

**Mala calidad de las imágenes de tomografía computarizada y resonancia magnética
ocasionado por artefactos y artificios**

Diana Gabriela Ardila Gómez

Carlos Alberto Ayala Castro

Narly Carolina Rodríguez Gómez

Elizabeth Pérez Acevedo

Gladys Omaira Vera Morales

Asesora

Nazly Paz

Universidad Nacional y Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA)

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnosticas

2024

Dedicatoria

Este proyecto está dedicado, primeramente, a Dios y a nuestros padres, quienes han sido nuestra brújula y luz a lo largo de este arduo pero gratificante camino hacia la culminación de esta carrera. Con su inquebrantable apoyo, amor incondicional y palabras de aliento, han sido nuestra mayor fortaleza en los momentos difíciles y nuestra mayor alegría en los triunfos, además de que con cada desafío y logro han estado a nuestro lado, brindándonos su amor incondicional y alentándonos a perseguir nuestros sueños. Este trabajo no solo es un reflejo de nuestro esfuerzo individual, sino también una muestra de unidad que tiene cada integrante con su familia. A ellos dedicamos este logro con todo nuestro amor y gratitud. Asimismo, dedicamos este trabajo a cada uno de nosotros que hemos compartido este reto. Nuestra colaboración, compañerismo y compromiso han enriquecido enormemente esta experiencia académica, transformando desafíos en oportunidades y obstáculos en lecciones aprendidas. ¡A nuestras familias, gracias por ser el motor de inspiración y nuestro mayor motivo para alcanzar nuestras metas!"

Resumen

Esta investigación está dirigida a la profundización de la problemática planteada sobre la calidad de las imágenes en tomografía computarizada (TC) y resonancia magnética (RM), ocasionada por artefactos y artificios. La importancia de realizar un trabajo de investigación con enfoque cualitativo es fundamental.

La finalidad es analizar las estrategias para elevar la calidad de las imágenes e identificar los artefactos y artificios más comunes que afectan la calidad de las imágenes de tomografía computarizada (TC) y resonancia magnética (RM), lo cual puede ocasionar al paciente un diagnóstico incorrecto y un tratamiento inadecuado, teniendo en cuenta que estos son consecuencias de artefactos de los equipos de imágenes y algunos factores externos. Los artificios surgen como resultado de la interacción entre el paciente y el dispositivo. En TC, se observan como líneas, anillos, ruido, artefactos metálicos, de movimiento, así como artefactos causados por falta de calibración o el daño de uno de los detectores, también puede aparecer en los estudios con mínimas dosis de radiación, entre otros. En RM, artefactos de susceptibilidad magnética, los relacionados con el movimiento del líquido cefalorraquídeo.

Se consideraron posibles soluciones basadas en las diferentes búsquedas bibliográficas de origen confiable, dentro de las más considerables están el adecuado posicionamiento del paciente, calibración diaria de los detectores, dosis de radiación adecuada, realizar preparación e instrucción adecuada del paciente, en RM exploración sincronizada con los movimientos respiratorios y el ritmo cardíaco, uso de resonancia magnética de bajo campo (el artefacto depende de la fuerza del campo magnético). Además, se resalta la importancia de estas prácticas para respaldar la seguridad del paciente, brindando una atención humanizada, evitando exámenes repetidos innecesarios y disminuyendo la exposición a la radiación.

Palabras Clave: artefactos, artificios, campo magnético, resonancia magnética, tomografía computarizada, radiación ionizante, dosis de radiación.

Abstract

This research aims to delve into the issues regarding the quality of images in computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI) caused by artifacts and distortions. The importance of conducting research with a qualitative approach is fundamental.

The purpose is to analyze strategies to enhance image quality and identify the most common artifacts and distortions affecting CT and MRI images, which can lead to incorrect diagnosis and inadequate treatment for the patient, considering that these are consequences of imaging equipment artifacts and some external factors. Distortions occur as a result of interaction between the patient and the equipment. In CT, they manifest as stripes, rings, noise, metallic artifacts, motion artifacts, as well as artifacts caused by calibration errors or damage to one of the detectors, and can also appear in studies with insufficient radiation dosage, among others. In MRI, artifacts include susceptibility artifacts related to the movement of cerebrospinal fluid.

Possible solutions were considered based on various searches in reliable literature sources. Among the most significant are appropriate patient positioning, daily calibration of detectors, adequate radiation dosage, proper patient preparation and instruction, synchronized MRI scanning with respiratory and cardiac movements, and the use of low-field MRI (where artifact depends on the strength of the magnetic field). Furthermore, the importance of these practices in ensuring patient safety is emphasized, providing compassionate care to avoid unnecessary study repetitions and reducing radiation exposure.

Keywords: artifacts, artifice, magnetic field, magnetic resonance imaging, computed tomography, ionizing radiation, radiation dose.

Tabla de Contenido

Introducción	8
Planteamiento del problema.....	10
Justificación.....	12
Objetivos	13
Objetivo general	13
Objetivos específicos	13
Marco teórico	14
Metodología	20
Desarrollo del proyecto.....	23
Fase II. Identificación de diferentes tipos de artefactos y artificios en la literatura	31
Revisión sistemática de la literatura	31
Fuentes	31
Productos esperados	32
Fase III. Evaluación de la eficacia y limitaciones de estrategias para reducir artefactos en imágenes de TC y RM.....	35
Revisión de literatura científica y técnica	35
Fuentes	38
Conclusiones	39
Referencias	41

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Radiación Ionizante, su Historia y Efectos en la Salud</i>	29
Tabla 2 <i>Contextualización de Artefactos en TC y RM</i>	30
Tabla 3 <i>Contextualización Histórica y Técnica</i>	30
Tabla 4 <i>Fuentes Sobre Artefactos y Artificios</i>	31
Tabla 5 <i>Tipos de Artefactos y Artificios Frecuentes en Imágenes de TC Y RM</i>	32
Tabla 6 <i>Técnicas de Corrección</i>	38

Introducción

En el presente trabajo podremos estudiar los términos de la calidad de las imágenes por tomografía computarizada (TAC) y resonancia magnética (RM). Dentro de lo que se puede determinar, los artefactos o artificios en imágenes radiológicas. Cabe resaltar que es un tema que abarca gran causa y consecuencias; es por este motivo que se puede dar respuesta a la pregunta planteada sobre la calidad de las imágenes en TAC y RM, ocasionada por artefactos y artificios.

La tomografía computarizada y la resonancia magnética son dos estudios utilizados para el diagnóstico en diferentes patologías, como lo son las de la parte ósea además de los tejidos blandos, para dar respuesta de forma oportuna y eficaz a estas afectaciones del cuerpo humano.

De acuerdo a la investigación de Huda & Scalzetti (2017), la calidad de las imágenes en radiología convencional se ve condicionada por varios factores técnicos y de procedimientos, entre los que se encuentra la calidad del equipo y la técnica de exploración, utilizada correctamente como lo es la alineación del paciente y del equipo, además de la habilidad del técnico en radiología.

Los artefactos y artificios son movimientos, ocasiones bien sean de forma voluntaria o involuntaria del cuerpo humano, además los artificios son provocados por el mantenimiento inadecuado de los equipos biomédicos, lo que da origen a un artefacto por ruido. Esto puede ocasionar que las imágenes en el escáner no sean las correctas para dar un diagnóstico preciso, es por tal motivo que es importante la implementación en los mantenimientos preventivos de forma continua. Como también es importante mencionar que actualmente hay equipos con mayor rapidez de escaneo lo cual no afecta aquellos movimientos involuntarios del cuerpo humano, como por ejemplo los estudios de corazón, el movimiento de los pulmones, estudios con

movimientos intestinales. Esto se debe a las nuevas tecnologías que día tras día incluyen mayores avances de la ciencia en la salud.

Es por esto que en esta investigación se propone dar respuesta a esta inquietud que surge sobre la seguridad del paciente, explorando sus orígenes, y la dificultad de su impacto en la interpretación, y dando así respuesta al porqué de estos movimientos ocasionales incoherencia en una imagen, además de implementación de medidas correctivas y preventivas que se puedan manejar para mitigar y mejorar la práctica de los estudios por exploración de escáner en el área de radiología. Con esta investigación aspiramos a contribuir de forma continua en el manejo de las imágenes y seguridad del paciente en imágenes de radiología para un diagnóstico oportuno.

