

**Factores técnicos y operativos que afectan la calidad de las imágenes diagnósticas en entornos
hospitalarios**

Yamile Alexandra Hernández Parra

Dina Mayerly Romero Martínez

Leidy Marcela Moreno Sabogal

Lizeth Patricia Gómez Patiño

Jhon Jairo Serna Mosquera

Asesor

Edna Rocío Jamaica Guío

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA)

en Radiología e Imágenes Diagnósticas

2024

Dedicatoria

Estimados tutores,

Nos dirigimos a ustedes con profunda gratitud para expresar nuestro sincero reconocimiento por su invaluable guía y orientación durante el transcurso de este trabajo. Vuestra dedicación y apoyo han sido pilares fundamentales en el desarrollo de esta tesis, y estamos profundamente agradecidos por ello.

Extendemos nuestro agradecimiento a todos aquellos que han formado parte de este proceso, brindándonos inspiración y fortaleza en cada etapa. Reconocemos especialmente al grupo de trabajo, cuyo constante esfuerzo en investigación y valiosos aportes han enriquecido este proyecto de manera significativa.

A nuestra respetada tutora, Edna, deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento por su continua orientación y sabiduría, que han sido fundamentales para nuestro crecimiento académico y profesional. Su compromiso ejemplar y dedicación son una inspiración para nosotros.

Asimismo, extendemos nuestro agradecimiento a todos aquellos que, de una u otra manera, contribuyeron a este proyecto. Vuestra colaboración ha sido fundamental para alcanzar nuestros objetivos y materializar nuestras ideas.

Este trabajo no solo representa un logro académico, sino también un tributo a quienes creyeron en nosotros y a aquellos cuya influencia ha sido invaluable en nuestro camino personal y académico.

Nuevamente, les agradecemos sinceramente por su apoyo y dedicación a lo largo de este arduo proceso.

Resumen

Actualmente, la tecnología destinada al servicio de la salud ha dado saltos importantes en las instituciones, permitiendo mejorar la calidad en la atención y propendiendo a la calidad del acceso por parte de los pacientes. Dentro de estos avances se encuentra la radiología digital, que ha impulsado a los servicios hospitalarios a obtener equipos que satisfagan de manera oportuna las necesidades de los pacientes. El cambio a este tipo de tecnología implica la inmersión y adaptación del personal, y esto se adquiere gracias a la capacitación. La omisión del mejoramiento continuo tendrá como consecuencia la afectación de la calidad de las imágenes, lo que redundará en aumento de costos, sobreexposición a pacientes y demora en los tratamientos. No obstante, el paso de la radiología convencional a la digital, además de la obtención de imágenes de manera más eficiente se ha encaminado en mejorar la calidad de las imágenes, tiempos de procesado, diagnóstico oportuno y seguir los preceptos del ALARA, todo para favorecer al rápido tratamiento de las afectaciones en la salud del paciente que requiera imágenes diagnósticas como parte de su proceso de recuperación. Por ello, es fundamental establecer protocolos de evaluación, calibración y control de calidad tanto para los equipos como para los servicios ofrecidos, en beneficio del paciente y de los involucrados en el sector radiológico para evitar los efectos provocados por la sobreexposición a radiación.

Palabras clave: Radiología digital, Control de calidad, Mantenimiento, Técnica, Imagen radiológica.

Abstract

Currently, technology aimed at healthcare services has made significant strides in institutions, improving the quality of care and enhancing patient access. Among these advances is digital radiology, which has driven hospitals to acquire equipment that meets patient needs. The transition to this type of technology involves the immersion and adaptation of personnel, which is achieved through training. Failure to continuously improve will result in poorer image quality, increased costs, patient overexposure, and treatment delays. However, the shift from conventional to digital radiology, besides obtaining images more efficiently, aims to improve image quality, processing times, timely diagnosis, and adherence to ALARA principles, all to facilitate the rapid treatment of health conditions since an image can be crucial for the initiation of treatment. Therefore, it is essential to establish protocols for evaluation, calibration, and quality control for equipment and services offered, benefiting patients and those involved in the radiology sector, to avoid the effects of overexposure to radiation.

Keywords: Digital radiology, Quality control, Maintenance, Technique, Radiological image.

Tabla de Contenido

Introducción.....	8
Planteamiento del Problema.....	9
Justificación.....	11
Objetivos.....	13
Marco Teórico.....	14
Desarrollo del Proyecto.....	38
Conclusiones.....	40
Referencias.....	41

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Comparación entre Radiología Convencional Vs Radiología Digital</i>	32
---	----

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Evolución de la Imagen con Revelada Química hasta la Imagen Digital con Procesamiento a través de Conversión de Señales</i>	<i>15</i>
Figura 2 <i>Detector Óptico dOd; Radiología Digital Directa e Indirecta Informática Aplicada RX 2 TV</i>	<i>22</i>
Figura 3 <i>Radiología Indirecta; Radiología Digital e Indirecta Información Aplicada RX, 2 TV (2020)</i>	<i>24</i>
Figura 4 <i>Marco Metodológico Factores de Calidad en Radiología Digital</i>	<i>39</i>

Introducción

Las imágenes diagnósticas juegan un papel crucial en la atención médica, ya que, al ofrecer una visión detallada de la anatomía y la fisiología, es posible determinar diversas condiciones médicas y patológicas. La calidad de la imagen se ve afectada por factores técnicos y operativos, lo que provoca una gran afectación en la precisión diagnóstica y, por ende, en la calidad del cuidado del paciente en el hospital. Uno de los factores técnicos clave que puede influir en la calidad de las imágenes médicas es la correcta calibración y mantenimiento de los equipos de radiología e imágenes diagnósticas, como rayos X, resonancia magnética y tomografía computarizada. Si estos equipos no están calibrados adecuadamente o no reciben un mantenimiento regular, es probable que las imágenes resultantes sean poco claras, borrosas o contengan artefactos que dificulten la interpretación de los resultados por parte de los profesionales de la salud. Otro factor de importancia corresponde a la falta de capacitación del personal y la falta de coordinación de los entes asociados a los servicios de radiología, lo que redundará en retrasos tanto en la obtención de las imágenes como en la entrega de los reportes, generando consecuencias para la atención segura de los pacientes. Por último, se asocian elementos de tipo ambiental que son difíciles de controlar y que también pueden afectar la calidad de la imagen.

La finalidad de todo servicio de salud, incluyendo radiología es brindar servicios de calidad y confiabilidad, sin embargo, es necesario establecer controles para que la base de esta calidad esté orientada al mejoramiento continuo. El presente documento aborda los factores más relevantes y los aportes de varios autores con respecto al control de calidad en los servicios de radiología digital.

Planteamiento del Problema

Dentro de los aspectos que se tienen en cuenta para la evaluación de la calidad de las imágenes médicas, se destacan, entre otras, la aparición de nuevas tecnologías, la capacitación continua del personal encargado del manejo de los equipos, la obsolescencia de estos y la comunicación con el paciente y especialistas dentro del ámbito clínico.

Es de esperarse que, de continuar con estrategias que no tengan como base el mejoramiento continuo en la realización y gestión de estudios imagenológicos, disminuirá la calidad de la imagen, lo que aumentará el riesgo de sobreexposición al paciente, motivado por la repetición de estudios, generando molestias y atrasos aumento en costos en el proceso de atención hospitalaria y afectaciones en la interpretación del radiólogo.

