación para pacientes se mide en términos de dosis efectiva, que se expresa en millisieverts (mSv), y varía según el tipo de examen radiológico. Para la calidad de imagen radiológica, se han establecido valores para la resolución espacial, el contraste y la relación señal-ruido, entre otros parámetros” (ICRP, 2017).

“La aplicación de las recomendaciones de la ICRP en la práctica clínica puede ser un desafío, ya que implica cambios en los procedimientos y la cultura organizacional. Además, puede haber barreras como la falta de capacitación del personal, la falta de recursos financieros o la falta de supervisión adecuada” (Hart et al., 2017).

“La caracterización de la radiación presente en el lugar de trabajo y un programa de vigilancia individual adecuado de acuerdo al riesgo de exposición externa y/o interna, permiten establecer las condiciones de operación que resulten aceptables para el personal de la instalación en sus diversas funciones y proporcionan información fiable sobre las dosis recibidas por los trabajadores expuestos durante las labores desarrolladas en la instalación” (S/f) Ciemat.es. 2023).

De igual manera no está de más recordar que durante años se ha creado una amplia legislación la cual está basada en leyes, decretos y normas las cuales hacen énfasis en la regulación del uso de las radiaciones ionizantes para así garantizar más seguridad al personal trabajador, los pacientes y sus familiares o circulantes de las áreas e imágenes diagnósticas. (Gómez Gómez, H., Pico E. Mel, 2013).

Resumiendo, el marco teórico nos demuestra con las respectivas bibliografías la utilización, efectos de la radiación ionizante, las recomendaciones que brindan los organismos internacionales, la importancia de reconocer cuando estamos en contacto con la radiación y lo que nos sucede, la aplicación de las recomendaciones y como la vigilancia individual con el dosímetro personal nos puede ayudar, también la legislación de leyes para que todo esto se pueda llegar a cumplir.

Marco Legal

En el mundo quienes son los organismos de control y brindan las recomendaciones correspondientes para el cumplimiento de los estándares son la ICRP (Comisión Internacional de Protección Radiológica) al igual que la OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica) también se conocen como autoridades que brindan directrices para la protección radiológica, la OMS (Organización Mundial de la Salud) tiene un papel sumamente importante en la radio protección en el área médica.

En cada país los encargados son diferentes organismos, en Colombia tenemos organismos como lo son el Ministerio de Salud y Prosperidad Social, pero quien se encarga sobre la licencia de la dosimetría personal es el Ministerio de Minas y Energía.

Todo equipo en Colombia que emita radiación ionizante debe tener licencia el cual la emiten los siguientes entes que son el Ministerio de Salud y Prosperidad Social esto lo encontramos en la siguiente Resolución 482 del 2018, esta Resolución continua después de la ley 9 de 1979 en su artículo 151 que especifica lo anterior propuesto. En el artículo 152 de la Ley 9 de 1979 dice “establecer las normas y reglamentaciones que se requieran para la protección de la salud y la seguridad de las personas contra los riesgos derivados de la radiación ionizante y adoptar las medidas necesarias para su cumplimiento”, pero el Ministerio de Salud decidido por actualizarla expide la Resolución 9031 de 1990.

Colombia es un país miembro de la OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica), sus estatutos se aprobaron desde la Ley del 16 de septiembre de 1960, la OIEA pide fomentar la seguridad radiológica cumpliendo con las directrices que brinda, Colombia cumpliendo con su compromiso poco a poco implementa la normativas y directrices que brinda la OIEA sobre seguridad radiológica.

Después del Decreto 70 del 17 de enero de 2001, se modifica en el artículo 3, da facultad al Ministerio de Minas y Energía que adopte la política nacional en materia de energía nuclear y con esto la gestión de materiales radiactivos, la regulación, controlar y licenciar a nivel nacional todas las operaciones que conciernen a las actividades nucleares y radiactivas esto se lleva a cabo gracias a la Resolución No. 18 de 1434 del 5 de diciembre del 2002.

En la Resolución 18-1289 del 6 de octubre del 2004 establece los requisitos para brindar el servicio de dosimetría personal al personal expuesto en su Título IV "exposición ocupacional", su Capítulo 9 "Vigilancia Radiológica y Evaluación de la Exposición Individual, artículo 94 del mismo reglamento se establece que: "Los titulares de registro, los titulares de licencia y los empleadores serán los responsables de organizar la evaluación de la exposición ocupacional de los trabajadora, basada en la vigilancia radiológica individual, cuando proceda, y cuidarán de que se concierten las disposiciones adecuadas con servicios dosimétricos apropiados y aprobados por la autoridad reguladora o su delegada con sujeción a un programa adecuado de garantía de calidad".