Planteamiento del Problema

La Tomografía Computarizada y la Resonancia Magnética, si bien ambas técnicas aprovechan un campo electromagnético y señales de radiofrecuencia para generar imágenes del cuerpo humano, presentan diferencias notables en cuanto a su funcionamiento y aplicaciones (Bedoya, 2013). Con el paso del tiempo, ambas técnicas, así como la radiología convencional, han evolucionado significativamente, mejorando su utilidad en la medicina moderna.

Según Sartori (2015), “Un artefacto o artificio se define como una distorsión, adición o error en una imagen que no tiene correlato en el sujeto o región anatómica. Como término, deriva de las palabras latinas artis (artificial) y actum (efecto), y refiere a un efecto artificial que altera la calidad y fidelidad de una imagen, pudiendo encubrir una patología o crear hallazgos falsos”.

Los cuales pueden originarse debido al movimiento tanto voluntario como involuntario del paciente, la falta de mantenimiento del equipo, o los ruidos que produce. Estos problemas son especialmente frecuentes en los escáneres donde se requiere que el paciente mantenga la respiración.

Es importante mencionar que actualmente existen equipos capaces de realizar cortes sin que los movimientos del paciente produzcan artefactos visibles en las imágenes. Esto se debe a que las nuevas tecnologías han incluido equipos mucho más rápidos con mayor capacidad de adquisición de imágenes de manera helicoidal, por ende, la presencia de artefactos es uno de los obstáculos más frecuentes que se encuentran al obtener imágenes de excelente calidad, es importante garantizar que la calidad de estas imágenes radiológicas sea fundamental para el diagnóstico oportuno de los pacientes.

El propósito de esta investigación es profundizar sobre los artefactos y artificios que los radiólogos encuentran con mayor frecuencia en las imágenes radiológicas producidas en

tomografía y resonancia, cabe resaltar que estos artificios y/o artefactos no corresponden a ninguna de las estructuras anatómicas del cuerpo, estos son consecuencia por defectos de los equipos de imágenes y algunos factores externos, estos artefactos pueden tener una gran relevancia en el diagnóstico, mientras que otros pueden ocasionar una mala interpretación de los estudios de Imagenológica.

Es de gran preocupación para los médicos radiólogos al momento de ratificar un diagnóstico debido a la mala calidad de las imágenes, por lo tanto la pregunta de investigación es: ¿Cuáles son las estrategias para mejorar la calidad de las imágenes en TC y RM minimizando los artefactos y artificios?

Justificación

Este trabajo tiene como objetivo profundizar sobre la calidad en los estudios radiológicos debido a la existencia de artefactos en las imágenes que pueden alterar la anatomía o enmascarar la presencia de patologías, lo que puede ocasionar un diagnóstico incorrecto, así como también un tratamiento inadecuado. El propósito de esta investigación es profundizar sobre los artefactos y artificios que los radiólogos encuentran con mayor frecuencia en las imágenes radiológicas producidas en tomografía y resonancia, cabe resaltar que estos artificios y/o artefactos no corresponden a ninguna de las estructuras anatómicas del cuerpo, estos son consecuencia por defectos de los equipos de imágenes y algunos factores externos, estos artefactos pueden tener una gran relevancia en el diagnóstico, mientras que otros pueden ocasionar una mala interpretación de los estudios de Imagenológica.

Es de vital importancia realizar una investigación más exhaustiva sobre este tema, ya que entender los artefactos y artificios en tomografía y resonancia magnética es fundamental para desarrollar estrategias con el fin de minimizar sus impactos.

Objetivos

Objetivo General

Identificar estrategias para elevar la calidad de las imágenes obtenidas de Tomografía Computarizada y Resonancia Magnética al minimizar los artefactos y artificios.

Objetivos Específicos

Realizar una revisión exhaustiva de la literatura científica y técnica relacionada con los artefactos y artificios comunes que afectan la calidad de las imágenes en Tomografía Computarizada y Resonancia Magnética.

Identificar los diferentes tipos de artefactos y artificios frecuentes en las imágenes de TC y RM, incluyendo su origen, características visuales e impacto en la interpretación clínica.

Evaluar la eficacia y limitaciones de las diferentes estrategias y técnicas propuestas para reducir artefactos en imágenes de TC y RM, considerando estudios de validación, resultados clínicos y recomendaciones de expertos en el campo.

Marco Teórico

De acuerdo con Huda y Scalzetti (2017), la calidad de la imagen en radiología convencional se ve influenciada por varios factores técnicos y de procedimiento, entre ellos se encuentran la calidad del equipo radiográfico, la técnica de exposición utilizada, la correcta alineación del paciente y del equipo, así como la habilidad y experiencia del técnico radiólogo, uno de los principales aspectos que influye en la calidad de la imagen es la resolución, que se refiere a la capacidad del sistema de capturar e identificar detalles finos en la imagen, una alta resolución permite una visualización más nítida de las estructuras anatómicas, lo que facilita la detección de anomalías.

La calidad de la imagen en tomografía y RM se refiere a la capacidad de estas técnicas para producir imágenes claras y precisas que representen fielmente las estructuras anatómicas y/o patológicas de interés. Según Sodickson y Baeyens (2017), dicha calidad está influenciada por varios factores técnicos y físicos que intervienen en la formación de la imagen. Entre estos factores se encuentran la resolución espacial, el contraste y el nexo entre señal y ruido, la uniformidad de la imagen, la capacidad de distinguir detalles pequeños, entre otros.

Otro factor importante es el contraste, según García y Martínez (2018), son los medios de contraste en imágenes diagnósticas, ya que juegan un papel crucial en la medicina moderna, permitiendo a los profesionales de la salud obtener información detallada y precisa sobre el estado de órganos y tejidos internos del cuerpo humano, estos agentes contrastantes se utilizan en una variedad de modalidades de imagen, como la tomografía computarizada (TC), la resonancia magnética (RM), la angiografía y los estudios de medicina nuclear.

La función principal de los medios de contraste es resaltar las estructuras de interés dentro del cuerpo, mejorando la visibilidad de los detalles anatómicos y permite detectar

anomalías que de otro modo pasarían desapercibidas, por ejemplo, en una TC con medio de contraste yodado, este agente puede realzar los vasos sanguíneos, los tumores, las lesiones y otras áreas de interés al absorber más radiación que los tejidos circundantes.

Espitia, Mejía y Arguello (2016), abordan el estado actual de las técnicas de tomografía computarizada (TC), centrándose en la revisión de métodos de adquisición y arquitecturas utilizadas, así como en sus aplicaciones, se destaca la importancia de la reconstrucción tridimensional de estructuras internas mediante imágenes bidimensionales de cortes transversales, obtenidas a partir de medidas de fenómenos físicos como la atenuación y la difracción de rayos-X, además, se menciona el desarrollo de software dedicado a simular sistemas de adquisición para TC, las contribuciones principales incluyen una descripción detallada de los métodos de adquisición y la presentación de posibles tendencias futuras en la técnica en general, lo que proporciona una visión integral de este campo crucial en imágenes médicas y su evolución.

El avance tecnológico en el campo del diagnóstico por imágenes ha revolucionado la medicina Ocando (2007), permitiendo la visualización detallada del cuerpo humano en formas que anteriormente parecían inimaginables, sin embargo, este progreso también ha planteado nuevos dilemas éticos, especialmente en relación con la tradicional relación médico-paciente, un estudio Ocando (2007), examina las implicaciones bioéticas derivadas de los avances tecnológicos en el diagnóstico por imágenes, destacando cómo la interacción entre el médico y la tecnología puede virtualizar la relación médico-paciente, a medida que los médicos se centran más en las imágenes producidas por sofisticados equipos de diagnóstico, podría descuidarse la importancia de la comunicación y la empatía en el proceso de atención médica, además, los altos costos y el acceso limitado a esta tecnología plantean desafíos éticos relacionados con la justicia

distributiva y la equidad en la prestación de servicios de salud, en este sentido, la aplicación consciente de los principios bioéticos se vuelve fundamental para garantizar un ejercicio médico responsable y centrado en el bienestar integral del paciente.