Como resultado, se espera que para la realización de un diagnóstico adecuado es imprescindible que los tecnólogos proporcionen imágenes diagnosticas de alta calidad. Esto implica el cumplimiento de protocolos y posicionamientos, asegurando que los artefactos y/o algún factor externo al paciente alteren la imagen, siempre manteniendo un gradiente adecuado de los niveles en la escala de grises y un buen mantenimiento de los equipos.

González (2016), en su artículo errores en radiología nueva clasificación página 4407, Cito a (1967) Smith y su clasificación error And Variation inDiagnostic Radiology ; donde recopila 965 errores y los clasificó en 6 clases, así: Clase 1, error de complacencia, Clase 2, error de razonamiento, Clase 3, falta de conocimiento, Clase 4, error de percepción, Clase 5, error por comunicación pobre y Clase 6, error de causa desconocida. Esta clasificación está vigente y se considera la más completa. Dicho lo anterior también se puede añadir que la calidad de la imagen también depende del control del equipo desde su adquisición e instalación y las

especificaciones del fabricante o instalación es adecuada y la capacitación, comprensión y aceptación por parte de todos los involucrados en el servicio de radiología.

Teniendo en cuenta que en Colombia se está avanzando a grandes pasos en los procesos de calidad dentro de las instituciones de salud, es importante establecer como problemática el hecho de que existen factores de tipo técnico y operativo que influyen en la calidad de las imágenes diagnósticas y que traen consecuencias a corto y largo plazo en la estancia hospitalaria de los pacientes.

Justificación

La presente investigación está enfocada en revisar los factores técnicos y operativos que inciden en la calidad de las imágenes diagnósticas en los entornos hospitalarios. El avance de la tecnología ha supuesto cambios importantes en la obtención de imágenes médicas digitales, convirtiéndolos en herramientas indispensables en el ámbito hospitalario, en la medida en que aportan al diagnóstico y posterior tratamiento de enfermedades.

La implementación y el uso de la radiología digital, así como la calidad de las imágenes obtenidas, pueden estar influenciados por varios factores clave. La tecnología de los equipos, así como su mantenimiento, la capacitación y experiencia del personal, la dosis de radiación utilizada, la preparación del paciente y la infraestructura son factores determinantes dentro de las evaluaciones de gestión de calidad. De allí, que se orienten las acciones a establecer protocolos de evaluación que aseguren, no solo la atención, sino la obtención de imágenes de calidad.

En el ámbito hospitalario contar con imágenes diagnósticas de alta calidad es de suma importancia para asegurar un correcto diagnóstico y tratamiento de los pacientes. Es esencial llevar a cabo una investigación que identifique y analice los diversos factores que pueden influir en la calidad de dichas imágenes. Entre los factores que pueden afectar la calidad de las imágenes diagnósticas se encuentran la tecnología de los equipos de imagen, su mantenimiento, la capacitación y experiencia del personal, la dosis de radiación utilizada, la preparación del paciente y el entorno en el que se llevan a cabo los estudios, entre otros. Al comprender en detalle cómo estos factores pueden impactar en la calidad de las imágenes diagnósticas, se pueden establecer protocolos específicos para garantizar la obtención de estudios de alta calidad de forma consistente. Además, se pueden identificar áreas de mejora para la actualización de los equipos de imagen, la capacitación del personal y la implementación de prácticas que promuevan

la mejora continua. En conclusión, investigar los factores que influyen en la calidad de las imágenes diagnósticas en entornos hospitalarios es esencial para asegurar la precisión en los diagnósticos médicos, lo que a su vez contribuye a una atención de salud más eficiente y segura para los pacientes.

Por ello, es importante revisar los diferentes aportes sobre el tema “radiología digital” en referencias y fuentes confiables, ya que en la mayoría de servicios de radiología se implementa esta tecnología así poder identificar los factores técnicos y operativos que afectan la calidad de las imágenes diagnósticas en entornos hospitalarios y/o aspectos que la modifican, proporcionando una visión adecuada de la gestión de calidad en el campo de la radiología digital.

Objetivos

Objetivo General

Identificar los factores técnicos y operativos que influyen en la calidad de las imágenes médicas digitales en los entornos hospitalarios.

Objetivos Específicos

Profundizar en la comprensión de los principios fundamentales y elementos clave relacionados con la radiología digital.

Dar a conocer los elementos que hacen parte de la gestión de calidad en la imagen médica digital en el entorno hospitalario

Evaluar los tipos de artefactos presentes durante la adquisición de la imagen radiológica

Indagar acerca de indicadores y avances en la gestión de calidad en las áreas de radiología digital en clínicas y hospitales

Elaborar un material de consulta que contenga los factores técnicos y operativos que influyen en la calidad de las imágenes diagnósticas

Marco Teórico

En este capítulo se realizará una revisión bibliográfica de conceptos que permitirán contextualizar el proyecto, en él se abordará los factores técnicos y operativos que influyen en la calidad de las imágenes diagnósticas.

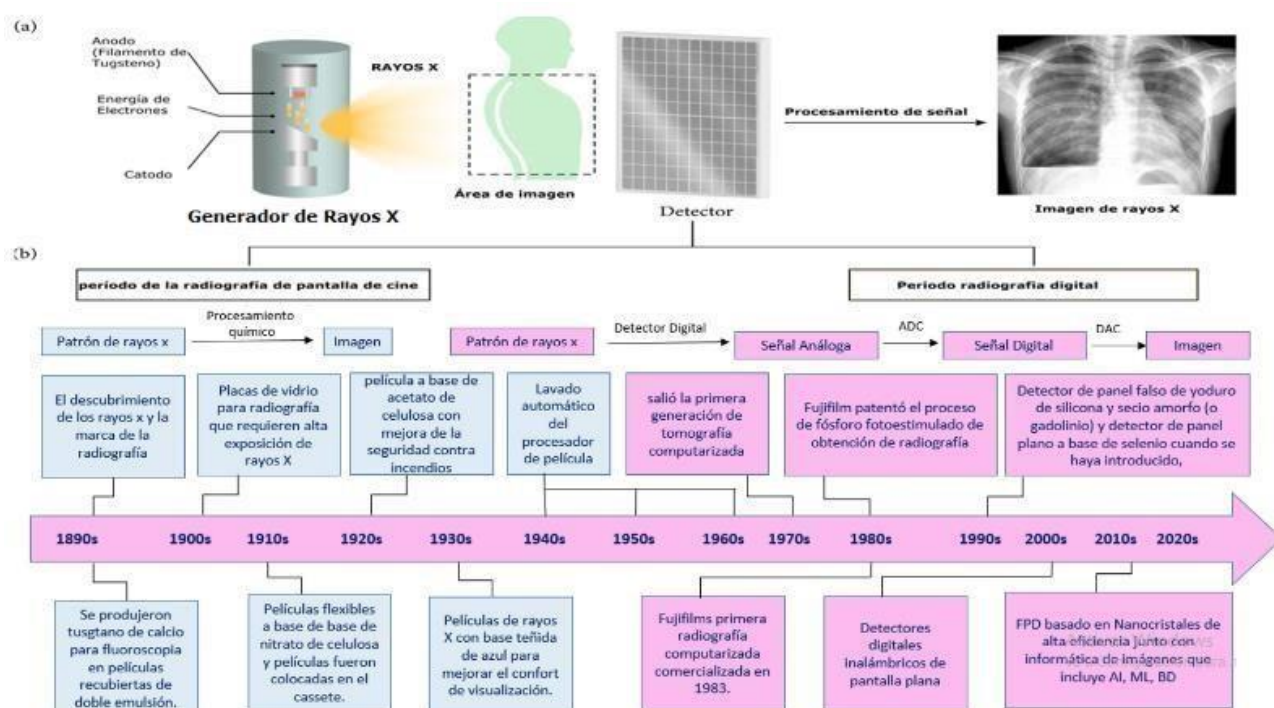
En la radiología digital, la imagen se obtiene en formato digital directamente sin pasar previamente por una placa radiográfica, a diferencia de la radiología analógica. Esta imagen es un fichero de memoria en un ordenador y se utilizan sistemas para el envío de la información. (Silva, 2019, pág. 14).

