

**Calidad deficiente en las imágenes radiológicas por falta de mantenimiento
preventivo en el equipo de rayos X**

Carlos Robizon Burbano Gutiérrez

Luisa Fernanda Escobar Valencia

Patricia Marcela Delgado Orozco

Ruth Esmeralda Canabal Ardila

Steven Olmedo Martínez Sánchez

Asesor

Nazly Paz Franco

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud ECISA

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnosticas

2024

Dedicatoria

Principalmente dedicamos este proyecto a Dios, por brindarnos la vida y habernos permitido llegar a este momento tan crucial de nuestra capacitación profesional. Consagramos este importante logro a nuestra familia, ellos son nuestros pilares más importantes, siempre nos muestran su amor y apoyo incondicional por muy diferentes que sean nuestras opiniones, entienden todos los momentos difíciles que pasamos en nuestras vidas, son un apoyo incondicional. Finalmente, a la profesora Nazly Paz por brindarnos tiempo de asesoría y acompañarnos en todo el desarrollo del trabajo.

Agradecimientos

Primero debemos mostrar nuestro más profundo agradecimiento a la prestigiosa Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD por permitirnos la oportunidad de cursar este diplomado, el haber sido partícipe de este programa de formación académica ha sido una experiencia enriquecedora que ha contribuido significativamente al fortalecimiento de nuestros conocimientos y habilidades en el campo de la radiología y la imagen diagnóstica.

De manera muy especial, queremos expresar nuestra gratitud más sincera a los tutores, Luis Fernando Gómez y Nazly Paz, quienes han desempeñado un rol crucial durante la realización de esta investigación. Su dedicación, paciencia y retroalimentación oportuna han sido pilares clave para guiarnos a lo largo de este proceso y alcanzar los objetivos propuestos.

Por último, debemos agradecer de corazón a las familias de cada uno de los integrantes de este grupo, quienes han sido un sostén inquebrantable durante esta etapa. Su apoyo incondicional, sus palabras y su comprensión, han sido cruciales para mantener nuestra motivación y perseverancia, incluso en los momentos más desafiantes.

A todas las personas que han contribuido de una u otra manera a la consecución de este proyecto, les expresamos nuestro más sincero agradecimiento. Gracias por hacer posible el éxito de esta investigación.

Resumen

El presente trabajo permite hacer una revisión histórica de la evolución que ha vivido la radiología, desde sus inicios en el año 1895, hasta la llegada de la radiología digital a finales del siglo XX, en la cual se destaca el trabajo multidisciplinario entre diferentes ciencias que ha permitido avances significativos en el campo.

Es importante resaltar que brindar servicios de diagnóstico por imágenes requiere de procedimientos estandarizados, que permitan facilitar el tratamiento adecuado de los pacientes. Es por ello por lo que la calidad en radiología abarca tanto aspectos objetivos (recursos, tecnología, protocolos, estado de los equipos) como subjetivos (formación del personal). Con la llegada de la radiología digital, es necesario implementar métodos de control de la calidad que tengan las especificidades de dichas imágenes; con ello se requieren aspectos muy importantes como la capacitación al personal, para que sea más efectiva esta calidad en la imagen, lo cual lleva a generar un gasto económico para el sostenimiento, tanto del mantenimiento, como del personal que labora. Factores como el procesamiento, el almacenamiento, la transmisión y la visualización tienen un impacto crucial en la calidad final.

No existe una métrica universal para medir la calidad de la imagen, pues cada dispositivo tiene parámetros específicos, sin embargo, organismos como la Comisión Europea recomienda controles periódicos de los equipos de rayos X. En Colombia, el Sistema Único de habilitación exige el mantenimiento preventivo de los equipos de radiología como parte de los estándares mínimos que deben cumplir las instituciones que prestan servicios médicos. Según los expertos, la calidad de las imágenes digitales depende del control de parámetros técnicos como el tiempo de exposición, la rejilla, los parámetros geométricos, la calidad del haz, el rendimiento y el

control automático de la exposición, estos aspectos deben ser considerados en el programa de garantía de calidad de cada institución.

En el país, el Ministerio de Salud a través de los entes territoriales, vigilan que las entidades prestadoras de servicios de salud cumplan con los requisitos de calidad. La resolución 3100 de 2019, en su anexo técnico, brinda los estándares para el funcionamiento de los equipos de rayos X en las áreas de radiología.

Es bien sabido que, en Colombia, la presión asistencial en ciertas instituciones prestadoras de servicios de radiología hace que se sacrifique el mantenimiento preventivo de los equipos de rayos X y esto genera una mala calidad de imagen. Sin embargo, la revisión ayuda a la concientización sobre la necesidad de incluir este tipo de mantenimiento en un programa de garantía de la calidad, para cumplir con las normas y para mejorar cada día la calidad de las imágenes.

El mantenimiento preventivo para todo equipo de rayos X es fundamental para lograr una calidad de la imagen eficiente y facilitar el diagnóstico preciso por parte de los médicos radiólogos. La ausencia de este tipo de mantenimientos puede llegar a tener consecuencias negativas e improductivas, lo que pone en riesgo la credibilidad en el servicio de radiología y el bienestar de los pacientes.

Palabras clave: Radiología digital, rayos X, mantenimiento preventivo, estándares de calidad.

Abstract

The present work allows a historical review of the evolution that radiology has experienced, from its beginnings in 1895, until the arrival of digital radiology at the end of the 20th century, in which the multidisciplinary work between different sciences that has been highlighted stands out, allowed significant advances in the field.

It is important to highlight that providing diagnostic imaging services requires standardized procedures that facilitate the proper treatment and diagnosis of patients. Quality in radiology covers both, objective aspects (resources, technology, protocols, equipment status) and subjective aspects (staff training). With the arrival of digital radiology, it is necessary to implement quality control methods that have the specificities of said images; this requires very important aspects such as training staff to make this quality in the image more effective, which leads to generating an economic expense for maintenance, both for maintenance and for the personnel who work on it. Factors such as processing, storage, transmission and display have a crucial impact on the final quality.

There is no universal metric to measure image quality, since each device has specific parameters; however, organizations such as the European Commission recommend periodic controls of X-ray equipment. In Colombia, the Single Qualification System requires preventive maintenance of radiology equipment as part of the minimum standards that institutions that provide medical services must meet. According to experts, the quality of digital images depends on the control of technical parameters such as exposure time, grid, geometric parameters, beam quality, performance and automatic exposure control, these aspects must be considered in the quality assurance program of each institution.

In the country, the Ministry of Health, through the territorial entities, monitors that the institutions providing health services comply with quality requirements. Resolution 3100 of 2019, in its technical annex, provides the standards for the operation of X-ray equipment in the areas of radiology.

It is well known that, in Colombia, the pressure on certain institutions providing radiology services, causes the preventive maintenance of X-ray equipment to be sacrificed and this generates poor image quality. However, the review helps to raise awareness of the need to include this type of maintenance in a quality assurance program, to comply with standards and to improve the quality of images every day.

Preventive maintenance for all X-ray equipment is critical to achieving efficient image quality and facilitating accurate diagnosis by radiologists. The absence of this type of maintenance can have negative and unproductive consequences, which puts at risk the credibility of the radiology service and the well-being of patients.

Keywords: Digital radiology, rays X, preventive maintenance, quality standards in radiology.

Tabla de contenido

Introducción.....	10
Planteamiento del problema	12
Justificación.....	15
Objetivos	17
Marco teórico	18
Metodología	27
Desarrollo Metodológico.....	31
Conclusiones	45
Referencias	47

Lista de tablas

Tabla 1 *Búsqueda en Bases de Datos*34

Tabla 2 *Características Lectura*38

Introducción

Las imágenes radiológicas son una herramienta fundamental que aportan en el diagnóstico y tratamiento variedad de condiciones médicas; sin embargo, la calidad de estas imágenes se puede ver comprometida negativamente si el equipo de rayos X no recibe el mantenimiento preventivo adecuado siendo este el tema principal en la redacción de este trabajo.