Sartori (2015) aborda la importancia de reconocer y abordar los artefactos y artificios presentes en imágenes de Tomografía Computada (TC) y Resonancia Magnética (RM), los cuales pueden distorsionar la interpretación diagnóstica y generar informes incorrectos, se destacan diversas causas de estos artefactos, como el endurecimiento del haz de rayos, la presencia de cuerpos extraños metálicos, el artefacto por entrada de flujo y factores ambientales, entre otros, se discuten también las estrategias para minimizar su impacto, incluyendo el uso de filtros metálicos, ajustes en la técnica de adquisición de imágenes y correcciones algorítmicas, se enfatiza la importancia de este conocimiento para asegurar la precisión en el diagnóstico radiológico y evitar interpretaciones erróneas que podrían afectar la atención médica.

Con relación a lo anterior el estudio de Esteves (2022) se enfoca en explicar los hallazgos de resonancia magnética (RM) en lesiones intralaberínticas, destacando la importancia de este método para caracterizarlas, se analizaron imágenes de RM de 22 pacientes, encontrando varias condiciones que afectan la señal del laberinto, como neurinoma intralaberíntico, laberintitis inflamatoria, laberintitis osificante y hemorragia intralaberíntica, las secuencias T2 de alta resolución, T1 sin contraste y T1 con contraste fueron cruciales para el diagnóstico, mostrando diferentes patrones radiológicos según la condición, los resultados muestran la necesidad de una evaluación meticulosa y una correlación clínica adecuada para un diagnóstico preciso, este trabajo contribuye significativamente a la interpretación de las alteraciones de la señal del laberinto membranoso en la RM, ofreciendo información relevante para el tratamiento de los pacientes con trastornos laberínticos.

Se puede entender cómo los artefactos y las variantes anatómicas pueden complicar la interpretación de imágenes de TC y RM, desde asimetrías ventriculares hasta calcificaciones, estas discrepancias pueden llevar a diagnósticos erróneos si no se reconocen adecuadamente (Orellana, 2003), por ejemplo, la asimetría ventricular, aunque común, puede confundirse con patologías como la mono ventriculomegalia, de manera similar, las calcificaciones de los plexos coroideos pueden malinterpretarse como tumores o sangre, es crucial comprender estas variantes para evitar diagnósticos innecesarios y costosos para los pacientes (Orellana, 2003).

Por otra parte, Araya y Falcon (2015), abordan la importancia de la resonancia magnética en neuroimagen y la necesidad de asegurar la calidad de las imágenes obtenidas, se presenta un protocolo de control de calidad específicamente diseñado para neuroimagen, que evalúa cinco parámetros: uniformidad de imagen, exactitud geométrica, relación señal-ruido (SNR), posición y espesor del corte, los resultados de la aplicación de este protocolo muestran variabilidad en la calidad de las imágenes adquiridas, destacando la importancia de identificar y corregir anomalías para mantener la integridad de la información estructural y funcional del cerebro, aunque se enfrentaron dificultades en la elaboración del protocolo debido a la escasez de literatura en el área, la investigación ha permitido avanzar en la identificación y cuantificación de las distorsiones presentes en las imágenes, se discuten también posibles mejoras futuras, como la optimización del protocolo, la automatización del análisis de imágenes y el desarrollo de métodos de corrección de anomalías.

De igual manera, el estudio de Allende y otros (2017), se enfocó en cuantificar la reducción de la dosis de radiación sin comprometer la calidad de imagen en angiotomografía computarizada de arterias coronarias mediante el uso de protocolos de adquisición de 100 y 120 kilovolts, se evaluaron 41 pacientes no obesos en un hospital privado de Santiago de Chile,

divididos en dos grupos según el protocolo utilizado, se realizó una evaluación cuantitativa y cualitativa de la calidad de imagen, los resultados mostraron que, aunque hubo una mejora en la calidad de imagen con el protocolo de 100 kilovolts, esta no fue significativa en comparación con el de 120 kilovolts ($p= 0,58$), sin embargo, se observó una reducción del 41,99% en la dosis de radiación con el protocolo de 100 kilovolts, junto con un aumento importante en la intensidad de la señal y el ruido, fue posible demostrar una reducción en la dosis de radiación sin afectar la calidad de imagen diagnóstica en la angiografía por tomografía.

Se han propuesto soluciones para reducir el ruido y errores e interferencias en las imágenes de TC Y RM, Ramírez, et al., (2010), presentan el uso de un filtro bilateral anisotrópico (FBA) como una estrategia para mitigar el ruido presente en imágenes de tomografía computarizada (TC), la implementación tridimensional del FBA permite ajustar sus parámetros según la resolución de las imágenes en cada eje, lo que proporciona flexibilidad en su aplicación, se evaluó la eficacia del FBA utilizando un fantoma estándar y dos casos clínicos de tomografías abdominal y torácica con medio de contraste, los resultados indican que el FBA mantiene una buena relación entre el ruido, la resolución espacial y la detectabilidad de contrastes bajos en comparación con los métodos tradicionales de filtrado, además, se observó la posibilidad de reducir la dosis de radiación hasta en un 50% sin comprometer la calidad diagnóstica de las imágenes, los hallazgos clínicos sugieren que el FBA puede disminuir el ruido sin comprometer la calidad diagnóstica, aunque se necesitan estudios prospectivos para demostrar su capacidad de reducir significativamente las dosis de radiación.

Paganini por su parte presenta una obra exhaustiva sobre el papel fundamental de la tomografía por emisión de positrones (PET) correlacionada con la tomografía computada (TC) o resonancia magnética (RM) en diversas especialidades médicas (Paganini, L. 2019),

especialmente en oncología, cardiología y neurología, el libro aborda de manera estructurada y accesible seis secciones que cubren desde los conceptos básicos del método hasta su aplicación en áreas específicas como oncología, pediatría, infección e inflamación, sistema nervioso central y cardiovascular, cada sección ofrece una revisión detallada de la interpretación de imágenes, protocolos de adquisición, física y controles de calidad, así como aplicaciones clínicas y terapéuticas en diversas patologías, destaca la excelente iconografía y la organización temática que facilita tanto la formación especializada como la consulta rápida en la práctica clínica, esta obra, que incluye una versión electrónica, se recomienda ampliamente para profesionales médicos en formación y como una referencia actualizada en la sala de informes.

Los artefactos de anillo son los más reconocibles asociados con detectores, según Boas y Fleischmann (2012), los anillos concéntricos que parecen brillantes u oscuros en la imagen pueden oscurecer estructuras anatómicas importantes, lo que puede conducir a interpretaciones incorrectas. En cuanto a los artificios, según Sartori (2015), la principal falla es el movimiento del paciente, estos se manifiestan como líneas blancas y negras superpuestas, puntos o lunares negros, pérdida de la resolución, desdoblamiento de los contornos de las diferentes estructuras anatómicas.

Metodología

Se llevará a cabo una revisión sistemática de la literatura científica y técnica relevante para identificar estudios, artículos, libros y otros documentos que aborden los artefactos en imágenes de TC y RM, esta revisión busca recopilar y analizar información actualizada y pertinente sobre el tema.

Las bases de datos académicas como Google Académico, PubMed y Scopus serán las principales fuentes de información, el procedimiento incluirá definir criterios de búsqueda específicos, utilizando términos clave como "artefactos en TC", "artefactos en RM", "calidad de imagen", "radiología" y "reducción de artefactos", posteriormente, se realizarán búsquedas en las bases de datos seleccionadas, los estudios más relevantes serán seleccionados según criterios de inclusión como estudios publicados en los últimos 10 años, revisiones sistemáticas y estudios con alto impacto, finalmente, se analizará y sintetizará la información obtenida para obtener una visión completa del estado actual del conocimiento sobre artefactos en TC y RM.

Los productos esperados de esta fase incluyen un resumen de los tipos de artefactos, causas y características documentados en la literatura, así como una contextualización histórica y técnica de los artefactos en TC y RM.