Radiología Digital

La radiología digital tuvo sus inicios hacia 1987 en Ginebra, fue el dentista e inventor francés Francis Moyon quien mostró el primer sistema de radiografía digital intraoral para odontología. En la imagen digital puede obtenerse información de forma indirecta mediante el escaneo de rayos X convencionales o directamente mediante sensores CCD (Charge Coupled Device), estos equipos están conectados a un ordenador directamente por un cable, o sensores con sistema de placa óptica, que requieren un escáner para leerse. El cambio de la imagen analógica a la digital ha generado beneficios en cuanto a la calidad, eficiencia, diagnósticos más acertados, calidad de imagen, disminución en la radiación ionizante, reducción de costos y en esta evolución también acompaña la normatividad que se ajusta a los paciente y personal en los servicios de radiología.

Figura 1

Evolución de la Imagen con Revelado Químico hasta la Imagen Digital con Procesamiento a través de Conversión de Señales



(a) Ilustración esquemática de un sistema de imágenes de rayos X. El sistema consta de un generador de rayos X y un detector de rayos X con un sistema de procesamiento de señales. El haz de rayos X producido por el generador de rayos X atraviesa el objeto (p. ej., el tórax del paciente) para llegar al detector de rayos X, seguido del procesamiento de la señal para producir una imagen visible.

(b) El desarrollo de la radiografía de rayos X con la evolución de los detectores de rayos X. El desarrollo se puede dividir principalmente en radiografía de pantalla de película y radiografía digital. La radiografía de pantalla de película convierte un patrón de rayos X latente en una imagen visible a través de un tedioso procesamiento químico, mientras que la radiografía digital pasa por una serie de conversiones de señales para obtener la imagen de rayos X. ADC: conversión de analógico a digital; DAC: conversión de digital a analógico; IA: inteligencia artificial; ML: aprendizaje automático; DB: base de datos.

Fuente: Contreras, et al. (2022) Contribución de la radiología digital al mejoramiento de la calidad en el servicio de imagenología.

La radiología digital se ha transformado a lo largo de los últimos 20 años de ser por medio de tipo analógica basada en la combinación pantalla-película a ser directa e indirecta en

formato digital ejemplo de estos son la tomografía computarizada (TC), la resonancia magnética (RM) o los ultrasonidos (ecografías). La microelectrónica ha facilitado el desarrollo de mejores sistemas de detección de la imagen con procesadores de altos estándares tecnológicos capaces de computar en pocos segundos gran cantidad de información. desplazando en cuarto oscuro, la reveladora, los líquidos de revelado, la densidad óptica o el procesamiento de la imagen de forma de manera manual o analógica.

La imagen digital se puede transmitir casi que de forma instantánea por medio de los sistemas de comunicación y almacenamiento de imágenes RICS /PACS (Radiology Information System – Picture Archiving and Communication System), la radiología digital implica cambios en el modo de procesamiento, visualización y diagnóstico de la imagen final obtenida en la exploración de rayos x.

Características importantes y parámetros dosimétricos en radiología computarizada y radiología digital:

1. Optimización de las dosis en el paciente tanto en el procesado como el posprocesado de la imagen .estos sistemas digitales pueden disminuir las repeticiones por mala elección de técnica radiológica (subexposición y sobreexposición de la imagen y el paciente).la obtención de imagen digital también puede ser antagonista ya que puede incurrir en una sobreexposición sistemática de la imagen, y del paciente, personal con poca experiencia en la obtención de imágenes diagnósticas no lo detectan fácilmente , estas imágenes presentan muy poco ruido y son de gran calidad, pero no aportan información diagnostica adicional que justifique en aumento en dosis de radiación al paciente.

2. En los sistemas digitales el ennegrecimiento de la imagen (DO) que es el valor en pixeles, es independiente de la dosis recibida en el sistema de detección debido al procesado y

posprocesado de la imagen; al momento de imprimir la imagen la densidad, es importante considerar siempre el ruido (o la relación señal-ruido [RSR]) presente en la imagen como indicador del aumento o la disminución de la exposición recibida por el sistema de detección y ligado a la intensidad de la señal.

3. La mayoría de los sistemas digitales permiten llevar un registro de las imágenes repetidas ya que, si se ha de repetir una placa, se conserva la errónea. Con el sistema analógico no había un control en este sentido.

4. Cada tipo de imagen tiene un monitor de visualización adecuado que facilita el diagnóstico ya que proporcionan distintas herramientas para el posprocesado de la imagen. Es conveniente que el servicio se adapte a las nuevas tecnologías con los equipos informáticos necesarios para que las imágenes puedan enviarse y visualizarse correctamente en los monitores de diagnóstico sin pérdida de información, especialmente las mamografías.

5. En los sistemas de radiología directa (RD) o indirecta (RC) se facilita al usuario parámetros dosimétricos denominados indicadores de exposición (IE) que están íntimamente ligados al grado de exposición recibido en el sistema de detección. En estos indicadores se puede establecer la buena o mala técnica radiográfica, en términos de la relación señal ruido (RSR), para obtener una imagen de calidad diagnóstica adecuada, según los valores aportados por el fabricante del equipo. Estos IE pueden ser muy útiles para el control de calidad de los sistemas de detección de la imagen y para valorar la estabilidad del sistema (o detectar anomalías en su funcionamiento), pero no indican la dosis que ha recibido el paciente, aunque puedan relacionarse con ella bajo ciertas condiciones.

6. Buscà ,J , Et al; (2010) Radiología digital en los servicios de radiodiagnóstico.

Parámetros dosimétricos, ELSEVIER; Cita que “Todos los sistemas de RD y algunos equipos con sistema RC incorporan un parámetro dosimétrico indicativo de la dosis que haya podido recibir el paciente en la exploración, como puede ser el producto dosis-área o la dosis en un punto de referencia para una exploración determinada”.

El equipo de mamografía digital directa también proporciona el valor de la dosis glandular estándar, esta es una magnitud relacionada directamente con el riesgo de inducción de cáncer y que depende del espesor y composición de la mama. la dosis absorbida en promedio en el tejido glandular, excluyendo la piel, de una mama comprimida uniformemente es de una composición de un 50% de tejido adiposo y un 50% de tejido glandular.