La meta principal para desarrollar es identificar la relación entre la falta de mantenimiento preventivo del equipo de rayos X y la mala calidad de las imágenes de radiología convencional, lo cual se puede generar por la falta de control de parámetros técnicos como: tiempo de exposición, rejilla, parámetros geométricos, calidad del haz, rendimiento y control automático de exposición (CAE).

La calibración incorrecta de los parámetros de exposición puede resultar en imágenes subexpuestas o sobreexpuestas, dificultando la interpretación correcta por parte del radiólogo y afectando la calidad del diagnóstico.

Es crucial que los equipos de rayos X se mantengan en óptimas condiciones a partir de un plan de mantenimiento preventivo regular. Esto incluye la limpieza periódica de los componentes, la calibración de los parámetros de exposición, y la revisión de los sistemas de procesamiento de imagen.

Para desarrollar este tema se planteó una metodología bajo un enfoque cualitativo; es decir, se basa en hechos particulares y vivencias personales que permiten realizar planteamientos generales en ámbitos hospitalarios. Realizamos una búsqueda en diferentes bases de datos en línea que proporciona la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD en su plataforma e-Biblioteca, así como en Google Académico.

Se realizó la búsqueda en las bases datos a través de filtros y combinación de términos para así obtener mejores resultados.

Con los resultados obtenidos se procedió a clasificar la literatura relevante para el desarrollo del trabajo y luego se realizó el análisis de su contenido para el desarrollo del tema expuesto en la pregunta problémica y los objetivos propuestos.

Planteamiento del Problema

Cuando se obtienen las imágenes en radiología, varios procesos influyen de manera significativa en la calidad: el procesamiento, su almacenamiento, la transmisión y la visualización; si estos factores no se controlan, el resultado final será un producto inadecuado para el diagnóstico y para instaurar un tratamiento.

Con el surgimiento de la radiología digital, se ha modificado el diagnóstico médico de forma rigurosa, con lo que se hace necesarios métodos de control de calidad que abarquen particularidades de la imagen digital (Buscá et al., 2010).

A pesar de ello, no se puede definir una métrica universal para la evaluación de la calidad de una imagen, ya que cada equipo tiene unos parámetros establecidos dependiendo sus funciones, capacidad y tipo de paciente. Además, su permanente desarrollo no permite tener valores de referencia bien establecidos, máxime cuando los resultados requieren una interpretación posterior si se comparan tecnologías y/o implementaciones. (Buades & González, 2013).

Lo que sí existe son unas reglas fundamentales para la seguridad del paciente y la dosis de radiación. Es por lo que, Instituciones como la Comisión Europea, a través de su panel de expertos, recomiendan realizar controles con periodicidad anual, o después de una modificación o reparación al equipo de rayos X. Otro factor importante lo constituye la comunicación entre el radiólogo y el tecnólogo, para detectar desviaciones en la calidad de las imágenes y fallas en el funcionamiento del equipo (Díaz et al, 2012).

Por otro lado, la Sociedad Española de Física Médica, la Sociedad Española de Protección Radiológica y la Sociedad Española de Radiología Médica, plantean que la calidad de la imagen digital depende del control de parámetros técnicos en el equipo de rayos X tales como

el tiempo de exposición, la rejilla, los parámetros geométricos, la calidad del haz, el rendimiento y el Control Automático de Exposición (CAE).

Según Buades y González (2013), para garantizar una imagen adecuada, estos aspectos se deben considerar en el programa de garantía de la calidad de las instituciones, desde el momento de la adquisición de los equipos de radiología digital, así como en su operación cotidiana. Esto asegura un producto de características óptimas, que permita entregar una atención amable y humanizada a los pacientes.

En este contexto, donde la calidad de la imagen juega un rol fundamental para el diagnóstico, los resultados del estudio “La calidad de los servicios de radiología en cinco países latinoamericanos”, realizado en 2006, donde se evaluaron los programas de garantía de la calidad de 26 instituciones en Argentina, Bolivia, Colombia, Cuba y México, demostró que la calidad de las imágenes analizadas fue buena en menos de 70% de los casos, indicativo de la necesidad de mejorar la calidad de los servicios de radiología en estos países. (Fleitas et al., 2006).

En Colombia, el Ministerio de Salud y Protección Social definió el Sistema Único de Habilitación, el cual determina los parámetros técnicos, tecnológicos y científicos que debe tener toda Institución Prestadora de Servicios de Salud (IPS) que atienda pacientes en las áreas de imágenes diagnósticas. Esta norma exige el mantenimiento preventivo a los equipos de radiología. Es de obligatorio cumplimiento para quien quiera prestar estos servicios en territorio nacional y los estándares a evaluar están definidos en el Manual de Habilitación, contenido en la Resolución 3100 de 2019.

Por lo anterior, el mantenimiento preventivo de los equipos de rayos X es vital para garantizar la calidad de la imagen, ya que esto asegura que los médicos radiólogos dispongan de

un producto que les facilite el diagnóstico preciso y acertado. De lo contrario, se puede generar consecuencias negativas, que ponen en riesgo la vida del paciente.

Desafortunadamente, a pesar de que existe un planteamiento a nivel mundial y nacional sobre la necesidad de asegurar la calidad de la imagen radiológica, y a pesar de la existencia de normativa para implementar programas de calidad, la realidad deja ver que por la presión asistencial, en muchos servicios de radiología a nivel local y nacional se viene sacrificando el mantenimiento preventivo que garantiza el control de los parámetros técnicos de calidad de la imagen, lo cual va en detrimento de la salud del paciente.

Es por ello por lo que, con esta investigación, se pretende analizar cómo, la calidad deficiente en las imágenes radiológicas se relaciona con la falta de control de los parámetros técnicos en el mantenimiento preventivo del equipo de rayos X.

Si no se atiende esta situación, se deteriorará aún más la atención de los pacientes en las instituciones de salud que no implementen los mantenimientos preventivos como norma en sus programas de calidad, con la consecuente pérdida de credibilidad, lo cual también afectará la calidad de la atención a nivel nacional.

Justificación

La calidad en el área de radiología tiene una gran importancia, ya que las imágenes son una herramienta fundamental para el diagnóstico. El uso tan difundido de la radiología convencional hace necesario que en las instituciones de salud donde se hallan instalados, se tenga que asegurar su correcto funcionamiento. Además, por ser fuentes emisoras de radiación ionizante, su operación debe estar vigilada por entes de control a nivel nacional e internacional.

En Colombia, el Sistema Único de Habilitación definido por el Ministerio de Salud es de obligatorio cumplimiento y define los estándares mínimos que deben tener los prestadores de servicios de salud para funcionar. El mantenimiento preventivo de los equipos en el área de imágenes diagnósticas se menciona en el anexo técnico de dicha norma, como también los parámetros técnicos que debe asegurar la entidad, según las tecnologías que tenga instaladas.

Cabe resaltar que la implementación de estos estándares, al mejorar la calidad de la atención, beneficia no solo a las instituciones de salud, por cuanto podrían mejorar sus ventas, sino también a los pacientes, que se tratarán según criterios óptimos de atención.

Es importante tener en cuenta que en el área de imágenes diagnósticas se trabaja con una gran presión asistencial porque las empresas buscan que el volumen de pacientes atendidos sea cada vez mayor, para mejorar sus ventas y optimizar la capacidad instalada.

Por ende, la necesidad de incrementar el volumen de pacientes atendido conlleva a las directivas de algunas instituciones a desmejorar la calidad de la atención, sacrificando tiempo del mantenimiento preventivo a de los equipos de radiología.

Esto hace que los parámetros técnicos que tienen un impacto en la calidad de la imagen no se controlen, lo que conlleva a un deterioro en las características de la imagen, que impacta directamente en el bienestar de los pacientes que se atienden.

