

**Prototipos de software para la detección y corrección automática de artefactos en imágenes
de radiografía digital, comparando su desempeño con métodos manuales**

Ingrid Viviana Castrillón Ochoa

Lee Katherin Silva Zapata

María José Velásquez González

Sedna Estefanía González Escobar

Valentina Álvarez Brand

Asesor

Alberto Guzmán Avilés

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias de Salud – ECISA

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnosticas

2026

Resumen

La angiografía por tomografía computarizada (TC) es fundamental para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades cardiovasculares. Sin embargo, los artefactos de movimiento afectan la calidad de la imagen y la precisión diagnóstica, lo que puede derivar en errores en el manejo clínico como el tratamiento y seguimiento de los pacientes. La corrección automática mediante algoritmos avanzados permite detectar y subsanar estos artefactos para obtener resultados de alta calidad. Sin embargo, estos sistemas automatizados pueden presentar fallos técnicos o sistemáticos que también requieren estudio y uso de otras tecnologías para mejorar el sistema de detección y corrección de estos artefactos por imagen. En este trabajo se evaluará la influencia de esta técnica en la precisión diagnóstica y su potencial para mejorar la atención médica de los pacientes cardiovasculares, lo que puede llevar a una mejor atención médica y un mejor pronóstico para los pacientes.

Palabras Clave: Angiografía por TC, artefactos de movimiento, corrección automática, precisión diagnóstica, calidad de la imagen, enfermedades cardiovasculares.

Abstract

Computed tomography angiography (CT) is fundamental for the diagnosis and treatment of cardiovascular diseases. However, motion artifacts affect image quality and diagnostic accuracy, which can lead to errors in clinical management, such as patient treatment and follow-up. Automatic correction using advanced algorithms allows for the detection and correction of these artifacts to obtain high-quality results. However, these automated systems can experience technical or systematic failures that also require the study and use of other technologies to improve the system for detecting and correcting these image artifacts. This study will evaluate the influence of this technique on diagnostic accuracy and its potential to improve the medical care of cardiovascular patients, which can lead to better medical care and better prognosis for patients.

Keywords: CT angiography, motion artifacts, automatic correction, diagnostic accuracy, image quality, cardiovascular diseases.

Tabla de Contenido

Introducción	9
Planteamiento del problema.....	11
Justificación	13
Objetivos.....	15
Objetivo General	15
Objetivos Específicos.....	15
Marco Teórico.....	16
Sistemas de Adquisición y Procesamiento Digital de Imágenes.....	16
<i>Radiografía Computarizada (Computed Radiography, CR)</i>	16
<i>Radiografía Digital Directa (Digital Radiography, DR)</i>	17
<i>Procesamiento Digital de Imágenes Médicas</i>	18
Fundamentos de la Angiografía por Tomografía Computarizada (Angio-TC).....	19
<i>Uso del Medio de Contraste</i>	20
Resolución Temporal en Angio-TC.....	20
Técnicas de Adquisición de Imágenes en Angio-TC	21
<i>Adquisición Helicoidal</i>	21
<i>Adquisición Secuencial</i>	21
Artefactos en Angiografía por Tomografía Computarizada.....	21
<i>Artefactos Relacionados con el Paciente</i>	21
<i>Artefactos por Materiales de Alta Densidad</i>	22
<i>Artefactos Relacionados con el Hardware</i>	22
<i>Artefactos Relacionados con el Software</i>	22

<i>Artefactos Corregibles Mediante Software</i>	22
<i>Artefactos Difícilmente Corregibles</i>	22
Impacto de los Artefactos en la Calidad de la Imagen	22
Consecuencias Diagnósticas	22
<i>Falsos Positivos</i>	22
<i>Falsos Negativos</i>	23
<i>Segmentos no Evaluables</i>	23
<i>Repetición de Estudios</i>	23
Métodos de Corrección de Artefactos de Movimiento	23
<i>Algoritmos de Reconstrucción Iterativa</i>	23
Sincronización Cardíaca (ECG-Gating).....	24
<i>Sincronización Prospectiva</i>	24
<i>Sincronización Retrospectiva</i>	24
Compensación de Movimiento Basada en Software.....	24
<i>Beneficios Clínicos</i>	24
Inteligencia Artificial y Aprendizaje Profundo en Angio-TC	24
Machine Learning	25
Deep Learning.....	25
Redes Neuronales Convolucionales (CNN).....	26
Redes Generativas Adversarias (GAN).....	26
Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en Angio-TC.....	27
Limitaciones y Desafíos.....	28
Procesamiento Digital	28

Factores Humanos en la Detección Manual de Artefactos.....	28
<i>Fatiga Visual y Carga Cognitiva</i>	28
<i>Subjetividad Diagnóstica</i>	29
Estado del Arte: Corrección Automática vs. Manual	29
Marco Metodológico.....	31
Tipo de Investigación	31
Diseño de la Investigación	31
Estrategia de Búsqueda Bibliográfica	32
<i>Criterios de Inclusión</i>	32
<i>Criterios de Exclusión</i>	33
Proceso de Selección de la Información	33
<i>Identificación</i>	33
<i>Cribado</i>	33
<i>Elegibilidad</i>	33
<i>Inclusión</i>	34
Técnica de Análisis de la Información	34
Consideraciones Éticas.....	34
Análisis Comparativo.....	35
Resultados.....	38
Hallazgo Clave y Confrontación con la Realidad	38
Eficacia de los Protocolos Actuales	39
Impacto en el Diagnóstico.....	39
Brecha Tecnológica.....	40