En los índices de exposición en el área de radiología los fabricantes del equipo consideran varios factores como:

La energía efectiva del haz de rayos X.

La distancia foco-detector.

El posicionamiento, el tamaño del paciente y la zona que irradiar.

Los algoritmos de reconstrucción de la exploración escogida.

La calibración del equipo o del sistema.

Los parámetros dosimétricos, sus índices de exposición y valores están calibrados de distintas maneras para que no puedan relacionarse entre sí, y dependen de cada fabricante y el tipo de software desarrollado en su equipo.

Sistema de Información de la Radiología Digital

A la radiología digital se vinculan los sistemas de información hospitalaria (HIS), sistema de información Radiológica (RIS), sistema de administración de imágenes (PACS) y software de soporte de decisiones estrechamente integrado en la tele- radiología ejemplo los estándares

DICOM o HL-7, estos complementos brindan una alta calidad en los servicios de radiología.

Murruga, et al, (NN) pág. 33, En tecnologías como (TAC, RMN Ecógrafos) se obtiene la imagen diagnóstica de manera digital desde hace décadas .En el TAC un fino haz de Rayos X atraviesa y barre en rodajas o de forma helicoidal la zona explorada del paciente a su vez por medio de sensores recoge una señal que transmite a un ordenador que tiene diseñado configuraciones y algoritmos matemáticos que se convierten en un número que pasan a ser datos lo cual permite crear una imagen y digitalizar la imagen de la zona explorada ;algunos equipos cuentan con software de reconstrucción 3D.

La (RMN) resonancia magnética nuclear ; utiliza un campo magnético con grandes imanes que es continuo y muy intenso en la zona a explorar del paciente, la imagen se obtiene a través de diversos gradientes en el campo magnético según cada uno de los ejes coordinados en colaboración con secuencias de pulsos continuos de radiofrecuencia de valor adecuado y estos emitirán señales de radiofrecuencia en diferentes secuencias y fase de la zona explorada; a su vez el ordenador que gobierna el equipo analiza , recibe y obtiene las imágenes en forma de cortes de la zona de acuerdo a la señal que se obtiene de cada órgano explorado que se clasifica en hipointensidad, isointensidad e hiperintensidad.

En los Ecógrafos; todo inicia cuando en el sistema eléctrico del ecógrafo, empieza a emitir impulsos eléctricos, estos a su vez viajan a través de un cable coaxial que en uno de sus extremos se conecta con el transductor; dentro de este se ubica un motor y un cristal piezoeléctrico, que convierte la energía eléctrica en mecánica y esta se convierte en ondas sonoras así viceversa.

En la radiología digital no podría faltar mencionar los equipos vasculares y la medicina nuclear, para este primero su desarrollo es fundamentalmente para obtener imágenes de vasos

sanguíneos de los cuales se sustrae del entorno lo que pueda entorpecer la visibilidad de estos vasos. Esta técnica precede a la radiografía analógica, pero con una gran potencia en la actualidad. En la medicina nuclear la gammacámara es el equipo donde se obtienen las imágenes diagnosticas de la zona del paciente a explorar esta gammacámara también suministro imágenes de manera analógica y fue evolucionando hasta obtener las digitales, en dicha zona el equipo detecta fotones gamma después que el paciente haya incorporado a su organismo u radiofármaco por inyección, por vía oral o a través una cavidad corporal. Los equipos con software SPECT y el PET siempre han tenido imágenes digitales.

El sistema de información en radiología digital genera procesos administrativos que crean una comunicación de información entre los departamentos de radiología y otros servicios los cuales manejan gran cantidad de información, procesos y actividades con la finalidad de establecer comunicaciones entre (usuario clínico, departamento de radiología - otros departamentos), también permite que fluya en la atención por tele radiología, almacena exámenes entre otros.

Tiene beneficios como:

Los exámenes pueden observarse desde diferentes lugares y en distintas fechas

Evita que se pierdan exámenes.

Pueden ser editados.

Reduce costos operacionales y costos de almacenamiento.

Agiliza procesos entre colaborador-paciente-servicio de imagenología.

Fácil integración al HIS.

Información del paciente desde que entra hasta que sale del servicio.

Confort para los pacientes.

Radiología Digital Directa e Indirecta

Radiología Digital Directa (IR: Indirect Radiography) o radiología computarizada (CR: Computed Radiography); Para obtener radiología computarizada y sustituir la radiología convencional solo es necesario cambiar el chasis de película fotográfica con sus cartulinas de refuerzo a un chasis que en sus interior tiene una lámina de fosforo foto-estimulable un lector de chasis conectado a una impresora genera la imagen; la radiología digital directa a diferencia de la digitalizada utiliza sensores electrónicos sensibles a los rayos X ,que son colocados de manera similar a la película con un sensor electrónico que va conectado a una computadora creando una imagen radiológica que será visualizada de inmediatamente en el monitor.

Características específicas:

Sistema de captura directa de rayos X, consola de operador, sistema de brazo en C o U montado en el techo o en el piso, un generador de Rayos X de alta frecuencia, un tubo de Rayos X, soporte para paciente, libre de chasis, detector (Captura Directa).

Detector óptico (dOd). 4 cámaras CCD: 100% detección, espejos ópticos: enfocamiento, cintilador: Ioduro de cesio

Figura 2

Detector óptico dOd;



Fuente. Radiología digital directa e indirecta informática aplicada RX 2 TV (2020) Instituto de educación superior MITRE.

Detector Plano

Panel de 43*43, resolución de 9 millones de puntos, tamaño del punto 143 μm , 14 bits de resolución.

Componentes del Equipo De Rayos X digital

Brazo soporte porta tubo, tubo rayos X, detector, soporte del paciente.

Accesorios (All-in-one) permite:

Radiografía de columna completa, software para escoliosis mide el peso y altura del paciente, permite calcular la masa corporal.

Ventajas

Reduce la duración de los exámenes.

Mejora la atención del paciente.

Mejora la disponibilidad y productividad con la rápida disponibilidad de imágenes, la lectura de copias electrónicas y el acceso en red a imágenes digitales.

Post-Procesamiento

Presentación simultánea de 4 y 16 imágenes en un monitor.

Procesamiento automático on-line con optimización localizada DE contraste y brillo.

Zoom electrónico por 2 con desplazamiento horizontal y vertical.

Inversión de la escala de grises.

Contraste digital y control de brillo.

Realce de los bordes de la imagen.

Rotación de la imagen 90°.

Radiología Digital Indirecta (DR: Direct Radiography). Existen dos grandes grupos: los sistemas basados en sensores de Dispositivo De Carga Acoplada (CCD: Charge Coupled Device), y los sistemas basados en detectores de panel plano (FPD: Flat Panel Detector). Por último, dada su importancia se tratará el tema de los equipos de mamografía digital.

Figura 3

Radiología Digital E Indirecta



Fuente. Radiología indirecta; radiología digital e indirecta información aplicada RX, 2 TV (2020). Instituto de educación superior MITRE

Detector plano (Flat panel) (captura indirecta), Requiere chasis.

En la radiología digital indirecta, los rayos X, son capturados por una placa de fosforo que necesita digitalizarse con el objetivo de que la imagen sea transmitida a la computadora. Desde entonces, la información puede ser procesada y destinada para los más diversos sistemas de recopilación de información, de la misma forma que la radiografía directa.