Se realizará una revisión sistemática de la literatura científica para identificar y categorizar los tipos de artefactos y artificios más comunes en las imágenes de TC y RM, esta revisión también abordará su origen, características visuales y su impacto en la interpretación clínica.

Las bases de datos académicas como Google Académico, PubMed y Scopus serán nuevamente utilizadas, el procedimiento consistirá en definir una lista exhaustiva de términos y frases clave relacionados con los artefactos en imágenes de TC y RM, se realizarán búsquedas en

las bases de datos seleccionadas utilizando estos términos, se establecerán criterios claros para la inclusión de estudios, como aquellos publicados en los últimos 10 años, revisados por pares, y que proporcionen información detallada sobre los tipos de artefactos, sus orígenes y su impacto clínico, los estudios serán evaluados en función de sus títulos y resúmenes para seleccionar aquellos que cumplan con los criterios de inclusión, y se llevará a cabo una revisión completa de los textos seleccionados, los datos relevantes serán extraídos y sintetizados para identificar y categorizar los artefactos, describir sus características visuales y analizar su impacto en la interpretación clínica, finalmente, se utilizarán técnicas de análisis cualitativo para desarrollar una categorización de los diferentes tipos de artefactos y artificios identificados.

Los productos esperados de esta fase incluyen una lista exhaustiva y categorizada de los artefactos y artificios frecuentes en las imágenes de TC y RM, basada en la literatura revisada, y una descripción detallada de las características visuales de cada tipo de artefacto, proporcionando ejemplos y comparaciones visuales.

Se llevará a cabo una revisión exhaustiva de estudios de validación, artículos científicos y reportes técnicos que aborden estrategias y técnicas para la reducción de artefactos en imágenes de TC y RM.

Las bases de datos académicas como Google Académico, PubMed y Scopus serán las principales fuentes de información, el procedimiento incluirá la creación de una lista de términos clave como "reducción de artefactos en TC", "técnicas de corrección de artefactos en RM", "estrategias para mejorar la calidad de imagen en radiología" y "eficacia de técnicas de corrección de artefactos", se realizarán búsquedas utilizando los términos definidos. Se establecerán criterios de inclusión y exclusión para incluir estudios que presenten validación clínica, comparen diferentes técnicas y analicen sus limitaciones, publicados en los últimos 10

años, revisados por pares y disponibles en inglés y español, los estudios serán seleccionados evaluando sus títulos y resúmenes, y se realizará una revisión completa de los textos seleccionados, los datos serán extraídos y sintetizados para obtener información sobre las estrategias evaluadas, su eficacia, limitaciones y resultados clínicos.

Desarrollo del Proyecto

El descubrimiento de la radiactividad en el siglo XIX marcó un gran avance en la historia de la ciencia, en 1895, Wilhelm Conrad Roentgen hizo un descubrimiento revolucionario al identificar los rayos X, una forma de radiación electromagnética capaz de penetrar objetos opacos y producir imágenes de estructuras internas, lo que transformó la medicina al permitir la visualización de tejidos sin la necesidad de procedimientos invasivos, en 1896, Henri Becquerel descubrió la radiactividad de manera accidental al observar que ciertas sustancias emitían radiación sin ser expuestas a la luz solar, abriendo la puerta a nuevas investigaciones (Medina-Araujo y Reyes-Torres, 2002).

Las investigaciones pioneras llevadas a cabo por Marie y Pierre Curie, junto con Henri Becquerel, ampliaron significativamente nuestro conocimiento sobre la radiactividad, estos científicos descubrieron nuevos elementos radiactivos como el radio y el polonio, explorando sus propiedades y aplicaciones potenciales, sin embargo, la exposición a la radiación tuvo graves consecuencias para su salud, incluyendo enfermedades relacionadas con la radiación, como la muerte por aplasia medular inducida por la radiación que sufrió Marie Curie.

El desarrollo de la radioterapia a principios del siglo XX marcó otro hito importante en el uso médico de la radiación ionizante, la radioterapia se convirtió en una herramienta crucial en el tratamiento del cáncer, aunque también conllevaba el riesgo de dañar tejidos sanos circundantes y causar efectos secundarios adversos en los pacientes, sin embargo, el uso de la radiación en aplicaciones militares y civiles también dio lugar a desastres nucleares devastadores. Los bombardeos atómicos de Hiroshima y Nagasaki en 1945, junto con el desastre en la planta de energía nuclear de Chernobyl en 1986, expusieron a miles de personas a niveles peligrosos de radiación, causando muertes inmediatas y enfermedades a largo plazo, como el cáncer y

trastornos genéticos (Medina-Araujo y Reyes-Torres, 2002).

Los efectos negativos de la radiación en la salud humana son significativos, la exposición prolongada o a dosis elevadas puede causar quemaduras en la piel, síndrome de irradiación aguda, daño genético y cáncer, además de afectar a las generaciones futuras mediante la inducción de mutaciones genéticas y anomalías congénitas.

Desde el histórico descubrimiento de los rayos X por parte de Roentgen en 1895, seguido por los avances de Becquerel, Marie y Pierre Curie en el estudio de las sustancias radiactivas, la investigación científica sobre las radiaciones ionizantes ha sido fundamental en el ámbito de la medicina y la radiología, estas radiaciones, con la capacidad de despojar electrones de los átomos y convertirlos en iones positivos, representan una preocupación relevante en términos de salud humana, tanto las radiaciones nucleares como los rayos X se han identificado como importantes factores de riesgo, destacando la necesidad continua de comprender y abordar sus implicaciones para la salud (Cornejo y Puceiro, 2020).

La exposición a dosis altas de radiación ionizante se ha relacionado con efectos perjudiciales para la salud lo que plantea preocupaciones específicas en el contexto de la atención pediátrica, los niños, debido a su menor tamaño y mayor tasa de división celular en comparación con los adultos, son particularmente sensibles a los efectos nocivos de la radiación ionizante (Morgan, 2013), la sobreexposición a exploraciones de diagnóstico por imágenes en la población pediátrica ha demostrado acrecentar el riesgo de cáncer y otros efectos adversos a largo plazo en órganos como la tiroides, la mama, las gónadas y la médula ósea (Rocha dos Santos, 2022).

Ante esta preocupación, existen normativas y regulaciones a nivel nacional e internacional que establecen estándares de seguridad y protección radiológica para pacientes

pediátricos, organismos como la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) han establecido pautas que deben seguirse rigurosamente en todas las unidades de radiología para garantizar la seguridad de los pacientes pediátricos y del personal médico involucrado en su atención.

Se han propuesto diversos planes para reducir la exposición a la radiación ionizante en la población pediátrica, incluido el uso de filtros adicionales durante los procedimientos radiológicos, estos filtros han demostrado reducir significativamente la dosis efectiva de radiación, protegiendo así los órganos sensibles de los pacientes pediátricos (Rocha dos Santos, 2022).

Además, es crucial que los médicos prescriptores estén debidamente informados sobre los riesgos y beneficios de las pruebas de imagen pediátrica, y que los profesionales de radiología sigan protocolos específicos diseñados para minimizar la exposición a la radiación ionizante mientras se garantiza la obtención de imágenes de alta calidad para un diagnóstico preciso (OMS), estos protocolos radiológicos no solo mejoran la calidad y seguridad de la atención médica, sino que también contribuyen a la eficiencia y consistencia de los procedimientos radiológicos.

La teoría de los rayos X, desarrollada a partir del descubrimiento de Wilhelm Conrad Roentgen en 1895, postula que los rayos X son una forma de radiación electromagnética capaz de penetrar objetos opacos y producir imágenes de estructuras internas, estos rayos se generan cuando electrones de alta energía son frenados bruscamente al chocar con un blanco metálico, como el tungsteno, en un tubo de rayos X, la interacción de los electrones con el átomo del blanco produce fotones de rayos X que pueden atravesar tejidos biológicos con diferentes grados de absorción, lo que permite obtener imágenes de alta resolución de estructuras internas del

cuerpo humano y otros objetos, la teoría de los rayos X ha sido crucial en el avance de la medicina diagnóstica y ha sentado las bases para una gran parte de aplicaciones en campos como la radiología, la medicina nuclear y la investigación científica (Busch, 2016).