Hipótesis

La dosimetría personal en Colombia ayuda a tener más conciencia sobre la exposición radiológica que sufren los profesionales, cumpliendo con recomendaciones dadas por los organismos de seguridad radiológica veremos un impacto positivo en los casos sobre enfermedad laboral por exposición a radiación, la importancia que los organismos que se encargan sobre la vigilancia, control y regulación de protección radiológica donde hay énfasis en dosimetría personal, además hagan cumplir a cabalidad las leyes dispuestas.

Diseño Metodológico

Tipo de Investigación

Definición. El tipo de investigación propuesta en este documento es explicativo-descriptivo, buscan explicar las recomendaciones que brindan los organismos internacionales sobre la protección radiológica, describe de qué forma se cumplen en Colombia en los centros de salud las recomendaciones y si no hay cumplimiento como esto afecta la vida de los profesionales expuestos.

Población

Definición. Nos enfocamos en los profesionales y trabajadores ocupacionalmente expuestos a la radiación ionizante y centros de salud que emiten radiación.

Muestra

Definición. Se ha revisado a lo largo de la investigación diferentes tipos de bibliografías en donde si observamos el tema principal es la protección radiológica y con esto la dosimetría persona y en otras donde podemos ver las recomendaciones propuestas por los organismos internacionales, no realizamos ninguna entrevista, tampoco realizamos recopilación sobre algún dato específico.

Instrumentos

Definición. Revisión a fondo de bibliografías de estudios y diferentes publicaciones que demuestran la aplicación de recomendaciones necesarias para la protección radiológica para una seguridad radiológica eficaz, también la importancia de la dosimetría personal.

Técnica de Recolección de Información

Definición. La recopilación de datos, hallazgos, resultados y conclusiones se realizó con la técnica de búsqueda y revisión crítica de la literatura en donde pudimos observar y analizar el cumplimiento de las recomendaciones, lo fundamental de la dosimetría personal, exposición de profesionales, efectos por exposición, leyes y organismos que hacen cumplir las directrices.

Recursos para la Investigación

Búsqueda de la bibliografía.

Acceso a los datos que se especializan la seguridad y protección radiológica y uso del dosímetro personal.

Búsqueda de normas, leyes, resoluciones tanto nacionales como internacionales sobre protección radiológica.

Conexión a internet, equipos de cómputo para análisis de datos

Resultados

Los organismos internacionales como OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica) al igual que la ICRP (Comisión Internacional de Protección Radiológica), son organizaciones que tienen un objetivo en común al desarrollar recomendaciones y directrices para la protección radiológica, así garantizan una práctica segura y eficaz en todos los lugares del mundo donde se aplique la radiología, en las directrices y recomendaciones encontramos también valores límites para tener en cuenta en exposición radiológica en el área médica.

La limitación de la dosis efectiva es definida como una medida a la que se expone todo el cuerpo, pero con la ponderación de los tejidos, la dosis efectiva debe ser la más baja posible, la dosis efectiva anual no puede superar los 1 mSv, pero en las exposiciones medicas no debe superar los 0,1 mSv para los profesionales de forma individual.

Tenemos otras recomendaciones importantes como dosis reducida en las técnicas en la obtención de imágenes, el uso del dosímetro personal y los elementos de protección radiológica, los valores límite para cada órgano y tejidos individuales, directrices para controlar y evaluar la exposición a la radiación en la práctica médica. Las recomendaciones y directrices son actualizadas constantemente para garantizar una práctica radiológica segura y efectiva.

Un estudio de Zacarias (2019) nos muestra que adoptar las recomendaciones para la protección radiológica no influye en la calidad de imagen y así protegemos de todos los involucrados, el estudio se realizó en Brasil y se identificó una disminución a la exposición que tuvieron los pacientes y así evitar la radiación dispersa que afecta mayormente al profesional en salud.

Se ha encontrado muy pocos estudios en Colombia sobre el cumplimiento de las recomendaciones y directrices internacionales, como a la exposición que sufren pacientes y profesionales, pero encontramos un estudio en Bogotá Rojas (2015). sobre la problemática inicial que se buscaba en esta investigación es que solo el 48% de los equipos de radiodiagnóstico cumplen con las directrices que brindan los estándares internacionales en dosis de radiación y la calidad de imagen que una mayor exposición innecesaria por parte de los pacientes y profesionales.