Utiliza chasis de fosforo que son foto estimulable a través de la luz emitida y transcriben la imagen impactada en la película.

Características técnicas en Resolución. CCD (charge-couple device).

CMOS-APS (complementary metal oxide semiconductor active pixel sensor). Super CMOS

Ventajas:

Reducen 100 veces los requisitos del sistema para procesar la imagen.

Mejora la fiabilidad y la vida media de los sensores.

Capacidad de transmisión en cada una de las celdas. Esto evita el efecto de «blooming» o de contaminación entre píxeles vecinos cuando hay situaciones de sobreexposición.

Permite mejores opciones de interpolación de la imagen. Más fáciles de interconectar a nuevos sistemas que los CCD Desventajas:

Son menos sensibles y de menor calidad, pero al ser fáciles de fabricar son más baratos.

Son muy sensibles al ruido de imagen, tienen poca sensibilidad. El área activa de estos sensores es más pequeña.

Componentes de la Radiología Digital

La radiología digital se ha convertido en una herramienta crucial en la medicina, permitiendo obtener imágenes médicas de alta calidad de forma rápida y precisa. En esta investigación se examinan los elementos clave de la radiología digital y su importancia en el proceso de obtener, procesar y almacenar imágenes médicas. Los principales elementos de la radiología digital incluyen el detector de imagen, el procesador de imágenes, el software de visualización y almacenamiento de imágenes, y el sistema de comunicación de imágenes.

El detector de imagen es esencial en la radiología digital, ya que convierte la radiación del cuerpo en una imagen digital. Existen diversos tipos de detectores, como los de amorfos de silicio, selenio-tungsteno y fósforo, cada uno con sus propias características.

El procesador de imágenes mejora la calidad de la imagen obtenida, corrigiendo artefactos y optimizando contraste y nitidez. El software de visualización y almacenamiento de imágenes es clave para la interpretación de las imágenes, permitiendo visualizarlas en diferentes formatos y compararlas con imágenes anteriores. Finalmente, el sistema de comunicación de imágenes es

esencial para compartir las imágenes con otros profesionales de la salud y colaborar en el diagnóstico y tratamiento de los pacientes.

Los elementos de la radiología digital son imprescindibles para obtener e interpretar imágenes médicas de alta calidad. La combinación de un buen detector de imagen, un procesador eficiente, un software completo y un sistema de comunicación adecuado asegura el éxito de la radiología digital en el ámbito médico.

Detectores de Imagen

Definición. Los detectores de imagen en radiología son dispositivos utilizados para convertir la radiación emitida por el cuerpo en una imagen digital que puede visualizarse en una pantalla. Estos detectores suelen estar compuestos por sensores de alta sensibilidad que capturan la radiación y la convierten en señales eléctricas que son procesadas por un ordenador para crear la imagen radiográfica final. Estos detectores son utilizados en diferentes modalidades de imagenología, como la radiografía convencional, la tomografía computarizada (TC) y la radiografía digital. Su principal ventaja es la mejora en la calidad de imagen, la reducción de la dosis de radiación necesaria y la posibilidad de manipulación y almacenamiento de las imágenes de forma digital. (Meléndez, 2019, p.7).

Funciones

Identificar y localizar anomalías en las imágenes radiológicas, como tumores, fracturas, lesiones y anomalías anatómicas.

Interpretar y analizar las imágenes radiológicas para ayudar en el diagnóstico y tratamiento de diversas condiciones médicas.

Permitir la visualización de estructuras anatómicas internas, como huesos, órganos y tejidos blandos, en la radiografía.

Ayudar a los radiólogos a detectar y diagnosticar enfermedades y lesiones de manera temprana y precisa.

Mejorar la calidad de las imágenes radiológicas al proporcionar una representación clara y nítida de las estructuras anatómicas.

Facilitar la comunicación entre el radiólogo y otros profesionales de la salud al permitir el intercambio de imágenes radiológicas de manera eficiente.

Automatizar y agilizar el proceso de adquisición de imágenes radiológicas, reduciendo el tiempo necesario para realizar estudios diagnósticos.

Integrar tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial, para mejorar la precisión y la eficiencia en la interpretación de las imágenes radiológicas Meléndez (2019, p.8).

Procesamiento de Imágenes

Definición. El procesamiento de imágenes en radiología implica el uso de diversas técnicas y herramientas para mejorar, analizar y manipular imágenes médicas obtenidas mediante diferentes métodos de diagnóstico por imagen, como radiografías, resonancias magnéticas y tomografías computarizadas. Estas técnicas tienen como objetivo mejorar la calidad de las imágenes, facilitar la detección de enfermedades, realizar mediciones precisas y contribuir a la toma de decisiones clínicas Escamilla (1997).

Funciones

Mejorar la calidad de la imagen: Un procesador de imagen en radiología puede mejorar la claridad y la resolución de las imágenes radiológicas, lo que facilita la interpretación por parte del radiólogo.

Reducción de ruido: Los procesadores de imagen pueden reducir el ruido y artefactos presentes en las imágenes radiológicas, lo que ayuda a obtener una imagen más nítida y precisa.

Mejorar el contraste: Un procesador de imagen puede ajustar el contraste de la imagen radiológica, resaltando diferentes estructuras y detalles anatómicos que pueden ser clave para el diagnóstico.

Corrección de distorsiones geométricas: Algunos procesadores de imagen en radiología pueden corregir distorsiones geométricas que pueden ocurrir durante la adquisición de la imagen, como la distorsión de ángulo o la distorsión de magnificación.

Realce de bordes y detalles: Los procesadores de imagen pueden resaltar los bordes y detalles de las estructuras anatómicas presentes en la imagen radiológica, facilitando la detección de anomalías o patologías.

Segmentación de la imagen: Algunos procesadores de imagen en radiología pueden segmentar automáticamente diferentes estructuras en la imagen, lo que facilita la cuantificación y análisis de la información radiológica. Escamilla (1997) pág. 6.

Las funciones de un procesador de imagen en radiología incluyen mejorar la calidad y claridad de la imagen, reducir el ruido, ajustar el contraste, corregir distorsiones geométricas, realzar los bordes y detalles, y segmentar la imagen para un análisis más detallado y preciso.

Sistemas de Visualización

Definición. Los sistemas de visualización en radiología son instrumentos que posibilitan a los especialistas en medicina, como los radiólogos, observar y examinar imágenes médicas adquiridas mediante diversas técnicas de diagnóstico por imágenes, como radiografías, tomografías computarizadas, resonancias magnéticas y ecografías.

Funciones

Los sistemas radiológicos ayudan en la interpretación de imágenes, el diagnóstico de enfermedades y la planificación de tratamientos médicos de forma más precisa. También permiten comparar imágenes a lo largo del tiempo para evaluar la evolución de enfermedades y la eficacia de los tratamientos. Estos sistemas suelen incluir funciones para mejorar las

imágenes, herramientas de medición, capacidad de almacenamiento y capacidad de compartir imágenes con otros profesionales de la salud.

Almacenamiento de Datos

Definición. Los sistemas de almacenamiento de datos en radiología tienen la finalidad de recopilar, ordenar y proteger adecuadamente todas las imágenes médicas obtenidas en los estudios de diagnóstico por imagen, como radiografías, tomografías computarizadas, resonancias magnéticas, entre otros.