La radiación ionizante constituye un tipo de radiación con la capacidad inherente de ionizar la materia, lo que implica la capacidad de liberar electrones de los átomos que atraviesa, esta propiedad confiere a la radiación ionizante un potencial significativo para inducir cambios en los tejidos biológicos, particularmente cuando se produce una exposición prolongada o a dosis elevadas, la interacción de la radiación ionizante con los tejidos biológicos puede desencadenar una serie de efectos dañinos, incluidas alteraciones celulares y daños genéticos que pueden tener implicaciones graves para la salud humana (Cascón, 2009).

La protección radiológica representa un conjunto integral de medidas y prácticas diseñadas específicamente para mitigar los efectos adversos de la radiación ionizante en la salud de los pacientes y del personal médico (Gallardo, 2012), estas medidas buscan garantizar la seguridad en entornos radiológicos mediante la implementación de protocolos de seguridad, el uso adecuado de equipos de protección, la optimización de las dosis de radiación y una supervisión constante de las prácticas radiológicas (Almeida et al., 2015).

La dosimetría, por su parte, es una disciplina científica fundamental que se ocupa de la cuantificación y medición precisa de la dosis de radiación absorbida por los tejidos biológicos, esta ciencia juega un papel crucial en la evaluación de los riesgos asociados con la exposición a la radiación ionizante, permitiendo una comprensión más profunda de los efectos potenciales sobre la salud y facilitando la implementación de estrategias de protección radiológica efectivas (Revista argentina de radiología, 2014).

La epidemiología radiológica se centra en el estudio de los efectos de la radiación

ionizante en la salud humana, incluida la investigación de la incidencia de enfermedades relacionadas con la exposición a la radiación, esta disciplina proporciona información valiosa sobre la relación entre la exposición a la radiación y la aparición de enfermedades, lo que ayuda a orientar las políticas de protección radiológica y las prácticas clínicas (Barrientos, Velosa & Rodríguez, 2018).

En cuanto a las teorías relevantes en el campo de la radiología, la teoría del umbral de dosis (Güerci & Córdoba, 2015) postula la existencia de un nivel mínimo de dosis de radiación por debajo del cual no se observan efectos adversos en la salud, lo que influye en la decisión de los límites de dosis aceptables en la práctica radiológica, por otro lado, la teoría del daño estocástico (González, 2018) sugiere que los efectos dañinos de la radiación, como el cáncer, pueden ocurrir de manera aleatoria y sin un umbral de dosis discernible, lo que implica que cualquier exposición a radiación, por mínima que sea, aumenta el riesgo de efectos adversos (Sadiq, Termizi y Aziz, 2015).

En términos de enfoques de intervención, la optimización de dosis se centra en minimizar la cantidad de radiación necesaria para obtener imágenes diagnósticas de calidad adecuada, garantizando al mismo tiempo la información clínica requerida para el diagnóstico y tratamiento, la protección del paciente implica la implementación de medidas para reducir la exposición del paciente a la radiación ionizante durante los procedimientos radiológicos (Güerci y Córdoba, 2015), como el uso de técnicas de imagen con dosis mínimas y el empleo de equipos con tecnología avanzada para reducir la exposición, por último, la protección del personal médico busca garantizar la seguridad y salud del personal de estudios radiológicos, mediante el uso adecuado de equipos de protección personal, la capacitación en seguridad radiológica y la aplicación de protocolos de seguridad laboral, estos enfoques se complementan para

proporcionar una protección integral tanto para los pacientes como para el personal médico en entornos radiológicos.

Según Badel (Badel et al., 2017), la radiación ionizante comprende partículas subatómicas o radiaciones electromagnéticas con la capacidad de ionizar átomos y moléculas, lo que puede ocasionar daños biológicos significativos en tejidos vivos, este tipo de radiación puede tener diversos efectos en la salud humana, desde la inducción de mutaciones genéticas hasta la manifestación de enfermedades como el cáncer.

De acuerdo con González (2018), la protección radiológica implica la implementación de medidas y protocolos destinados a minimizar la exposición a la radiación ionizante y prevenir efectos adversos para la salud de las personas expuestas, estas medidas incluyen la optimización de los procedimientos radiológicos, el uso de equipos de protección personal y la vigilancia de las dosis de radiación.

Según Rocha dos Santos (2022), el concepto de morbimortalidad se refiere al impacto combinado de la mortalidad y la morbilidad en una población específica, permitiendo evaluar el efecto global de factores de riesgo, enfermedades o intervenciones en la salud pública, la exposición a la radiación ionizante puede influir en la morbimortalidad al aumentar el riesgo de desarrollar enfermedades como el cáncer y otros trastornos relacionados con la radiación.

Como señala Almeida Coelho de Melo et al. (2015), la sobreexposición a la radiación ocurre cuando una persona está expuesta a una cantidad excesiva de radiación ionizante, ya sea de manera aguda o crónica. Esto puede ocurrir en entornos laborales, procedimientos médicos o como resultado de accidentes nucleares, la sobreexposición puede aumentar el riesgo de efectos adversos para la salud, como el cáncer.

Protocolo de radiación: De acuerdo con Gallardo Madueño (2012), el protocolo de radiación consiste en un conjunto de directrices y procedimientos establecidos para guiar el uso seguro y eficiente de la radiación ionizante en diversas aplicaciones, como la medicina y la investigación, estos protocolos tienen como objetivo proteger la salud de los trabajadores y el público en general, minimizando la exposición a la radiación y garantizar el cumplimiento de los estándares de seguridad radiológica.

Tabla 1

Radiación Ionizante, su Historia y Efectos en la Salud

Titulo	Autores	Origen
Radiaciones ionizantes y efectos sobre la materia. ciencia e ingeniería neogranadina	Medina Araujo, S. M., & Reyes Torres	PubMed
Las radiaciones ionizantes en los anales de la sociedad científica argentina (1895-1910). epistemología e historia de la ciencia	Cornejo, J. N., & Puceiro, A. J. L	Google Académico
Exposición pediátrica a la radiación en exámenes radiológicos.	Rocha dos Santos, J., Fortaleza de Melo, J. I., Santos Oliveira, T. dos, & Marques da Silva	Google académico
Wilhelm Conrad roentgen. El descubrimiento de los rayos x y la creación de una nueva profesión médica.	Busch, Uwe	Google Académico
Riesgos asociados con las radiaciones ionizantes	Cascón	Scopus
The work process in radiological nursing: invisibility of ionizing radiation.	Almeida Coelho de Melo, J., Lima Gelbcke, F., Huhn, A., & de Oliveira Vargas, M. A	PubMed
Una aproximación epidemiológica sobre patologías orales desde la perspectiva de la radiología.	Barrientos, S. S.; Velosa, P. J. & Rodríguez, C. A.	Google Académico
Assessment of potential human health and environmental impacts of a nuclear power plant (npp) based on atmospheric dispersion	Sadiq Aliyu, A., Termizi Ramli, A., & Aziz Saleh, M.	Scopus
Protección contra la exposición a bajas dosis de radiación ionizante: un paradigma en evolución.	González, Abel Julio	Google Académico

Nota. La tabla presenta trabajos académicos sobre radiaciones ionizantes y sus efectos, abarcando desde su descubrimiento hasta riesgos y protección. Los artículos, de fuentes como PubMed, Google Académico y Scopus, tratan aplicaciones médicas, efectos en la salud y perspectivas históricas.

Tabla 2*Contextualización de Artefactos en TC y RM*

Tipo de artefactos	Causas	Características
Implementos de alta intensidad	Ocurren debido a la presencia de objetos metálicos en el campo de visión, como prótesis o empastes dentales, que provocan rayas brillantes y sombras.	Esto produce un halo que simula una falsa absorción en una o más direcciones debido a la alta densidad del elemento metálico.
Ruido	Este artefacto se manifiesta como una discrepancia en unos cálculos estadísticos.	La presencia de franja colocadas aleatoriamente y líneas discontinuas principalmente en la dirección con mayor atenuación.
Mal funcionamiento de los detectores	Son ocasionados por alteraciones a la hora de la calibración y balance de los detectores.	Lo podemos detectar con múltiples anillos concéntricos.
Temperatura	Pueden ocasionar errores en el algoritmo de reconstrucción.	Se presentan problemas en el haz de rayos con la penetración.