La utilidad de hacer una revisión de los criterios técnicos que intervienen en la calidad de la imagen producida por el equipo de rayos X es recalcar la importancia del control de estos parámetros en los mantenimientos preventivos, para evitar que la imagen se degrade con el paso del tiempo.

El mantenimiento preventivo al equipo de rayos X cumple una función crucial para garantizar la calidad de la imagen, ya que éste permite verificar periódicamente que aquellas variables que intervienen en su formación se mantengan bajo control, de acuerdo con lo que recomiende el fabricante del equipo y de otros aspectos como la cantidad de personas que lo operan, su entrenamiento, qué tanto sea utilizado, y el volumen de pacientes atendidos.

Esto permite anticipar cualquier falla que pueda presentarse o cualquier desviación que produzca un deterioro en la calidad de la imagen, y que, de no corregirse, puede inducir a errores en el diagnóstico del radiólogo que la interpreta, con las consecuencias negativas para el paciente.

Sin embargo, identificar la relación entre la falta de mantenimiento preventivo de los equipos de rayos X con la deficiencia en la calidad de las imágenes de radiología convencional, permitirá reiterar la necesidad del cumplimiento de estándares de atención, contenidos no sólo en la normatividad colombiana sino a nivel internacional.

El resultado de la revisión servirá para valorar la necesidad del mantenimiento preventivo al equipo de rayos X para asegurar la calidad de las imágenes y mejorar los diagnósticos radiológicos, lo cual permitirá entender la importancia del mejoramiento continuo en los servicios de radiología de centros médicos.

Objetivos

Objetivo General

Identificar la relación entre la mala calidad de las imágenes de radiología convencional, con la falta de mantenimiento preventivo de los equipos de rayos X

Objetivos Específicos

Revisar la literatura científica relacionada con el tema de la calidad de la imagen y mantenimiento preventivo de los equipos de radiología digital.

Seleccionar los documentos relevantes sobre los parámetros de calidad en la imagen, que deben ser revisados en el mantenimiento preventivo del equipo de radiología convencional digital.

Justificar la importancia del mantenimiento preventivo de los equipos de rayos X para garantizar la calidad de la imagen en un servicio de imagenología convencional.

Marco Teórico

La revisión bibliográfica se centró en aspectos de calidad en la imagen radiográfica, específicamente aquellos parámetros técnicos a considerar en el mantenimiento preventivo de los equipos de rayos x, que permiten asegurar que la imagen obtenida sea de características óptimas para su lectura.

El uso de radiación ionizante en los servicios de diagnóstico por imagen debe hacerse de manera segura, mediante una práctica planificada, para evitar daño al paciente. (Arias et al., 1997). Por eso en las instituciones de salud se debe contar con programas de gestión de la calidad para que la atención de los pacientes se realice bajo estándares óptimos.

Los resultados del estudio “La calidad de los servicios de radiología en cinco países latinoamericanos”, realizado en 2006, donde se evaluaron los programas de garantía de la calidad de 26 instituciones en Argentina, Bolivia, Colombia, Cuba y México, demostró que la calidad de las imágenes analizadas fue buena en menos de 70% de los casos, indicativo del estado del arte y de la necesidad de mejorar la calidad de los servicios de radiología en estos países, por lo que se da inicio a partir de ese momento a una serie de implementaciones de mejora. (Fleitas et al., 2006).

Según Alcaraz (2013), el control de calidad en servicios de radiología se refiere a las reglas y procedimientos para obtener imágenes óptimas para la interpretación y que la cantidad de radiación utilizada sea lo más baja posible sin comprometer su calidad. Para lograr esto, es necesario contar con personal capacitado e instalaciones y equipos en buenas condiciones. Si alguno de estos elementos falla, se afectará la calidad de la imagen o se expondrá al paciente a una mayor dosis de radiación. Además, la utilidad de los controles asegura que las imágenes se obtienen con unas características adecuadas, sin aumentar los costos y utilizando la radiación de

manera eficiente, evitando sobreexponer al personal. El cumplimiento de los estándares de calidad involucra al personal que hace parte de la adquisición de la imagen y el mejoramiento continuo se debe asegurar en todo momento.

En este mismo sentido la OMS (2016), plantea que un estudio radiológico tiene como principal objetivo proporcionar una imagen de alta calidad con una mínima radiación al paciente. Por eso, para evitar los efectos estocásticos y reducir los determinísticos, producto de la interacción de la radiación ionizante con el cuerpo humano, es de gran importancia implementar un control de calidad para los equipos de rayos X, que permita comprobar de manera técnica y científica el adecuado funcionamiento de cada componente del equipo.

Debido a que la mayoría de las especialidades médicas a nivel mundial utilizan el diagnóstico radiológico, varias asociaciones científicas han diseñado recomendaciones, que enfatizan en la necesidad de hacer un uso adecuado de la radiación, teniendo en cuenta los tres elementos esenciales para obtener una imagen de calidad: el equipo de rayos X que produce las emisiones, el receptor de imagen que es capaz de proporcionar una imagen de calidad y el paciente que atenúa la radiación producida por el equipo (Ramírez, 2019).

El Ministerio de Salud y Protección Social en Colombia (2019), a través del Sistema de Garantía de Calidad, busca promover la seguridad del paciente en la atención en salud, haciendo especial énfasis en la relevancia de la radioprotección en los estudios radiológicos. Este enfoque busca asegurar que los procedimientos se realicen de manera segura y efectiva, minimizando los riesgos asociados con la exposición a la radiación y garantizando la obtención de imágenes de alta calidad para una adecuada atención médica.

Ceballos et al. (2021) en su revisión científica Análisis de los procedimientos para el aseguramiento de la calidad en radiodiagnóstico médico en Ecuador, describen que el control de

calidad es esencial en los servicios de imágenes diagnósticas ya que disminuye notoriamente los posibles riesgos por los efectos dañinos de las radiaciones ionizantes, al asegurar el correcto funcionamiento de los equipos, cumpliendo con todos los estándares y normas de la protección radiológica que se encuentran establecidas a nivel nacional e internacional. Esto no sólo minimiza los efectos dañinos en la salud, sino que contribuye al diagnóstico y tratamiento preciso de patologías.

La importancia de la calidad en las imágenes radiológicas radica en su papel como herramienta fundamental para el diagnóstico y tratamiento médico. Su precisión y claridad inciden directamente en la capacidad de los profesionales para identificar y abordar adecuadamente la condición del paciente; una imagen inadecuada puede llevar a diagnósticos erróneos o incompletos, lo que a su vez puede resultar en tratamientos inadecuados o retrasos en la atención médica. (Choconta et al., 2023).

Por otro lado, Bushong (2010), plantea que una imagen de calidad es aquella donde las estructuras anatómicas son representadas con fidelidad. Este producto es resultado de una serie de factores, de diversa índole, que se relacionan estrechamente. El personal de salud que interactúa con el paciente cumple un rol importante y por eso debe considerarse en el diseño de los programas que garantizan la calidad de las instituciones.

El mismo autor plantea que los parámetros técnicos más importantes que intervienen en la calidad de la imagen son: la resolución espacial, la resolución de contraste, el ruido y los artefactos. Estos son susceptibles de ser medidos y controlados con los mantenimientos preventivos periódicos a los equipos de rayos X.

Según Díaz et al. (2012), los parámetros técnicos responsables de la calidad de la imagen deben estar contenidos en el programa de garantía de calidad del servicio de imágenes

diagnósticas. Su objetivo es asegurar la precisión diagnóstica y disminuir al mínimo la exposición del paciente a la radiación, optimizando los costos asociados al funcionamiento del servicio, sin poner en riesgo las buenas prácticas para la obtención de la imagen.