Funciones

En numerosos centros de salud se emplean sistemas de almacenamiento de información en radiología basados en tecnologías de comunicación e información, los cuales posibilitan la integración y distribución eficiente y segura de la información clínica entre especialistas, radiólogos, médicos y otros profesionales de la salud que necesiten acceder a las imágenes médicas.

Algunas ventajas del almacenamiento de datos en radiología consisten en:

Acceso rápido y sencillo a las imágenes médicas: Los sistemas de almacenamiento permiten buscar y acceder a las imágenes de forma ágil y eficaz para la evaluación diagnóstica y seguimiento de los pacientes.

Seguridad y protección de la información: Los datos guardados en los sistemas de radiología están resguardados y respaldados para garantizar la privacidad, integridad y disponibilidad de la información, cumpliendo con las regulaciones de protección de datos.

Facilita la colaboración multidisciplinaria: Estos sistemas posibilitan compartir y analizar las imágenes de manera colaborativa entre los profesionales de la salud implicados en el tratamiento y seguimiento de los pacientes.

En conclusión, el almacenamiento de datos en radiología es fundamental en la práctica clínica y la investigación en el ámbito de la medicina diagnóstica por imagen, pues facilita la gestión eficiente, segura y colaborativa de las imágenes médicas para mejorar la atención y el cuidado de los pacientes.

Transmisión de Imágenes

Definición. La radiología utiliza sistemas como los PACS o la telemedicina para transmitir imágenes de forma remota. En el PACS, las imágenes se digitalizan y almacenan en un sistema centralizado para que los radiólogos puedan acceder a ellas desde cualquier lugar, facilitando así su interpretación y diagnóstico. Por otro lado, la telemedicina permite a los profesionales de la salud enviar imágenes a especialistas remotos a través de internet para su revisión y diagnóstico, especialmente útil en áreas donde hay escasez de personal especializado. En todo momento, se garantiza la privacidad y confidencialidad de los pacientes, cumpliendo con las normativas de protección de datos de salud.

Función

La transmisión de imágenes en radiología tiene como objetivo facilitar el intercambio de información médica entre diferentes profesionales de la salud, permitiendo la visualización y el análisis de imágenes radiológicas de manera remota. Esto contribuye a acelerar el proceso de diagnóstico, tratamiento y seguimiento de pacientes, así como a fomentar la colaboración entre médicos especialistas de diversas disciplinas. Además, la transmisión de imágenes radiológicas también posibilita el guardado seguro de las mismas para consultas y referencias futuras.

Radiología Convencional Vs Radiología Digital

Partiendo de los inicios de la radiología, el 8 de noviembre de 1895 cuando observó cuando se observó por primera vez una imagen, es allí cuando se empieza a desenvolver esta práctica y con el paso de los años esta evoluciono dando un giro completo en el cual se estará reflejando en el próximo cuadro comparativo.

Tabla 1*Comparación entre Radiología Convencional VS Radiología Digital.*

Radiología Convencional	Radiología Digital
<p>Con el empleo de la radiografía análoga, los tiempos eran un poco más demorados ya que esto implicaba todo el proceso de revelado, y luego el acetato era ubicado en el negatoscopio para poder realizar la lectura de la imagen.</p>	<p>Con la radiografía digital se puede obtener un ahorro en tiempo efectivo de la realización de una toma radiográfica de un 95% respecto de la radiografía convencional. El tiempo con los métodos digitales incrementa la seguridad de las imágenes de tal manera que los potenciales son menores y los tiempos de exposición muy cortos (menores dosis absorbidas).</p>
<p>Una de las desventajas que nos muestra es la calidad de la escala de grises, donde la densidad óptica no es la adecuada ya que no es posible obtener mayor visualización.</p>	<p>La radiografía digital es un método más amigable con el medio ambiente puesto que no utiliza químicos de revelado ni pantallas intensificadoras de plomo.</p>
<p>Cuando se realiza el revelado generalmente se realiza en un cuarto oscuro acorde y ajustado al protocolo donde se lleva a cabo dicho proceso en el cual es un proceso muy dispendioso y requiere la utilización de líquidos químicos como: Reveladores, Fijadores, y otro componente como lo es el agua.</p>	<p>Las imágenes obtenidas digitalmente tienen una muy alta definición lo cual permite detectar discontinuidades de menor tamaño al mismo tiempo que facilita la interpretación del inspector, guardar los trabajos realizados y el resultado es inmediato.</p>
<p>La interpretación de las imágenes es más compleja ya que la visualización es de menor calidad.</p>	<p>Los equipos empleados en radiografía digital al ser más pequeños permiten una mayor portabilidad y alimentación eléctrica por medio de baterías, lo cual facilita las labores de transporte a campo, posicionamiento y evita depender de instalaciones eléctricas.</p>
	<p>Los casetes o detectores empleados pueden ser reutilizados por lo que se pueden realizar varias tomas con el fin de obtener la imagen más representativa sin necesidad de aumentar los costos por compra de radiografías.</p>

Nota. Tomado de Gomez, P., Hernández. Y., Serna. J. (2024)

Artefactos en Radiología

Sartori (2015), En el ámbito del Diagnóstico por Imágenes, la obtención de estudios de alta calidad es fundamental para realizar diagnósticos precisos, describir hallazgos con certeza y seguir el progreso de las patologías. Es esencial que las imágenes sean excelentes, sin errores que puedan afectar su análisis, almacenamiento y futura revisión.

Los artefactos o artificios representan un problema significativo, ya que en ocasiones pueden distorsionar la interpretación de las imágenes, dando la apariencia de una condición patológica falsa. En caso de presentarse, se debe repetir el estudio, lo que conlleva inconvenientes como la reputación de la institución, el malestar del paciente, la espera del médico solicitante, el riesgo de reacciones adversas, dudas diagnósticas, informes erróneos de patologías y costos adicionales.

Un artefacto se define como cualquier distorsión, adición o error en una imagen que no corresponde a la realidad anatómica estudiada. Este término deriva del latín y se refiere a un efecto artificial que afecta la calidad y precisión de la imagen, pudiendo enmascarar o simular patologías.

En tomografía computada (TC) y resonancia magnética (RM), las distorsiones pueden ser diversas y numerosas. Aunque no es posible mencionarlas todas en este resumen, se describen las más comunes en estos dos métodos.

Radiología en el Ambiente Hospitalario

La importancia de la humanización en el diseño de ambientes hospitalarios, destacando la influencia del entorno físico en la recuperación de los pacientes y la salud del personal. Se resalta la necesidad de considerar aspectos como la seguridad, la privacidad y la calidad de la

edificación para garantizar la satisfacción de los usuarios y el bienestar del personal. Además, se enfatiza en la importancia de conocer los requerimientos de los usuarios y traducirlos en el diseño arquitectónico, así como en la percepción del ambiente y su impacto en el comportamiento y el bienestar de los individuos. Por último, se mencionan los riesgos asociados a un diseño inadecuado del ambiente físico en los hospitales y la importancia de abordar estos aspectos para mejorar la calidad de atención y el ambiente laboral. Bello, S. (2000).