Nota. Los artefactos en tomografía computada incluyen implementos de alta intensidad, que causan halos por objetos metálicos; ruido, manifestado como franjas y líneas discontinuas; mal funcionamiento de detectores, identificado por anillos concéntricos; y problemas de temperatura, que afectan la penetración del haz de rayos y la precisión de la reconstrucción de imágenes.

Tabla 3*Contextualización Histórica y Técnica*

Contextualización Histórica y Técnica
<p><i>Tomografía computarizada (TC):</i></p> <p>1970s: La TC se desarrolló en la década de 1970, revolucionando el diagnóstico por imágenes con la capacidad de producir cortes axiales del cuerpo.</p> <p>Evolución: Las primeras generaciones de escáneres TC tenían resoluciones limitadas y eran propensas a diversos artefactos debido a tecnologías incipientes y la limitación en los detectores y computadoras de la época.</p> <p><i>Resonancia magnética (RM):</i></p> <p>1980s: La RM se introdujo en la práctica clínica en los años 80, ofreciendo una nueva dimensión en el diagnóstico por imágenes gracias a su capacidad para diferenciar tejidos blandos con gran detalle.</p> <p>Avances: Con el tiempo, las mejoras en los imanes, bobinas y software han reducido algunos tipos de artefactos, aunque nuevos desafíos han surgido con la complejidad de las técnicas de RM.</p>

Nota. La tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética, revolucionó el diagnóstico por imágenes, aunque inicialmente presentaba limitaciones en resolución y artefactos. La resonancia magnética (RM), introducida en los 80, mejoró la diferenciación de tejidos blandos, y aunque los avances tecnológicos han reducido algunos artefactos, han surgido nuevos desafíos técnicos.

Fase II. Identificación de Diferentes Tipos de Artefactos y Artificios en la Literatura

Revisión Sistemática de la Literatura

En el ámbito de la radiología diagnóstica, la calidad de las imágenes es fundamental para una interpretación precisa y una correcta toma de decisiones clínicas, sin embargo, durante la adquisición de imágenes médicas, pueden surgir artefactos que distorsionan la representación de las estructuras anatómicas, dificultando la interpretación clínica y afectando la fiabilidad del diagnóstico, comprender la naturaleza, el origen y el impacto de estos artefactos es crucial para los profesionales de la salud que trabajan con imágenes radiológicas.

Fuentes

Tabla 4

Fuentes sobre Artefactos y Artificios

Titulo	Autores	Origen
Mr. artefactos de resonancia magnética que simulan enfermedades: cómo reconocerlos y eliminarlos	Arena, L., Morehouse, H., & Safir, J.	Google Académico
Artefactos y artificios frecuentes en tomografía computada y resonancia magnética.	Castro, J., & Ortiz, A	Google Académico

Nota. Artículos referentes a artefactos y artificios.

Productos Esperados**Tabla 5***Tipos de Artefactos y Artificios Frecuentes en Imágenes de TC Y RM*

Tipo de Artefacto	Origen	Características Visuales	Impacto en la Interpretación Clínica
Artefactos de atenuación en TC	Provocados por variaciones en la atenuación de los rayos X	Se manifiestan como áreas de alta o baja densidad	Dificultan la visualización de estructuras anatómicas al generar zonas con diferente intensidad de señal, lo que puede dificultar la interpretación adecuada de la imagen.
Artefactos de metal en TC	Causados por la presencia de objetos metálicos	Se observan áreas de atenuación intensa y sombras de dispersión	Ocultan estructuras anatómicas importantes y distorsionan la anatomía circundante, lo que puede llevar a errores diagnósticos y afectar la planificación del tratamiento.
Artefactos de movimiento en RM	Resultan del movimiento del paciente durante la adquisición de imágenes por resonancia magnética	Se presentan como bandas, distorsiones o pérdida de detalle	Dificultan la identificación de estructuras anatómicas y pueden llevar a diagnósticos incorrectos debido a la distorsión de la anatomía y la pérdida de detalles.
Artefactos de susceptibilidad en RM	Provocados por diferencias en la susceptibilidad magnética de los tejidos	Se manifiestan como distorsiones geométricas, áreas oscuras o brillantes	Confunden la interpretación de las estructuras anatómicas y dificultan la detección de patologías al distorsionar la señal de manera impredecible en la imagen.
Artefactos de aliasing en RM	Resultan de la limitación en la frecuencia de muestreo durante la adquisición de imágenes por resonancia magnética	Generan patrones de repetición o distorsiones	Dificultan la visualización de detalles finos y pueden causar errores en la medición de estructuras anatómicas debido a la distorsión de la señal.
Artefactos de gibbs en RM	Producidos por la truncación de la señal durante la adquisición de imágenes por resonancia magnética	Se observan bordes brillantes alrededor de las estructuras anatómicas	Confunden la delimitación de las estructuras y afectan la precisión de la imagen al generar artefactos que pueden interpretarse erróneamente como características anatómicas reales.

Tipo de Artefacto	Origen	Características Visuales	Impacto en la Interpretación Clínica
Artefactos por movimiento en TC	Movimientos del paciente durante la adquisición de imágenes	Distorsión de la anatomía normal, aparición de imágenes fantasma, bandas blancas y negras, pérdida de resolución, apertura de contornos.	Dificultan la interpretación precisa de las imágenes y pueden llevar a diagnósticos erróneos.
Artefactos por desbordamiento en TC	Exceso de densidad en el límite de la imagen	Zonas hiperdensas en el borde de la imagen.	Pueden ocultar detalles importantes y dificultar el diagnóstico correcto.
Artefactos por haz cónico en TC	Mayor colimación del haz de rayos X debido a un mayor número de cortes por rotación	Artefactos similares a los de volumen parcial, distorsiones en la anatomía.	Dificultan la interpretación de las imágenes y pueden conducir a diagnósticos erróneos.
Artefactos escalonados en TC	Aparecen en imágenes reformateadas en 3D, con líneas superpuestas en los bordes de las estructuras estudiadas	Líneas superpuestas en los bordes de las estructuras, similares a los peldaños de una escalera.	Dificultan la visualización clara de las estructuras y pueden confundirse con patologías.
Artefactos de pulsación en RM	Debido a pulsaciones del líquido cefalorraquídeo (LCR) o flujo sanguíneo vascular	Reiteración de imágenes difuminadas, pulsaciones intravasculares, hiperintensidades en ventrículos laterales, imágenes cíclicamente repetidas.	Pueden simular lesiones patológicas o distorsionar la anatomía, dificultando el diagnóstico.
Artefactos de desplazamiento químico	Cambios en la señal producidos por diferentes frecuencias de precesión de los protones de los tejidos adyacentes	Bandas hiper-hipointensas en interfaces agua-grasa, simulación de patologías, aparente desgarro de tejidos blandos.	Pueden confundir la interpretación de las imágenes y simular patologías, afectando el diagnóstico.
Artefactos de susceptibilidad en RM	Debido a diferencias en la susceptibilidad magnética de los tejidos adyacentes	Distorsiones locales del campo magnético, áreas de vacío de señal, artefactos hipo-hiperintensos.	Pueden confundir la interpretación de las imágenes, simular patologías o limitar la visualización de tejidos cercanos a objetos metálicos.

Tipo de Artefacto	Origen	Características Visuales	Impacto en la Interpretación Clínica
Artefactos en la codificación de fase	Asociados a estructuras anatómicas con fibras paralelas que describen un ángulo de 55° respecto al eje B0	Hiperintensidades que simulan lesiones en tejidos blandos.	Pueden simular patologías y dificultar la interpretación correcta de las imágenes.

Nota. Elaboración propia en base a la bibliográfica consultada.

La tabla presenta una recopilación de diversos tipos de artefactos que pueden afectar las imágenes de tomografía computarizada (TC) y resonancia magnética (RM), cada tipo de artefacto se caracteriza por su origen, sus características visuales y su impacto en la interpretación clínica.