Por otro lado, Alcaraz (2013) define los siguientes parámetros técnicos para el control de calidad de la imagen radiológica:

Control del kilovoltaje (fiabilidad del circuito de tensión del equipo); filtración total (reducción adecuada de la dosis que recibe el paciente); control de tiempos (tiempo real emitido por el equipo acorde al valor de tiempo seleccionado según las tolerancias establecidas); rendimiento del tubo (cantidad y calidad de rayos X emitidos); parámetros geométricos (alineación entre el receptor de imagen, el sistema de colimadores y la perpendicularidad del tubo); control automático de la exposición (funcionamiento correcto de la cámara de exposímetro automática) y radiación de fuga (efectividad de la coraza de protección del tubo de rayos X). (p. 9-12).

Lo anterior va en concordancia con lo planteado por Ceballos et al., (2021) quienes explican que los controles de calidad en radiología convencional deberían ser parte de un programa de mejoramiento basado en protocolos y estándares, con las siguientes pruebas generales:

Inspección visual de las instalaciones: Ingeniería Biomédica realiza diariamente esta revisión, para asegurar que los componentes de la sala de rayos X están en óptimas condiciones de operación.

Levantamiento radiométrico: Evalúa los niveles de exposición a las radiaciones ionizantes. Periodicidad sugerida, cada cuatro años y/o después de alguna modificación en los parámetros del equipo.

Sistema de colimación del haz y perpendicularmente del rayo central: Comprueba que el sistema de colimación del equipo mantiene el haz dentro de los límites del campo.

Exactitud y repetibilidad del tiempo de exposición: Es una prueba de aceptación que se realiza cuando el equipo es adquirido y posteriormente cada año o después de cualquier modificación de los parámetros recomendados por el fabricante. Determina el tiempo de exposición a la radiación.

Exactitud y repetibilidad de la tensión del tubo de rayos X: Verifica el valor de tensión del tubo de rayos X ante cualquier valor de corriente que se seleccione. Se realiza con la misma periodicidad que la prueba anterior.

Capa hemirreductora: Evalúa los parámetros mínimos con el fin de que el paciente no reciba una dosis innecesaria al momento de la realización del examen.

Rendimiento, repetibilidad y linealidad de la exposición: Evalúa la energía transferida a un sistema biológico. Para realizar esta prueba se usa un dosímetro perfectamente calibrado.

Tamaño del punto focal: Evalúa el tamaño del punto focal del equipo de rayos X. Se realiza cuando el tubo de rayos X es reemplazado.

Elementos de Protección Radiológica: Verificación visual de las condiciones de los EPR.

Resolución espacial de alto contraste: Evalúa la capacidad del equipo de obtener detalles pequeños de alto contraste. Idealmente debe realizarse cuando se adquiere el equipo, anualmente y ante cambio de parámetros.

Umbral de sensibilidad a bajo contraste: Evalúa la sensibilidad de obtención de imágenes de bajo contraste.

Limpieza de pantallas radiográficas intensificadoras: Verifica la limpieza de pantallas con el fin de detectar algún tipo de defecto. Se debe realizar por lo menos una vez al mes.

Sensibilidad del control automático de exposición (CAE): Comprueba que la cámara de exposímetro automática registra adecuadamente el miliamperaje y la exposición.

Compensación del CAE para distintos espesores y tensiones: Comprueba la respuesta de la cámara ante diferentes valores y niveles de exposición.

Como se ha mencionado, el mantenimiento del equipo de radiología convencional es importante para asegurar su funcionamiento adecuado y que la calidad de la imagen no se degrade por el uso continuo. Los fabricantes de equipos recomiendan realizarlo de manera periódica y las normas de aseguramiento de la calidad mencionan que se debe incluir los contratos de mantenimiento preventivo dentro del programa de calidad.

La Ingeniería Biomédica es una especialidad que juega un papel crucial en el mantenimiento de los equipos de rayos X en las instituciones de salud. Su deber es comprender los principios de operación y familiarizarse con su funcionamiento. El Ingeniero Biomédico está en capacidad de intervenir en la instalación y calibración de los equipos y de la mano del fabricante, comprende las recomendaciones que éste haga para poder poner en práctica los mantenimientos preventivos y correctivos a que haya lugar, o bien dar soporte al equipo de Ingenieros de la casa fabricante cuando éstos sean los encargados de realizarlos (Suasnavas, 1999).

Como aspecto complementario a la implementación del programa de mantenimiento, se encuentran los sistemas de control y garantía de la calidad, que buscan mejorar de manera permanente la prestación del servicio, manteniendo la calidad de la imagen obtenida (Suasnavas, 1999).

Inostroza (2008) plantea que el mantenimiento de los equipos de radiología aumenta su vida útil, a la vez que garantiza la seguridad de los pacientes y del personal que los opera.

Desafortunadamente, en muchas instituciones de salud, se ha abandonado el mantenimiento preventivo y éste se realiza sólo cuando hay un daño (correctivo), lo que deja ver una lastimosa realidad no sólo en Colombia sino a nivel de América Latina.

El estudio del citado autor se basó en la creación de una estrategia en mantenimiento a los equipos de una institución de salud en Perú, según una serie de indicadores internos del hospital, donde el mantenimiento preventivo jugaba un rol importante. Además de los parámetros técnicos a verificar en el mantenimiento preventivo, se plantea que la política de la administración del hospital juega un papel primordial, ya que imparte las directrices para realizar una buena planeación, y garantiza el recurso financiero, técnico y humano para llevar a cabo el programa de mantenimiento preventivo, lo cual puede ser un buen ejemplo para las instituciones en nuestro país que aún no tienen implementados los mantenimientos preventivos en sus salas de radiología.

Castro y Sobalvarro (2011) plantean la necesidad de prevenir y corregir a través del sostenimiento de los equipos. El mantenimiento correctivo es la reparación después de una falla para que el equipo siga funcionando correctamente de acuerdo con los parámetros establecidos desde el inicio de la adquisición del equipo, mientras que el mantenimiento preventivo se refiere a las actividades que se realizan periódicamente de acuerdo con el programa de calidad establecido en la institución; estas actividades pueden generar cambio de partes desgastadas antes que el equipo llegue a fallar. Así mismo, los mantenimientos generan ventajas como la reducción de costos, compras oportunas de repuestos del equipo, reducción notable de las fallas que pueden detener la atención en el servicio de imágenes diagnósticas, incremento en el tiempo de la vida útil de los equipos y lo más importante: se mantiene la calidad de las imágenes generando una interpretación y diagnóstico oportuno para el paciente.

Realizar mantenimientos periódicos mejora la seguridad, la rentabilidad y la competitividad. La primera tiene que ver con la disminución del riesgo de accidentes laborales y eventos adversos con los pacientes, mientras que la rentabilidad se refiere a mantener la producción en un punto de equilibrio, reduciendo los riesgos asociados al servicio. Por último, la competitividad es la necesidad que las entidades de salud mantengan un alto nivel de productividad y eficiencia lo que les permite maximizar la disponibilidad de los servicios que prestan.

Un ejemplo local de que contempla el mantenimiento preventivo de los equipos de radiología se encuentra descrito en el Plan de Mantenimiento del Hospital Departamental Mario Correa Rengifo E.S.E. (2020). Dicho documento plantea una serie de aspectos que parten de una política institucional que busca evitar el riesgo de la atención en salud, disminuir los eventos adversos, emitir diagnósticos confiables y asegurar el tratamiento adecuado a los pacientes para recuperar su salud física y mental.

Según lo planteado en el documento, el mantenimiento preventivo a los equipos de radiología convencional en el Hospital Mario Correa Rengifo establece una serie de pasos sistemáticos definidos de acuerdo con actividades evaluadas y el análisis de información crítica. Esto, sumado a la experiencia del personal operativo, permite ejecutar el programa planificado y garantiza la operación eficiente, o anticiparse a las posibles fallas que puedan presentar los equipos para su corrección oportuna.