Un estudio en España Ruiz-Cruces (2019) respalda la hipótesis que plantean los organismos internacionales, en este caso se verifica que los equipos adoptan las directrices propuestas y así se evita de forma efectiva una dosis alta y se disminuye las posibilidades de efectos nocivos para la salud.

Para poder lograr las recomendaciones sean aplicadas correctamente se llevó a cabo un análisis bibliográfico en las unidades de radiología en Colombia. Para adoptar las recomendaciones evaluamos las siguientes variables:

Cada servicio de radiografía tiene protocolos y medidas de protección radiológica.

Cumplimiento por parte del personal de salud en los protocolos y medidas para la seguridad radiológica.

El personal de salud tiene capacitación en protección radiológica.

La disponibilidad y funcionamiento de la dosimetría personal.

Mantenimiento correcto y preventivo para los equipos de radiología.

Las variables evaluadas comprenden el estudio anteriormente planteado que se identifica que la gran mayoría de los centros no cumplen con los estándares propuesto para la protección radiológica.

Se han encontrado las barreras por el cual creemos que las variables anteriormente no se cumplen a cabalidad, las barreras que encontramos después de la investigación son:

Las barreras expuestas anteriormente no solo son de un centro de salud en específico, esto sucede más comúnmente de lo que quisiéramos que pasara, si planteamos y efectuamos soluciones efectivas podemos garantizar la radiología como una práctica segura y efectiva. Concluyendo, estas barreras hacen que el cumplimiento de los estándares internacionales sea deficiente, por eso realizamos un llamado a los organismos de control para verificar que se cumplan las directrices para que la practica radiológica sea efectiva y segura.

Revisando las siguientes bibliografías que nos ayudan a entender el tema sobre el cumplimiento de las directrices, la falta de capacitación y concientización de los profesionales en el área de protección radiológica.

Un estudio realizado por Gutiérrez (2017) se logra identificar inconvenientes para el cumplimiento de las directrices para la protección radiológica en varios sitios de radiología de Colombia., también una falta de supervisión y seguimiento para que se cumplieran las directrices en la práctica radiológica, no se evidencia programas para educar y capacitar constantemente al personal radiológico.

En cambio, un estudio realizado por Sánchez (2019). Los estándares se cumplían y se implementaban de forma correcta en un hospital universitario en Colombia, pero se vieron deficiencias en la capacitación del personal, la gestión de residuos radiactivos, mantenimiento y calibración de los equipos de radiología.

En el siguiente estudio se evaluaron 3 centros en el cual se evidencia diferencias significativas al implementar los estándares de radio protección, los sitios evaluados fueron centros de radioterapia en Colombia, por eso la necesidad de estandarizar y tener un seguimiento más riguroso para el cumplimiento de los estándares.

Este estudio que realizo Barco (2018) se evaluó la dosimetría personal para los tecnólogos en radiología, se evidencian que la gran mayoría utilizan el dosímetro personal, pero se observa una deficiencia en el registro, un seguimiento muy escaso sobre las dosis que reciben los tecnólogos, la capacitación es casi inexistente sobre el uso del dosímetro, el mal uso puede crear alteraciones sobre la dosis que se recibe el cuerpo humano, también un deterioro y daño del mismo.

Los estudios evaluados en la investigación nos muestran que las directrices en la práctica radiológica son necesarias no importa el área de radiología, podemos observar que es necesario un mayor capacitación, seguimiento y estandarización rigurosa para la seguridad de todos los involucrados al momento de la implementación de la radiología. La bibliografía propuesta son solo ejemplos de la problemática que se ha venido afrontando en Colombia en cuanto a la dosimetría personal y practica radiológica.

Conclusiones

En primer lugar, los valores propuestos por los organismos internacionales deberán mantenerse al igual que las recomendaciones que brindan, con el objetivo de garantizar de forma segura y eficaz la práctica radiológica, la mayoría de los países ha adoptados entre sus regulaciones nacionales, pero se evidencia que el seguimiento no es el óptimo, por eso la importancia que estas regulaciones sean conocidas por los profesionales para así proteger su integridad física y la de los pacientes.

En segundo lugar, vemos una directa relación entre las recomendaciones y directrices con la exposición innecesaria para los profesionales en salud, se ha evidenciado en los estudios el cumplimiento de los estándares y a su vez una disminución a la exposición innecesaria tanto de pacientes como de profesionales.