Por ejemplo, los artefactos de atenuación en TC son causados por variaciones en la atenuación de los rayos X, manifestándose como áreas de alta o baja densidad, estos artefactos dificultan la visualización de estructuras anatómicas al generar zonas con diferente intensidad de señal, lo que puede complicar la interpretación adecuada de la imagen.

Por otro lado, los artefactos de metal en TC se producen por la presencia de objetos metálicos, generando áreas de atenuación intensa y sombras de dispersión, estos artefactos pueden ocultar estructuras anatómicas importantes y distorsionar la anatomía circundante, lo que puede llevar a errores diagnósticos y afectar la planificación del tratamiento.

En el caso de la resonancia magnética, los artefactos de movimiento resultan del movimiento del paciente durante la adquisición de imágenes, manifestándose como bandas, distorsiones o pérdida de detalle, estos artefactos dificultan la identificación de estructuras anatómicas y pueden llevar a diagnósticos incorrectos debido a la distorsión de la anatomía y la pérdida de detalles.

Evaluar la eficacia y limitaciones de las diferentes estrategias y técnicas propuestas para reducir artefactos en imágenes de TC y RM, considerando estudios de validación, resultados clínicos y recomendaciones de expertos en el campo.

Fase III. Evaluación de la Eficacia y Limitaciones de Estrategias para Reducir Artefactos en Imágenes de TC y RM

Revisión de Literatura Científica y Técnica

Las imágenes médicas de tomografía computarizada (TC) y resonancia magnética (RM) son herramientas fundamentales en el diagnóstico clínico, sin embargo, la presencia de artefactos puede comprometer la calidad de estas imágenes, dificultando la interpretación adecuada y afectando la precisión diagnóstica, en este capítulo, evaluaremos la eficacia y las limitaciones de diversas estrategias y técnicas propuestas para reducir artefactos en imágenes de TC y RM. Esta evaluación se basará en estudios de validación, resultados clínicos y recomendaciones de expertos en el campo.

La optimización de parámetros de adquisición en tomografía computarizada (TC), como la dosis de radiación y el tiempo de exposición, ha demostrado ser una estrategia efectiva para minimizar la aparición de artefactos de atenuación y movimiento en las imágenes, estudios han corroborado que la selección adecuada de estos parámetros puede no solo mejorar la calidad de la imagen, sino también reducir la incidencia de artefactos.

En el caso de artefactos metálicos en TC, el desarrollo de algoritmos específicos de corrección ha arrojado resultados prometedores, estos algoritmos están diseñados para eliminar o reducir la distorsión causada por la presencia de objetos metálicos, lo que conlleva una mejora significativa en la visualización de las estructuras anatómicas cercanas.

Asimismo, la aplicación de técnicas de reconstrucción avanzada, como la corrección iterativa y la reconstrucción adaptativa, ha mostrado ser eficaz en la reducción de artefactos de haz cónico y desbordamiento en imágenes de TC, estas técnicas permiten una mejor compensación de las imperfecciones en la adquisición de datos, lo que se traduce en una mejora notable en la calidad de la imagen final.

En cuanto a las estrategias para reducir artefactos en imágenes de resonancia magnética (RM), la utilización de secuencias de imagen avanzadas ha demostrado ser altamente beneficiosa, estas secuencias, como la supresión de artefactos de susceptibilidad y la reducción de artefactos de movimiento, están diseñadas específicamente para minimizar la influencia de factores que causan artefactos, como las diferencias en la susceptibilidad magnética y el movimiento del paciente.

Además, el uso de técnicas de postprocesamiento, como la corrección de movimiento y la reconstrucción de imágenes con eliminación de artefactos, ha sido efectivo para mejorar la calidad de las imágenes de RM al reducir la distorsión causada por el movimiento del paciente durante la adquisición.

El desarrollo de secuencias de imagen específicas para la reducción de artefactos, como las secuencias de supresión de pulsación y las secuencias de codificación de fase optimizadas, también ha contribuido significativamente a mejorar la calidad de las imágenes de RM al minimizar la influencia de artefactos específicos en la adquisición de datos, estas estrategias han demostrado ser fundamentales para optimizar la calidad de las imágenes de RM y garantizar una interpretación precisa en el ámbito clínico.

A pesar de los avances en el desarrollo de estrategias para reducir artefactos en imágenes de TC y RM, existen algunas limitaciones que deben ser consideradas, estas incluyen la

necesidad de validación clínica adicional para confirmar la eficacia de las técnicas propuestas, así como la posible introducción de artefactos secundarios durante la corrección de artefactos, además, la implementación de estas estrategias puede requerir recursos adicionales y capacitación especializada, lo que puede limitar su accesibilidad en entornos clínicos.

La reducción de artefactos en imágenes de TC y RM es crucial para garantizar una interpretación precisa y una toma de decisiones clínicas adecuada, si bien existen diversas estrategias y técnicas para abordar estos artefactos, es importante considerar sus limitaciones y la necesidad de validación clínica antes de su implementación generalizada, el desarrollo continuo de enfoques innovadores y la colaboración entre radiólogos, ingenieros y fabricantes de equipos médicos son fundamentales para mejorar la calidad de las imágenes radiológicas y optimizar el diagnóstico clínico.

Fuentes**Tabla 6***Técnicas de Corrección*

Tipo de documento	Título	Autores
Revista argentina de radiología	Artefactos y artificios frecuentes en tomografía computada y resonancia magnética	P. Sartori, M. Rozowykniat, L. Siviero, G. Barba, A. Peña, N. Mayol, D. Acosta, J. Castro, A. Ortiz
Rev. Panamá salud publica	La calidad de los servicios de radiología en cinco países latinoamericanos	Ileana Fleitas, Carlos C. Caspani, Cari Borrás, Maria-Cristina Plazas, Alberto A. Miranda, Maria-Ester Brandan y Roxana de la Mora
Revista de investigación ciencias de la salud	Exposición pediátrica a la radiación en exámenes radiológicos.	Rocha dos Santos, J., Fortaleza de Melo, J. I. Santos Oliveira, T. dos, & Marques da Silva, M. A.
Revista radiographics	Artefactos de resonancia magnética que simulan enfermedades: cómo reconocerlos y eliminarlos.	Filip Jacek Gwiazdowski, Jorge Giménez León, Antonia Mora Jurado Hospital Infanta Elena, Huelva
Revista chilena de radiología	Control de calidad en imagen por resonancia magnética: Evaluación de parámetros de calidad en protocolos de neuroimagen	Msc. Gonzalo Araya R, Phd. Carlos Falcon F.
Repositorio institucional de la universidad distrital francisco José de caldas	Tomografía computarizada: proceso de adquisición, tecnología y estado actual	Espitia Mendoza, Óscar Javier Mejía Melgarejo, Yuri Hercilia Argüello Fuentes, Henry
Revista argentina de radiología	Resonancia magnética de alta definición para la evaluación de trastornos laberínticos.	Esteves da Cunha, M. A., Perez-Akly, M., Miquelini, A., Granson, A., Olivera-Plata, F., & Besada, C.
Revista ingeniería biomédica	Reducción del ruido en imágenes de tomografía computarizada usando un filtro bilateral anisotrópico	Ramírez Giraldo, J. C., Fletcher, J. J., & McCollough, C. H. (2010).
Revista colombiana de cardiología	Radiación ionizante: revisión de tema y recomendaciones para la práctica	Aníbal E. Badel, Juan S. Rico-Mesa, María C. Gaviria, Daniela Arango-Isaza, César A. Hernández Chica.

Nota. La tabla resume artículos y documentos relevantes sobre radiología, específicamente en tomografía computada (TC) y resonancia magnética (RM), destacando estudios sobre artefactos y su mitigación.

Conclusiones

El estudio detallado de la mala calidad de las imágenes de TC y RM ocasionada por artefactos y artificios ha revelado una serie de desafíos y posibilidades en el campo de la radiología diagnóstica. Los artefactos en las imágenes médicas representan un problema significativo, ya que pueden distorsionar la información anatómica y patológica crucial para el diagnóstico preciso y el tratamiento efectivo de los pacientes.