Como se puede observar, diferentes autores han propuesto análisis, desde diferentes perspectivas, sobre la calidad de imagen de la radiología tradicional y las ventajas de implementar el mantenimiento preventivo en las instituciones médicas para mejorar sus servicios y beneficiar a los pacientes que atienden. Estos enfoques pueden ser considerados por

instituciones de salud interesadas en mejorar continuamente la calidad de los servicios de diagnóstico por imágenes desde el nivel más básico de atención. Un buen ejemplo es el implementado por el hospital Mario Correa Rengifo de la ciudad de Cali.

Metodología

El trabajo actual se realizó bajo un enfoque de carácter cualitativo, ya que se basó en hechos particulares que permitieron realizar los planteamientos generales. El problema de investigación surge de las vivencias personales en algunos ambientes hospitalarios. Para resolverlo, se efectuó una búsqueda en bases de datos relacionadas con el área de la salud, de donde se eligieron los artículos y textos que se relacionaban estrechamente con los temas: control de calidad en radiología, parámetros de calidad en la imagen digital, mantenimiento preventivo del equipo de radiología convencional, metodología de la investigación, entre otros.

Mediante el análisis textual se realizó una interpretación profunda y contextualizada del material escogido, para dar un punto de vista holístico del fenómeno observado, donde se justifica la importancia del mantenimiento preventivo de los equipos de rayos X para garantizar la calidad de la imagen en un servicio de imagenología convencional.

Según Hernández et al. (2014) el enfoque cualitativo es interpretativo ya que da explicación a un fenómeno observado mediante el estudio de los planteamientos hechos por otros autores que han investigado el tema. Este enfoque no se basa en un análisis estadístico sino en perspectivas y fuentes que plantean diversos aspectos, sin generalizar mediante probabilidades matemáticas a otros entornos más amplios.

Aunque se desarrolló a finales del siglo XIX, en las ciencias sociales, se observó posteriormente que el enfoque cualitativo, por su riqueza interpretativa, podía ser muy útil en las ciencias naturales para desarrollar el conocimiento científico. A menudo es denominado fenomenológico, naturalista o etnográfico (Vega et al., 2014).

Algunas de sus características, que lo hacen ideal para la investigación de fenómenos en las ciencias de la salud son: 1. Es un buen método para descubrir preguntas de investigación: 2.

Al basarse en la observación y descripción de fenómenos, aporta una interpretación holística. 3. Es un proceso flexible que permite desarrollar el problema de investigación antes, durante o después de la recolección de datos y su análisis. 4. La recolección de documentos es un método de recabar datos. 5. Usa técnicas de investigación flexibles, sin manipulación ni control experimental de las variables (Vega et al., 2014).

Por su parte el análisis textual, que, junto con la hermenéutica y la semiótica, hacen parte de las disciplinas del discurso, es la forma en la que el receptor de un mensaje, generalmente escrito, interpreta al autor de dicho mensaje (Villegas, 1993).

Según McKee (2003) el análisis textual es un método de investigación útil en diversas disciplinas, en el que se realiza una interpretación del mensaje del autor, para dar sentido a un tema específico de estudio. El análisis textual considera factores como el contenido del discurso, su contexto, a quién se dirige, así como los antecedentes y perspectivas del autor que influyen en el mensaje, características que se presentan en la metodología con enfoque cualitativo, que es la que se siguió en la investigación presentada en este trabajo.

Se enunciará a continuación la secuencia del diseño metodológico llevada a cabo, donde se plantearon tres capítulos, de la siguiente manera:

Capítulo 1

Revisión en bases de datos de ciencias de la salud.

Actividad 1

Revisión de base de datos Ebsco.

Actividad 2

Revisión de base de datos Eureka.

Actividad 3

Revisión de base de datos Pubmed.

Actividad 4

Revisión base de datos Google académico.

Capítulo 2

Selección de documentos relevantes sobre el tema.

Actividad 1

Selección de documentos relacionados con el control de calidad en radiología convencional.

Actividad 2

Selección de literatura relacionada con parámetros de calidad en la imagen radiológica y parámetros técnicos que intervienen en la calidad de la imagen.

Actividad 3

Selección de la literatura relacionada con los temas: mantenimiento preventivo y normatividad colombiana sobre calidad en salud.

Actividad 4

Selección de la literatura relacionada con metodología de la investigación y análisis textual.

Capítulo 3

Justificación de la importancia del mantenimiento preventivo de los equipos de rayos X para garantizar la calidad de la imagen en un servicio de imagenología convencional.

Actividad 1

Análisis textual de documentos sobre calidad en radiología

Actividad 2

Análisis textual de documentos sobre parámetros técnicos de calidad de la imagen

Actividad 3

Análisis textual de documentos sobre mantenimiento preventivo del equipo de rayos X.

Desarrollo Metodológico

A continuación, se hará una descripción detallada de cómo se llevó a cabo el desarrollo metodológico para resolver la pregunta de investigación y los objetivos propuestos.

Como primera medida, se realizó una búsqueda en bases de datos relacionadas con temas de la salud, para hallar la literatura relacionada con control de calidad de la imagen radiológica, parámetros técnicos asociados, mantenimiento preventivo del equipo de rayos X y metodología de la investigación.

Posteriormente, se realizó una selección de los documentos más relevantes que permitirían abordar el tema de investigación de manera detallada. En la calidad de las imágenes se identificó qué parámetros técnicos se hallaban asociados a la misma y que la calibración regular de los equipos es de gran importancia para garantizarla. Varios estudios señalan la importancia de seguir recomendaciones del fabricante para el mantenimiento, así como realizar pruebas de calidad de las imágenes de una manera periódica.

Respecto al mantenimiento preventivo de los equipos de radiología digital, se encontró que la implementación de un programa de calidad puede ayudar a prevenir fallos en los equipos, reducir el tiempo de inactividad y prolongar la vida útil de los mismos. Varios estudios sugirieron que el mantenimiento preventivo debería incluir inspecciones regulares, limpieza de componentes, calibración y ajustes, así como el reemplazo de piezas desgastadas, además del control de los parámetros técnicos asociados a la calidad de la imagen.

Una vez seleccionados los documentos, se procedió a realizar un análisis textual mediante una lectura detallada de los mismos, para establecer los distintos planteamientos y poder tener conceptos claros que permitieran desarrollar el tema de estudio y así dar respuesta a la pregunta de investigación.

El trabajo se desarrolló de la siguiente manera:

Revisión en bases de datos de ciencias de la salud, de literatura científica relacionada con temas de calidad de la imagen, parámetros técnicos de calidad y mantenimiento preventivo de los equipos de radiología digital, metodología de la investigación y análisis textual.

Antes de comenzar a desarrollar el capítulo 1, fue de vital importancia tener claro cuál era el tema que se iba a trabajar; es decir, cuál era la pregunta de investigación. La claridad en el tema se obtuvo gracias a la realización del planteamiento del problema, justificación, objetivos y marco teórico, enfocando el trabajo en los temas de interés como la calidad de la imagen en el servicio de imágenes diagnósticas, los parámetros técnicos que intervienen y el mantenimiento preventivo de los equipos de rayos X, criterios que son de vital importancia para una interpretación y diagnóstico acertado por parte del médico radiólogo.

Para identificar las fuentes de información y realizar la búsqueda, primero se revisó la plataforma que proporciona la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, e-Biblioteca, la cual es una página en línea que apoya a los estudiantes en su formación e investigación de manera estratégica por medio de bases de datos, repositorio institucional, catálogos en línea y demás servicios que ofrece.

En este caso se consultó las bases de datos, las cuales recopilan información de forma organizada. Ya que estas bases de datos recopilan información de interés de todas las escuelas de la universidad, se utilizó un filtro por medio de la selección de la Escuela de Ciencias de la Salud ECISA, para buscar la literatura relacionada con la salud.

Cabe resaltar que no todas las bases de datos del sector salud ofrecen información acerca del tema de interés. Se realizó un trabajo arduo con cada base de datos, aplicando filtros de búsqueda para, finalmente escoger 3 bases de datos: Ebsco, Eureka y Pubmed.