Factores de Calidad en la Radiología Digital

Rodríguez, et al (2023). La investigación analizó el uso de nuevas tecnologías en radiología y diagnóstico por imágenes en Panamá y América Latina en los últimos 15 años. Se empleó un enfoque cualitativo y descriptivo, Los resultados revelaron la incorporación de tecnologías móviles, equipos híbridos PET/CT y métodos avanzados de diagnóstico. Sin embargo, se destacaron deficiencias en las competencias profesionales en varios países de la región, incluyendo dificultades operativas, falta de protocolos de seguridad y desarrollo insuficiente de habilidades blandas.

Los departamentos de radiología o imágenes se encaminan hacia un enfoque computarizado y electrónico, con la introducción de tecnologías como las placas de fósforo y la radiología digital. Se menciona la implementación de sistemas PACS y normas como DICOM y HL-7 para la transmisión y archivo de imágenes médicas y datos. García Et al. (2002).

Factores Técnicos y Operativos que Influyen en la Calidad de las Imágenes Diagnósticas

Con el avance tecnológico a lo largo del tiempo, hemos logrado identificar los diversos factores técnicos y operativos que afectan la calidad de las imágenes diagnósticas, lo que puede llevar a resultados alterados y diagnósticos erróneos. En muchas ocasiones, la falta de personal

capacitado para manejar nuevas tecnologías y la deficiente comunicación contribuyen a estas alteraciones.

A. Factor humano:

Según la revista ciencia latina; en su artículo “uso de nuevas tecnologías en radiología e imágenes diagnósticas y su relación con las competencias profesionales y/o perfil de egreso del licenciado en radiología de Panamá y Latinoamérica en los últimos 15 años”, para Colombia según la universidad javeriana, las competencias del tecnólogo de radiología son:

Dominio de técnicas de diagnóstico y tratamiento moderno mediante métodos imagenológicos tales. como: radiología convencional, fluoroscopia, ultrasonido, Doppler, tomografía axial computarizada, resonancia magnética, mamografía, Doppler e intervencionismo diagnóstico.

Es capaz de interpretar estudios de radiología de abdomen, incluyendo tracto gastrointestinal y genitourinario de tórax, incluyendo TACAR para la interpretación de estudios de neuro radiología.

Da soporte en servicios con áreas especializadas de radiología musculoesquelética, imagen de la mujer, radiología oncológica y radiología pediátrica.

Puede dar asesorías para el manejo de radiaciones ionizantes, y para la construcción de políticas de salud que involucren el uso de esta tecnología.

Actitud investigativa.

Mentalidad docente.

Orienta al médico en la aplicación racional, eficaz y económica de las tecnologías diagnósticas.

Factores Técnicos:

Falta de mantenimiento adecuado de los equipos radiológicos.

Ausencia de capacitación del personal encargado de operar los equipos de radiología.

Preparación del paciente para diferentes estudios.

Protección radiológica.

Prevención de artefactos que puedan inducir a errores diagnósticos.

Cumplimiento de los protocolos correspondientes al estudio a realizar.

Factores operativos:

Sobreexposición.

Indicadores de Calidad en Radiología Digital

Indicadores de la dosis al paciente: Aquí se aplica el principio ALARA, donde el objetivo principal es que el paciente reciba la dosis de radiación lo más baja posible atendiendo factores sociales y económicos. “CSN (2009) Garantía y control de calidad en las instalaciones de radiodiagnóstico” Alcaraz (2009, p.6).

Estas dosis de radiación recibida en la paciente es una exploración diagnóstica varían según el centro diagnóstico, la normatividad vigente y protocolos de este; algunos de estos son según; Alcaraz (2009):

La medida de magnitudes relacionadas con la dosis que reciben los pacientes.

La evaluación de parámetros que permitan objetivar la calidad de la imagen.

Según el Artículo de “CSN (2009) Garantía y control de calidad en las instalaciones de radiodiagnóstico proyecciones radiográficas estándar se tomarán de: cráneo, tórax, columna lumbar, pelvis, abdomen y mama. Para esas proyecciones se indica unos valores de referencia de

“dosis superficie a la entrada” (DSE) del paciente, indicador dosimétrico muy utilizado en el cálculo de dosis a pacientes. Cada servicio de radiología maneja tablas de correlación en cuanto a dosis-exposición-tiempo de exposición radiológica en el paciente. Esta dosis debe ir relacionada con la calidad y parámetros que permitan al final tener una imagen diagnóstica de calidad y parámetros adecuados.

Indicadores de la Calidad de Imagen

No existen límites de dosis en exposiciones médicas, pero para procedimientos diagnósticos están establecidos los valores de referencia que no deben superarse.

En una sala de radiología los criterios de calidad pueden tomarse de sociedades científicas, grupos expertos, lo que disponga el especialista en radiología, o con objetos de prueba ejemplo las fantomas, calibración del equipo periódicamente, que permitan valorar los parámetros físicos de la imagen, validar que la dosis este íntimamente relacionada con la calidad de la imagen y que estos parámetros se ajusten a los protocolos de calidad en general.

Tasa de rechazo de imágenes: Uno de los principales objetivos del control de calidad es reducir repetir o el rechazo de la imagen diagnóstica así evitar y/o reducir la dosis de radiación recibida por el paciente, según el artículo “CSN (2009) Garantía y control de calidad en las instalaciones de radiodiagnóstico; La tasa de rechazo no debe sobrepasar el 10 %;entre varios factores como; Valores de referencia de DSE (mGy) en radiografía para adultos IRD-OP-GRT12 CSN- 2009 9/15 En los sistemas digitales, puede resultar más complicado cuantificar la tasa de rechazo de imágenes. Éste debería mantenerse en torno al 2-3%. En el caso digital se debe establecer este control desde el RIS o desde el sistema de almacenamiento PACS”.

Controles de Calidad

Inspección del monitor, limpieza y condiciones de visión.

Imagen diaria de una placa de acrílico.

Observación de la imagen en el monitor de adquisición para observar artificios.

Sensitometría de la impresora Láser.

Borrado intensivo de la placa.

Desarrollo de Proyecto

En este proyecto basado en investigación; por medio de revisión de fuentes científicas válidas y certificadas en temas académicos sobre “la radiología digital”, se trata de dar un reconocimiento a la necesidad del entorno donde se aplica esta tecnología y dar respuesta a los objetivos de esta investigación.

Se realizó una revisión en diferentes bases de datos de fuentes documental acreditadas en educación y ciencia. A partir de la revisión bibliográfica exhaustiva se plantea una síntesis y análisis coherente del problema de investigación a partir de datos como indicadores de calidad, artefactos y factores de calidad en los servicios de radiología digital, para ahondar en el mundo tecnológico vanguardista de las imágenes diagnósticas.

Ruta Metodológica

La ruta metodológica tiene un enfoque cualitativo basado totalmente en análisis de texto seleccionados que abordan los factores técnicos y operativos que influyen en la calidad de las imágenes diagnósticas en entornos hospitalarios en:

Fase 1. Búsqueda de documentos:

Tarea 1. Búsqueda en Google Académico.

Tarea 2. Búsqueda documental base de datos de la universidad UNAD.

Tarea 3. Búsqueda documental en Scielo Académico.