En cuanto a los artefactos, hemos explorado una amplia variedad, desde los más comunes hasta los más raros, que pueden surgir durante la obtención y análisis de imágenes de TC y RM. Una serie de variables pueden ser la causa de estos artefactos, como el movimiento del paciente, errores técnicos en el equipo de imagen, interferencias electromagnéticas, presencia de materiales extrínsecos en el cuerpo del paciente, entre otros.

Es fundamental comprender que las presencias de artefactos pueden generar un efecto negativo en la calidad de las imágenes, lo que a su vez puede conducir a diagnósticos erróneos o incompletos. Por lo tanto, es fundamental que los profesionales en esta área como los radiólogos y técnicos en radiología, estén bien capacitados para identificar, mitigar y corregir estos artefactos de manera efectiva.

Cabe mencionar, que el ruido en las imágenes radiológicas es un artefacto común que puede degradar significativamente la calidad de las imágenes. Se refiere a la variabilidad aleatoria de intensidades de píxeles que no representan la información real del tejido.

Constantemente el movimiento, tanto del paciente como del equipo, es otro factor crítico que puede generar artefactos en las imágenes de TC y RM. El movimiento del paciente durante la toma del estudio de imágenes puede provocar distorsiones y pérdida de resolución, especialmente en áreas como la cabeza y el abdomen. Por otro lado, el movimiento del equipo,

como vibraciones o desalineaciones, también puede introducir artefactos no deseados en las imágenes.

Conjuntamente del ruido y el movimiento, otros factores que afectan la calidad de las imágenes son los artefactos metálicos debido a prótesis o implantes, artefactos de susceptibilidad en RM causados por cambios en los campos magnéticos locales, artefactos de contraste debido a la presencia de medios de contraste o materiales biológicos específicos, y artefactos de reconstrucción que pueden surgir durante el procesamiento de imágenes.

Analizando, se llegan a diversas estrategias y técnicas para minimizar la aparición de artefactos, como el uso de secuencias de imagen específicas, la optimización de parámetros de adquisición, la corrección pos procesamiento y el uso de herramientas avanzadas de reconstrucción de imágenes. Además, hemos discutido la importancia de la calidad del control de calidad en la práctica radiológica, destacando la necesidad de protocolos estandarizados y evaluaciones periódicas del equipo de imagen.

A medida que se evoluciona en la era de la medicina digital, donde la precisión y la eficiencia son esenciales, es crucial abordar estos desafíos vinculados con la calidad de las imágenes radiológicas.

Referencias

- Allende, F., Araya, K., Madariaga, E., Bitar, P., & Paolinelli, P. (2017). Calidad de imagen y reducción de dosis en angiotomografía computarizada de arterias coronarias usando protocolo de baja energía. *Revista Chilena de Radiología*, 23(3), 130-139.
- Almeida Coelho de Melo, J., Lima Gelbcke, F., Huhn, A., & de Oliveira Vargas, M. A. (2015). The work process in radiological nursing: invisibility of ionizing radiation. *Texto & Contexto Enfermagem*, 24(3), 801-808.
- Aníbal E. Badel, Juan S. Rico-Mesa, María C. Gaviria, Daniela Arango-Isaza, César A. Hernández Chica (2017). Radiación ionizante: revisión de tema y recomendaciones para la práctica. *Revista Colombiana de Cardiología*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0120563318300275>
- Araya, R. G., & Falcon, F. C. (2015). Control de calidad en imagen por resonancia magnética: Evaluación de parámetros de calidad en protocolos de neuroimagen. *Revista chilena de radiología*, 21(1), 10-17. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082015000100004>
- Arena, L., Morehouse, H., & Safir, J. (1995). MR Artefactos de resonancia magnética que simulan enfermedades: cómo reconocerlos y eliminarlos, 15, 1373-1394.
<http://dx.doi.org/10.1148/radiographics.15.6.8577963>
- Barrientos, S. S.; Velosa, P. J. & Rodríguez, C. A. (2018). Una aproximación epidemiológica sobre patologías orales desde la perspectiva de la radiología. *International Journal of Odontostomatology*, 12(1), 43-50.
- Busch, Uwe. (2016). Wilhelm Conrad Roentgen. El descubrimiento de los rayos X y la creación de una nueva profesión médica. *Revista Argentina de Radiología*. 80.
10.1016/j.rard.2016.08.003.

- Cascón, A. (2009). Riesgos asociados con las radiaciones ionizantes. *Revista Argentina de Cardiología*, 77(2), 123-128.
- Cornejo, J. N., & Puceiro, A. J. L. (2020). Las radiaciones ionizantes en los Anales de la Sociedad Científica Argentina (1895-1910). *Epistemología e Historia de la Ciencia*, 5(1), 26–40. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/afjor/article/view/29659>
- Espitia Mendoza, Ó. J., Mejía Melgarejo, Y. H., & Arguello Fuentes, H. (2016). Tomografía computarizada: proceso de adquisición, tecnología y estado actual. *Revista Tecnura*, 20(47), 119-135. doi: 10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.1.a10
- Esteves da Cunha, M. A., Perez-Akly, M., Miquelini, A., Granson, A., Olivera-Plata, F., & Besada, C. (2022). Resonancia magnética de alta definición para la evaluación de trastornos laberínticos. *Revista Argentina de Radiología*, 86(2), 93-101. <https://doi.org/10.24875/RAR.M22000025>
- Gallardo Madueño, G. (2012). Protección radiológica en niños. *Pediatría Atención Primaria*, XIV (56), 289-291.
- González, Abel Julio. (2018). Protección contra la exposición a bajas dosis de radiación ionizante: Un paradigma en evolución. *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay*, 23(2), 175-198. <https://doi.org/10.32480/rscp.2018-23-2.175-198>
- Hashemi RH, Bradley WG (2003) *Conceptos básicos de resonancia magnética*. Lippincott Williams y Wilkins, Baltimore. https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=J8FcbOv2ur0C&oi=fnd&pg=PR4&ots=q8o5OA1hAP&sig=S58DuxlzI2G1bv6nkn-nTev_U_Y&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- MedinaAraujo, S. M., & ReyesTorres, P. J. (2002). Radiaciones ionizantes y efectos sobre la

materia. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, (12), 31-39.

Morgan, W. F., & Bair, W. J. (2013). Issues in low dose radiation biology: The controversy continues. A perspective. *Radiation Research*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23560636/>

Ocando Ziritt, Mildred. (2007). Avances en el diagnóstico por imágenes desde una perspectiva bioética. *Revista de la Facultad de Medicina*, 30(1), 6-11.

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04692007000100002&lng=es&tlng=es

Orellana P., Patricia. (2003). Errores Neurorradiológicos Frecuentes En Tc Y Rm. *Revista chilena de radiología*, 9(2), 93-103. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082003000200009>

Paganini, L. (2019). PET: Correlación con TC y RM. *Revista argentina de radiología*, 83(4), 184.

Ramírez Giraldo, J. C., Fletcher, J. J., & McCollough, C. H. (2010). Reducción del ruido en imágenes de tomografía computarizada usando un filtro bilateral anisotrópico.

Revista argentina de radiología. (2014). Dosimetría en radiología, 78(2), 114-117.

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-99922014000200009&lng=es&tlng=es.

Rocha dos Santos, J., Fortaleza de Melo, J. I., Santos Oliveira, T. dos, & Marques da Silva, M.

A. (2022). Exposición pediátrica a la radiación en exámenes radiológicos. *Epicentro - Revista de Investigación Ciencias de la Salud*, 2(3), 56-62.

<https://doi.org/10.59085/2789-7818.2022.17>

Sadiq Aliyu, A., Termizi Ramli, A., & Aziz Saleh, M. (2015). Assessment of potential human health and environmental impacts of a nuclear power plant (NPP) based on atmospheric dispersion modeling. *Atmósfera*, 28(1), 13-26.

Sartori, P., Rozowykniat, M., Siviero, L., Barba, G., Peña, A., Mayol, N., Acosta, D., Castro, J., & Ortiz, A. (2015). Artefactos y artificios frecuentes en tomografía computada y resonancia magnética. *Revista Argentina de Radiología*, 79(4), 192-204.