También se utilizó la base de datos Google Académico, con los mismos parámetros de búsqueda, obteniéndose un buen volumen de información complementaria de interés.

Ya que las bases de datos permiten enfocar la búsqueda del tema a través de filtros y combinación de términos y con el objetivo de reducir los resultados obtenidos, se realizó las siguientes actividades:

Actividad 1

Revisión de base de datos Ebsco. Es una de las bases de datos más completas, la cual ofrece revistas académicas, libros, e investigaciones en el sector de la salud. Se filtró la literatura a través de tipos de fuentes como: libros electrónicos, publicaciones académicas y publicaciones profesionales.

Actividad 2

Revisión de base de datos Eureka. Esta base de datos brinda acceso a artículos académicos, trabajos de grado y conferencias. Se filtró por la palabra clave: imágenes diagnósticas.

Actividad 3

Revisión de base de datos Pubmed. Proporciona literatura biomédica y por ello es una fuente esencial para la investigación en salud. La búsqueda se realizó filtrando por palabras las claves: equipos de rayos X y mantenimiento radiodiagnóstico.

Actividad 4

Revisión base de datos Google Académico. La literatura que se encontró en esta base de datos complementó la búsqueda hecha en las bases de datos especializadas, proporcionando una gran cantidad de información adicional, incluyendo libros, artículos y tesis.

Debido a la gran cantidad de resultados en esta base de datos, se filtró por medio de un intervalo específico de fecha de 10 años (desde el 2014), cualquier idioma y se ordenó por fecha desde el más reciente.

De la búsqueda en las anteriores bases de datos, se obtuvo un total de 2941 resultados de literatura relacionada con temas de calidad de la imagen, parámetros técnicos de calidad y mantenimiento preventivo de los equipos de radiología digital. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1

Búsqueda en Bases de Datos

Trastornos	Puntaje
Ebsco	760
Eureka	9
Pubmed	12
Google Académico	2160

Nota. Autoría propia

Una vez obtenidos estos resultados, se procedió a la clasificación de la literatura relevante para dar respuesta al tema de interés.

Selección de documentos relevantes sobre el tema: calidad de la imagen, parámetros técnicos de calidad, mantenimiento preventivo de los equipos de radiología digital, metodología de la investigación.

Con los resultados obtenidos de la búsqueda en las bases de datos, se procedió a la clasificación y selección de los documentos más relevantes. Esto se realizó por medio de una primera lectura de los documentos con respecto a los resúmenes y en algunos documentos fue pertinente la lectura de la introducción. Se escogieron los documentos relacionados con los temas: control de calidad en radiología convencional, parámetros de calidad en la imagen radiológica, parámetros técnicos que intervienen en la calidad de la imagen, mantenimiento preventivo, normatividad colombiana sobre calidad en salud, metodología de la investigación, análisis textual, entre otros. Las actividades realizadas fueron las siguientes:

Actividad 1

Selección de documentos relacionados con el control de calidad en radiología convencional. Se encontró textos con planteamientos relevantes que permitieron abordar el tema de la calidad en radiología convencional, como marco general de análisis, hallándose diversos planteamientos que definen qué es calidad en radiología y que permitieron tener una visión amplia como punto de partida.

Actividad 2

Selección de literatura relacionada con parámetros de calidad en la imagen radiológica y parámetros técnicos que intervienen en la calidad de la imagen. Con base en los textos que sirvieron como marco general, se buscó literatura relacionada con aquellos parámetros técnicos que intervienen en la calidad de la imagen radiológica. Fueron importantes los planteamientos de

autores españoles que han trabajado este tema, a través de documentos tipo manual, y otros que lo han abordado desde sus investigaciones para desarrollar tesis de grado.

Actividad 3

Selección de la literatura relacionada con los temas: mantenimiento preventivo y normatividad colombiana sobre calidad en salud. Los textos tipo manual fueron los más relevantes para analizar el tema del mantenimiento preventivo, así como los planes institucionales puestos a disposición del público en las bases de datos de literatura científica, que permitieron conocer experiencias locales relevantes. Se les dio especial atención a los textos tipo resolución relacionados con el marco normativo.

Actividad 4

Selección de la literatura relacionada con metodología de la investigación y análisis textual. La lectura para escoger esta literatura se centró en aquella que planteaba aspectos sobre el análisis cualitativo y el análisis textual como metodologías de análisis.

Se escogieron 17 referencias bibliográficas, las cuales fueron las más relevantes en cuanto a los temas de control de calidad en radiología, normatividad, mantenimiento preventivo, parámetros técnicos que afectan la calidad de la imagen en el servicio de imágenes diagnósticas.

También se seleccionó tres referencias bibliográficas que fueron importantes para la realización de la metodología.

En total se escogieron veinte documentos, con las temáticas anotadas, que fueron los que se leyeron de manera exhaustiva y de manera crítica, para poder realizar el análisis textual que permitió desarrollar el trabajo. Se organizó la información de manera lógica, es decir se escogieron los documentos que se iban a utilizar para cada uno de los ítems trabajados como el

planteamiento del problema, justificación, marco teórico y metodología, esto con el fin de darle al trabajo coherencia y organización.

En la siguiente tabla se resume los parámetros que se tuvo en cuenta de la literatura seleccionada para la realización del trabajo. Se describe el nombre del documento, su autor (es) y el concepto relevante para su escogencia.

Tabla 2*Características de Lectura*

Nombre documento	Autor (es)	Concepto
Control de calidad en radiodiagnóstico. Documento en construcción.	Alcaraz, M. (2013)	¿Qué es el control de calidad en radiología?
Organización, desarrollo, garantía de calidad y radioprotección en los servicios de radiología: imagenología y radioterapia	Arias, C. Borrás, C. Castellanos, J. De Miquel, M. Hanson, G. Khatib, S. Skvarca, J. (1997)	Uso de los rayos X en la práctica médica
Métricas que definen la calidad de imagen. Introducción al Control de Calidad en Radiología Digital	Buades, M. González, A. (2013)	Calidad de la imagen en los equipos de radiología
Radiología digital en los servicios de radiodiagnóstico. Parámetros radiodiagnóstico	Buscá, J. Vigil, A. Medina, R. (2010)	Las particularidades de la imagen digital y su control de calidad
Manual de radiología para técnicos. Física, biología y protección radiológica	Bushong, S. C. (2010)	Concepto de calidad de la imagen en radiología
Metodología de la Investigación	Hernández, R. Fernández, C. Baptista, M. (2014)	Metodología del enfoque cuantitativo en investigación
Plan de mantenimiento Hospitalario	Hospital Departamental Mario Correa Rengifo E.S.E. (2020)	Importancia de la planificación del mantenimiento preventivo a los equipos de rayos X
La Ingeniería Electrónica En Los Equipos De Rayos X Hospitalarios. (Informe para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico, Universidad Ricardo Palma Perú)	Inostroza, A. (2008)	Procedimientos para controlar la calidad diagnóstica en los equipos de rayos X
Textual Analysis: A Beginner's Guide	McKee, A. (2003)	Utilidad del análisis textual como método de investigación