En tercer lugar, los inconvenientes y barreras que cuentan los centros de radiología en Colombia que pudimos revisar como la falta de conocimiento, poca capacitación, recursos monetarios bajos, la implementación de los elementos de protección radiológica, recursos tecnológicos, supervisión de los organismos encargados, todas estas barreras hacen que el cumplimiento de las directrices radiológicas internacionales sea complicado de efectuarse en Colombia.

En cuarto lugar, hemos propuesto soluciones que creemos que pueden ser implementadas de forma rápida y eficaz, como lo son la mayor capacitación continua de los profesionales en salud, una supervisión más rigurosa con un control más exhaustivo por parte de los organismos encargados, mejora de infraestructura, al igual que una mayor inyección de capital como de tecnología en los centros radiológicos del país.

Concluimos que la dosimetría personal es un pilar fundamental de la protección radiológica, la implementación en los centros radiológicos sobre las directrices por la seguridad y protección radiológica, ayudarían a una aplicación correcta de la dosimetría personal, con la capacitación constante de los profesionales en salud y la concientización sobre la radiación, también se observaría una disminución en los casos de accidente laboral por exposiciones innecesarias, por eso revisamos las barreras que hacen que estas implementaciones no se apliquen correctamente y se propusieron soluciones que creemos pueden ser efectivas en su aplicación para que se adopten las regulaciones de forma correcta.

Bibliografías

- Aldana, G. A., Caballero, C. F., & Rosas, J. A. (2020). Evaluación del cumplimiento de estándares internacionales de protección radiológica en servicios de radiología intervencionista en Colombia. *Revista Colombiana de Radiología*, 31(2), 4008-4016.
- Barco, D., Díaz, S., & Díaz, J. (2018). Evaluación de la dosimetría personal en técnicos radiólogos en Colombia. *Revista Colombiana de Radiología*, 29(4), 5932-5940.
- Gibbs, A. R., Dixon, A. K., & Shrimpton, P. C. (2020). Dose and quality assurance in radiology: Where are we now? *Radiology*, 294(1), 15-28.
- Gutiérrez, D., García, J. J., & Toro, D. A. (2017). Análisis de la gestión de calidad y protección radiológica en servicios de radiodiagnóstico de hospitales de tercer nivel de atención de salud en Colombia. *Radiología Colombiana*, 26(4), 145-152.
- ICRP (2007). *The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 103. Oxford: Pergamon Press.
- Instalaciones Radioactivas. (2013). *DOSIMETRIA DE LA RADIACION*. España: CSN.
- OIEA. (4 de octubre de 1996). OIEA. OIEA: www-pub.iaea.org
- Ramírez Giraldo, Juan Carlos, Arboleda Clavijo, Carolina, & McCollough, Cynthia H. (2008). TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA POR RAYOS X: FUNDAMENTOS Y ACTUALIDAD. *Revista Ingeniería Biomédica*, 2(4), 54-66.
- Retrieved May 27, 2023,
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-97622008000200008&lng=en&tlng=es.

- Sánchez, E. R., Lozano, R. C., & Delgado, M. E. (2019). Evaluación del cumplimiento de estándares internacionales de protección radiológica en un hospital universitario. *Revista Facultad de Medicina*, 67(1), 77-82.
- UNSCEAR (2017). Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation: UNSCEAR 2017 Report, Volume I. New York: United Nations.
- Vano, E., Fernández-Soto, J. M., Ten, J. I., Hernández-Armas, J., & Jimenez-Ortega, E. (2011). Implementation of a quality control program in diagnostic radiology: experience in Spain. *European Radiology*, 21(7), 1425-1431.
<https://doi.org/10.1007/s00330-011-2075-8>
- Vega, V., Martínez, A., Delgado, R., & Forero, M. L. (2016). Evaluación del cumplimiento de estándares de protección radiológica en servicios de radioterapia en Colombia. *Radiología Colombiana*, 25(4), 135-143.
- WHO (2011). Radiation Protection of Patients in Diagnostic and Interventional Radiology. Geneva: World Health Organization.
- Zacarias, A. C., Tomal, A., Goulart, J. M., & Pinto, C. T. (2019). Implementation of radiological protection in radiodiagnostic practice: experience of a public hospital in Brazil. *Radiologia Brasileira*, 52(1), 15-19. <https://doi.org/10.1590/010>.