Fase 2. Selección de documentos académicos:

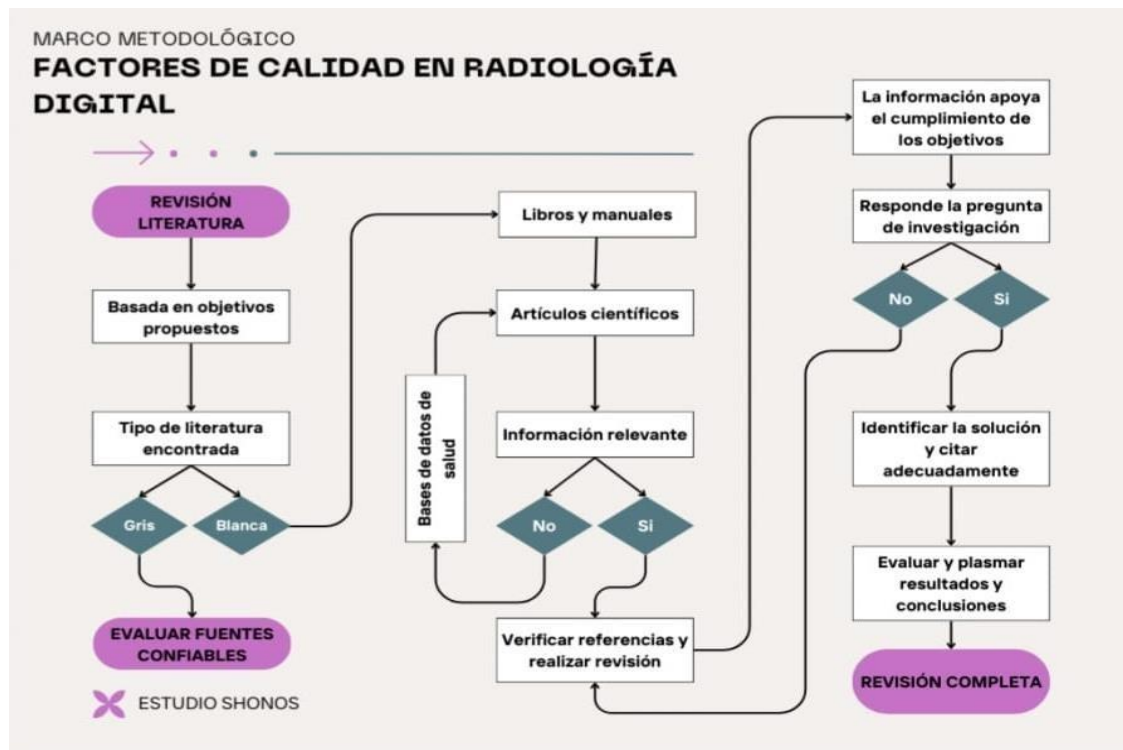
Tarea 4. Lectura sistemática de los documentos encontrados.

Tarea 5. Selección de documentos pertinentes sobre temas académicos.

Tarea 6. Organización de los documentos seleccionados para su análisis posterior.

Figura 4

Marco Metodológico Factores de Calidad en Radiología Digital



Fuente. Construcción propia

Conclusiones

Con la información anteriormente plasmada en el documento se puede concluir que existen diferentes factores ambientales y operativos que influyen en la calidad de la imagen diagnóstica dependiendo de si es radiología digital directa (RDD) y radiología digital indirecta (RDI). Es necesario identificarlas para tomar diferentes acciones técnicas, operativas y locativas que no alteren la calidad de la imagen diagnóstica final y así contribuir con un servicio eficaz a favor del diagnóstico del paciente.

La inclusión de un familiar como apoyo emocional a la hora del estudio es un apoyo grande para el equipo de radiología, el uso de inmovilizadores ya que en situaciones se presentan movimientos involuntarios, asimismo, se menciona el uso adecuado de la sedación en la cual siempre habrá asistencia de enfermería, y siempre bajo la supervisión de un médico anestesiólogo.

Tener establecido un protocolo para el mantenimiento preventivo donde se establezcan procedimientos en caso de fallos imprevistos, contar con un servicio eficiente por parte de los representantes del equipo.

Respecto a los factores ambientales, se subraya la necesidad de mantener un entorno limpio y a una temperatura adecuada. Se debe asegurar a humedad y la temperatura adecuada, con evidencia escrita a partir de planillas.

Se debe contar con aire acondicionado, esto como recomendaciones para mejorar la calidad de las imágenes en y la vida útil de los equipos.

Referencias Bibliográficas

- Alcaraz, M. (Sin fecha publicación). Tema 17 control de calidad en radiodiagnóstico, extraído del PDF: https://webs.um.es/mab/miwiki/lib/exe/fetch.php?media=lectura_17.pdf
- Autor desconocido; Radiología digital directa e indirecta informática aplicada RX 2 TV (2020). Instituto de educación superior MITRE.Extraído de : <https://youtube.com/@institutodeeducacionsuperi583?si=3n70q2ZRexzPGpGq>
- Barbieri G*, Flores J*, Escribano M**, Discepoli N**(2006). Actualización en radiología dental. Radiología convencional Vs digital; PDF ;extraído de : Actualización (isciii.es)
- Blanco Susana (Sin fecha publicación) Guía de controles de calidad mínimos para equipos digitalizados (CR) Extraído de pdf: https://www.webcir.org/noticir/2013_vol10_n7/control_calidad.pdf
- Busca, J; Vigil, A; Medina, R; ELSEVIER (2010). Radiología digital en los servicios de radiodiagnóstico. Parámetros dosimétricos en imagen Diagnóstica; extraído de: <https://www.elsevier.es/es-revista-imagen-diagnostica-308articulo-radiologia-digital>.
- Cedrés de Bello, S. (2000). Humanización y Calidad de los Ambientes Hospitalarios. Revista de la Facultad de Medicina, 23(2), 93-97. Recuperado en 03 de abril de 2024, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04692000000200004&lng=es&tlng=es
- CHAVERRI-QUIROS, Oscar and CONEJO-SOLIS, Mario. Radiografía Industrial: comparación entre el método tradicional y digital empleando rayos X. Tecnología en Marcha [online]. 2017, vol.30, n.3, pp.119-128. ISSN 0379-3982. <http://dx.doi.org/10.18845/tm.v30i3.3278>.

CSN (2009). Garantía y control de calidad en las instalaciones de radiodiagnóstico: extraído de:

https://csn.ciemat.es/MDCSN/recursos/ficheros_md/1762077203_2411200913529.pdf

Jhoan S. Contreras¹, Luís A. Jiménez- Rodríguez², Ramiro Gamboa-Suárez (2022).

Contribución de la radiología digital al mejoramiento de la calidad en el servicio de imagenología; extraído de:

<https://revistas.unicolmayor.edu.co/index.php/nova/article/view/2013/3045>

Mugarra; Chavarría;(sin fecha publicación) Monográfico; La Radiología Digital: Adquisición de

imágenes; extraído de: http://www.conganat.org/SEIS/is/is45/IS45_33.pdf

Rodríguez, A; Martínez; L; Reyes; S; Revista ciencia latina (2023). “Uso de nuevas tecnologías

en radiología e imágenes diagnósticas y su relación con las competencias profesionales

y/o perfil de egreso del licenciado en radiología de Panamá y Latinoamérica en los

últimos 15 años”.