Resolución 3100 de 2019	Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia.	Define los requisitos de inscripción de los prestadores de servicios de salud y de habilitación de los servicios de salud en el país
Diseño de un sistema de mantenimiento para los equipos de rayos X, en el centro de Alta Tecnología del Hospital Antonio Lenin Fonseca	Castro, E. Sobalvarro, G. (2011)	El mantenimiento es un eslabón muy importante para conservar y mantener el buen funcionamiento del equipo y generar una buena calidad en las imágenes
Análisis de los procedimientos para el aseguramiento de la calidad en radiodiagnóstico médico en Ecuador	Ceballos, G. Saenz, M. Yanchapanta, V. Hernandez, J. (2021)	Las proyecciones de cada protocolo se realiza con una baja exposición de radiación, con buena técnica, realizando ciertas pruebas diagnosticas
Análisis del proceso de control de calidad en la generación de rayos X bajo la metodología QA Quality Assurance en el Centro Radiológico de Pasto	Choconta, L. N., et al. (2024)	La calidad de las imágenes muchas veces es afectada por los profesionales, por falta de capacitación, humanización y comunicación entre ellos.
Control de calidad en diagnóstico por imagen	Diaz, M. Peris, A. Cabrera, R. Giménez, A. (2012)	Se determina con una serie de pruebas diagnósticas con el fin de encontrar anomalías y así corregir cada una de ellas en los equipos de rayo X
La calidad de los servicios de radiología en cinco países latinoamericanos	Fleitas, I. Caspani, C. Borrás, C. Plazas, M.	Esta comparación generalmente tuvo errores en el posicionamiento de

	Miranda, A. Brandan, M. Mora, R. (2006).	pacientes y en algunos casos hubo artefactos lo cual afecto la calidad en la imagen
Preliminary dose estimation from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami	OMS. (2016)	La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha iniciado una evaluación de riesgos para la salud con el objetivo de identificar necesidades y prioridades para la acción de salud pública. La OMS busca proporcionar información sólida y basada en evidencias para apoyar la toma de decisiones en materia de salud a nivel mundial.
Radiología e imagen. Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM	Ramírez, J. (2019).	La imagenología es un campo en constante evolución que ofrece grandes posibilidades para aquellos interesados en la medicina y la investigación.
Guías de mantenimiento y pruebas de control de calidad de equipos de imagenología. (Tesis para la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones).	Suasnavas, J. (1999)	El mantenimiento y las pruebas de control de calidad son esenciales para garantizar la seguridad de los pacientes, la fiabilidad de los resultados y la prolongación de la vida útil de los equipos de imagenología.

Paradigmas en la investigación. Enfoque cuantitativo y cualitativo. <i>European Scientific Journal</i>	Vega, G. Ávila, J. Vega, A. Camacho, N. Becerril A. Leo, G. (2014)	El enfoque multimétodo en la investigación científica es una alternativa valiosa que permite integrar diferentes perspectivas y herramientas metodológicas para generar un conocimiento más completo y significativo.
Las disciplinas del discurso: hermenéutica, semiótica y análisis textual.	Villegas, M. (1993)	Estás ofrecen herramientas para comprender de manera profunda los mensajes y significados presentes en los textos, contribuyendo a una interpretación más enriquecedora y compleja de la comunicación humana.

Nota. Autoría propia

Justificación de la importancia del mantenimiento preventivo de los equipos de rayos X para garantizar la calidad de la imagen en un servicio de imagenología convencional.

Una vez revisadas las bases de datos relacionadas con las ciencias de la salud y seleccionados los documentos relevantes con las temáticas que podrían dar solución al desarrollo de la pregunta de investigación, se procedió a realizar el análisis textual de los mismos, para justificar la importancia de controlar los parámetros técnicos que aseguran la calidad de la imagen radiográfica mediante la implementación del mantenimiento preventivo de los equipos de rayos X. Para el desarrollo del capítulo se planteó las siguientes actividades:

Actividad 1

Análisis textual de documentos sobre calidad en radiología. La literatura seleccionada para este tema estaba relacionada con la importancia de los programas de control de calidad en radiología convencional y aquella que justificaba que su realización permite asegurar que los estudios radiológicos se realicen de forma segura y efectiva, minimizando los riesgos de la exposición a radiación, garantizando la obtención de imágenes de alta calidad, esenciales para un diagnóstico y tratamientos precisos al tiempo que contribuyen a disminuir los efectos dañinos de la radiación ionizante en la salud de los pacientes, optimizando los costos en el funcionamiento del servicio de radiología, sin comprometer las buenas prácticas y promoviendo la mejora continua en la calidad de los servicios de radiología.

Se dio una importancia relevante a los textos que planteaban el compromiso institucional en la calidad de los servicios de radiología, lo cual es fundamental, ya que imparte las directrices para una adecuada planeación del mantenimiento preventivo y garantiza los recursos necesarios.

Actividad 2

Análisis textual de documentos sobre parámetros técnicos de calidad de la imagen. Se identificaron los documentos que planteaban aspectos relevantes relacionados con los parámetros técnicos que intervienen en la calidad de la imagen radiográfica, como el Control de kilovoltaje, la filtración de tiempos, el rendimiento del tubo, los parámetros geométricos, el control automático de la exposición, la radiación de fuga, entre otros.

Unos documentos planteaban que estos parámetros deben ser medidos y controlados en los mantenimientos preventivos periódicos a los equipos de rayos X, por eso fueron tomados en cuenta para el desarrollo del tema.

También fueron analizados aquellos textos que planteaban la importancia que los parámetros mencionados formen parte del programa de garantía de calidad, porque aseguran la

precisión diagnóstica al mantener la calidad de la imagen, permitiendo disminuir al mínimo la exposición del paciente a la radiación, optimizando los costos asociados al funcionamiento del servicio de imágenes diagnósticas y garantizando el cumplimiento de las buenas prácticas para la obtención de Imágenes.

Otra literatura analizada en esta actividad fue la relacionada con la importancia de asegurar una práctica planificada y segura en el uso de la radiación ionizante, así como la relacionada con la necesidad de implementar programas de control y garantía de calidad en los servicios de radiología y los indicadores clave de desempeño para monitorizar y evaluar la calidad de los departamentos de imágenes diagnósticas.

Documentos que hablaban sobre el papel de la tecnología, la capacitación del personal y los protocolos estandarizados en el aseguramiento de la calidad, también fueron analizados.

Actividad 3

Análisis textual de documentos sobre mantenimiento preventivo del equipo de rayos X. Se analizó la literatura seleccionada en diversos trabajos académicos en gran parte de universidades y clínicas, que abordaba la importancia de este valioso tema, lo cual permitió desarrollar de manera adecuada el trabajo. Los temas relevantes fueron: mantenimiento preventivo de los equipos de radiología convencional como elemento fundamental dentro de los programas de control y calidad en los servicios de imágenes diagnósticas; aseguramiento de la precisión diagnóstica mediante la garantía de la calidad de la imagen; disminución de la exposición del paciente a la radiación; optimización de los costos asociados al funcionamiento del servicio de imágenes diagnósticas; aseguramiento del correcto funcionamiento de los equipos; prevención en la degradación de la calidad de la imagen radiográfica a lo largo del

tiempo; garantía en el cumplimiento de las buenas prácticas para la obtención de imágenes de calidad.

Llamó la atención durante el análisis realizado en esta actividad, el planteamiento de autores sobre la necesidad de los departamentos de Ingeniería biomédica en el mantenimiento preventivo de los equipos de radiología, ya que los ingenieros deben comprender el principio de operación de los equipos, realizar la instalación y calibración y dar soporte en la ejecución de los mantenimientos preventivos.

También se tuvo en cuenta aquellos documentos que planteaban la necesidad del mantenimiento preventivo de los equipos de rayos X para asegurar el cumplimiento de la normatividad y estándares de calidad establecidos promulgados por organismos internacionales como la OMS y nacionales como el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia.

Conclusiones

La revisión bibliográfica, usando el análisis textual como método, permitió entender que el tema de calidad de la imagen en radiología convencional es muy amplio, abarcando parámetros tanto de tipo objetivo como de tipo subjetivo. Por ello se acotó la investigación a los planteamientos relacionados con los parámetros técnicos del equipo de rayos X, que permitiera relacionar estas variables con los factores a controlar en el mantenimiento preventivo de los equipos de radiodiagnóstico digital.

El uso de la radiación ionizante en el diagnóstico médico ha estado en constante evolución y ha sido de gran utilidad para mejorar la salud de los individuos. Gracias al trabajo multidisciplinario de la ingeniería, la electrónica, la computación, la física, la medicina, entre otras, se han realizado avances muy importantes en el campo de la imagenología diagnóstica, hasta la radiología digital actual, que mejora la imagen radiológica obtenida y su estandarización en formatos de imágenes de uso médico.

Es por ello por lo que se requiere trabajar con procedimientos estandarizados, que abarquen las particularidades de la imagen digital y que permitan mantener su calidad, con el objetivo de aportar de manera ética al diagnóstico y tratamiento adecuado del paciente.

Existen organismos nacionales e internacionales que vigilan el uso de la radiación ionizante, así como normatividad suficiente que permite tener un marco orientativo para que en las empresas donde se ofrece servicios de radiología convencional, se tenga en cuenta los parámetros de calidad de la imagen y se implementen programas de control, que eviten las desviaciones y permitan el mejoramiento continuo para evitar al máximo la sobreexposición a la radiación para pacientes y trabajadores.

La presión asistencial en las empresas, buscando aumentar el volumen de pacientes atendidos para mejorar sus ventas y optimizar la capacidad instalada, no debe ser una excusa para evitar el control de los parámetros técnicos de calidad de la imagen y abandonar el mantenimiento preventivo a los equipos de radiología convencional.

La implementación del mantenimiento preventivo en los equipos de radiología es de obligatorio cumplimiento y se halla estipulado en los requisitos de habilitación, que hacen parte del Sistema Obligatorio de Garantía de la Calidad en Colombia.

El análisis de la información recabada permitió definir que distintos autores, desde diversas ópticas, han efectuado planteamientos con relación a la calidad de la imagen en radiología convencional y las ventajas de implementar mantenimientos preventivos en las instituciones de salud para mejorar sus servicios y beneficiar a los pacientes que atienden.

Estos planteamientos pueden ser tenidos en cuenta por las instituciones de salud que estén interesadas en el mejoramiento continuo de la calidad en sus servicios de imágenes diagnósticas, desde los niveles más primarios de la atención, hasta los niveles más complejos.

El desarrollo de este trabajo permitió a los autores desarrollar destrezas en el diseño de un proyecto de investigación basado en la metodología cuantitativa y el análisis textual, para resolver un problema planteado a partir de la observación y vivencias particulares, contribuyendo así con la generación y ampliación del conocimiento.

Desde el punto de vista de la ética profesional y la humanización de la atención en salud, lo desarrollado en el presente trabajo, es decir, la reiteración de la necesidad del mantenimiento preventivo en los equipos de rayos X, atendiendo a los parámetros técnicos que intervienen en la calidad de la imagen, tiene un gran valor educativo y profesional, ya que ahonda en la necesidad del trabajo con calidad en los servicios de diagnóstico por imagen

Referencias Bibliográficas

- Alcaraz, M. (2013). *Control de calidad en radiodiagnóstico*. Documento en construcción. Sociedad Española de Física Médica y Sociedad Española de Protección Radiológica, España. https://webs.um.es/mab/miwiki/lib/exe/fetch.php?media=lectura_17.pdf
- Arias, C. Borrás, C. Castellanos, J. De Miquel, M. Hanson, G. Khatib, S. Skvarca, J. (1997) *Organización, desarrollo, garantía de calidad y radioprotección en los servicios de radiología: imagenología y radioterapia*. Organización Panamericana de la Salud (OPS). <https://www.paho.org/es/documentos/organizacion-desarrollo-garantia-calidad-radioproteccion-servicios-radiologia>
- Buades, M. González, A. (2013). *Métricas que definen la calidad de imagen. Introducción al control de calidad en radiología digital*. Sociedad Española de Física Médica. <http://proteccionradiologica.cl/wp-content/uploads/2016/08/8-2013-Control-de-calidad-en-Radiologia-Digital.pdf>
- Buscá, J. Vigil, A. Medina, R. (2010). *Radiología digital en los servicios de radiodiagnóstico. Parámetros dosimétricos*. Elsevier Imagen Diagnóstica. <https://www.elsevier.es/es-revista-imagen-diagnostica-308-articulo-radiologia-digital-servicios-radiodiagnostico-parametros-S2171366910700172>
- Bushong, S. C. (2010). *Manual de radiología para técnicos. Física, biología y protección radiológica*. Barcelona: ELSEVIER. <https://booksmedicos.org/manual-de-radiologia-para-tecnicos-fisica-biologia-y-proteccion-radiologica-bushong/#more-52962>
- Castro, E. Sobalvarro, G. (2011). *Diseño de un sistema de mantenimiento para los equipos de rayos X, en el centro de Alta Tecnología del Hospital Antonio Lenin Fonseca*. <https://core.ac.uk/download/pdf/250141551.pdf>

- Ceballos, G. Saenz, M. Yanchapanta, V. Hernández, J. (2021). *Análisis de los procedimientos para el aseguramiento de la calidad en radiodiagnóstico médico en Ecuador*. Polo del Conocimiento. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15025>
- Choconta, L. N., et al. (2024). *Análisis del proceso de control de calidad en la generación de rayos X bajo la metodología QA Quality Assurance en el Centro Radiológico de Pasto*. [Diplomado de profundización para grado]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/56468>
- Díaz, M. Peris, A. Cabrera, R. & Giménez, A. (2012). *Control de calidad en diagnóstico por imagen*. SERAM, SEFM & SEPR, Protocolo español de control de calidad en radiodiagnóstico. https://seram.es/wp-content/uploads/2021/09/protocolo_2011.pdf
- Fleitas, I. Caspani, C. Borrás, C. Plazas, M. Miranda, A. Brandan, M. Mora, R. (2006). *La Calidad de Los Servicios de Radiología en Cinco Países Latinoamericanos*. Revista Panamericana de Salud Pública. http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1020-49892006000800008&lng=pt&nrm=iso&tlng=es
- Hernández, R. Fernández, C. Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGrawHill. <https://drive.google.com/file/d/1Fjufmi0oGY4Zs8EajFiAJYNT2goech4k/view>
- Hospital Departamental Mario Correa Rengifo E.S.E. (2020). *Plan de mantenimiento Hospitalario*. <https://www.datos.gov.co/api/views/57m4-faj7/files/b7ef50b7-6acc-4831-be72-adb4eea2bb93?download=true&filename=PLAN%20DE%20MANTENIMIENTO%20HOSPITALARIO%202020.pdf>

- Inostroza, A. (2008). *La Ingeniería Electrónica En Los Equipos De Rayos X Hospitalarios*.
(Informe para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico, Universidad Ricardo Palma Perú).
https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/78/inostroza_as.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- McKee, A. (2003). *Textual Analysis: A Beginner's Guide*. Metro Magazine. [A beginner's guide to textual analysis | QUT ePrints](#)
- Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia (2019). *Resolución 3100 de 2019 por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los prestadores de servicios de salud y de habilitación de los servicios de salud y se adopta el Manual de Inscripción de Prestadores y Habilitación de Servicios de Salud*.
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-3100-de-2019.pdf>
- OMS. (2016). *Preliminary dose estimation from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami*.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789241503662>
- Ramírez, J. (2019). *Radiología e imagen*. Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/facmed/v62n2/2448-4865-facmed-62-02-7.pdf>
- Suasnavas, J. (1999). *Guías de Mantenimiento y Pruebas de control de calidad de Equipos de Imagenología*. (Tesis para la obtención del Título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones). <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8967/3/T1473.pdf>

Vega, G. Ávila, J. Vega, A. Camacho, N. Becerril A. Leo, G. (2014). *Paradigmas En La Investigación. Enfoque Cuantitativo Y Cualitativo*. European Scientific Journal.

<https://core.ac.uk/reader/236413540>

Villegas, M. (1993). *Las disciplinas del discurso: hermenéutica, semiótica y análisis textual*.

Anuario de Psicología. <https://iessantarosa-cat.infod.edu.ar/sitio/wp-content/uploads/2020/05/Discurso-y-semiotica.pdf>