Problemas que Frenan la Investigación.....	40
Fundamentación de la Necesidad de Investigación	41
Hallazgo Transversal: Carencia del Método Manual	41
Caracterización de los Estudios Incluidos	42
Análisis de Literatura Científica	43
Tecnologías Identificadas	45
Impacto en la Calidad de Imagen.....	46
Impacto en la Precisión Diagnóstica	47
Limitaciones Encontradas	48
Análisis por Tipo de Patología	48
Impacto Clínico y Económico.....	50
Líneas Futuras de Investigación.....	52
Conclusiones.....	55
Referencias Bibliográficas	57

Lista de tablas

Tabla 1 <i>Comparación Internacional de la Implementación de Inteligencia Artificial para la Reducción de los Artefactos en Imágenes Diagnósticas</i>	35
Tabla 2 <i>Análisis de la Literatura Científica Sobre Corrección Automática de Artefactos de Movimiento en Angio-TC Cardiovascular</i>	43

Introducción

La angiografía por tomografía computarizada (angio-TC) cardiovascular se ha consolidado como una de las herramientas diagnósticas más importantes para la evaluación no invasiva de las enfermedades cardiovasculares. Su capacidad para generar imágenes tridimensionales de alta resolución permite visualizar con precisión las arterias coronarias y otras estructuras vasculares, facilitando la detección de patologías como estenosis, aneurismas y trombosis, así como la planificación terapéutica y el seguimiento clínico de los pacientes (Flohr et al., 2006; Kalender, 2011).

A pesar de sus ventajas diagnósticas, la calidad de las imágenes obtenidas mediante angio-TC puede verse afectada por la presencia de artefactos de movimiento, originados principalmente por los latidos cardíacos y los movimientos respiratorios durante la adquisición de las imágenes. Estos artefactos generan distorsiones anatómicas, pérdida de resolución espacial y disminución de la nitidez, dificultando la correcta visualización de las estructuras cardiovasculares y comprometiendo la precisión diagnóstica (Barrett & Keat, 2004).

La presencia de imágenes de calidad insuficiente puede conducir a errores diagnósticos, retrasos en la toma de decisiones clínicas e incluso a la repetición de estudios, lo que incrementa la exposición del paciente a radiación ionizante y aumenta los costos operativos de los servicios de radiología (Bushberg et al., 2012). Por esta razón, la reducción de los artefactos de movimiento se ha convertido en un aspecto prioritario dentro de los procesos de optimización de la calidad de imagen en radiología cardiovascular.

En respuesta a esta problemática, durante los últimos años se han desarrollado algoritmos avanzados de reconstrucción de imagen y herramientas basadas en inteligencia artificial capaces de detectar y corregir automáticamente los artefactos de movimiento. Estas tecnologías han

demostrado potencial para mejorar la calidad visual de las imágenes, aumentar la precisión diagnóstica y optimizar los procesos de trabajo en los servicios de imágenes médicas (Andreini et al., 2018; Ren et al., 2022; Koetzier et al., 2023).

En este contexto, resulta relevante estudiar el impacto de los sistemas automatizados de corrección de movimiento en la angiografía por tomografía computarizada cardiovascular, con el propósito de determinar su contribución a la calidad diagnóstica y a la eficiencia clínica.

Planteamiento del problema

La angiografía por tomografía computarizada cardiovascular constituye actualmente una de las principales técnicas de imagen para la evaluación de enfermedades cardiovasculares debido a su elevada sensibilidad diagnóstica y carácter no invasivo (Kalender, 2011). Sin embargo, su desempeño depende en gran medida de la calidad de las imágenes adquiridas.

Uno de los principales factores que limitan dicha calidad es la aparición de artefactos de movimiento ocasionados por la actividad cardíaca y respiratoria del paciente. Estos artefactos pueden producir distorsiones en la representación anatómica de las estructuras vasculares, dificultar la identificación de lesiones coronarias y reducir la confiabilidad de los hallazgos diagnósticos (Barrett & Keat, 2004). Como consecuencia, pueden generarse diagnósticos incorrectos o indeterminados que afecten la toma de decisiones clínicas.

Tradicionalmente, la reducción de estos artefactos ha dependido de estrategias como la sincronización electrocardiográfica, el control de la frecuencia cardíaca y la evaluación realizada por especialistas en radiología. No obstante, estas medidas presentan limitaciones relacionadas con las características individuales de cada paciente, la complejidad técnica del procedimiento y la variabilidad inherente al análisis humano (Flohr et al., 2006).

Ante esta situación, los avances en inteligencia artificial y procesamiento digital de imágenes han favorecido el desarrollo de algoritmos de corrección automática de movimiento que buscan mejorar la calidad de imagen de manera objetiva y reproducible. Aunque diversos estudios han reportado resultados prometedores en términos de calidad visual y reducción de artefactos (Andreini et al., 2018; Ren et al., 2022), aún existe la necesidad de consolidar evidencia sobre su influencia directa en la precisión diagnóstica de la angiografía por tomografía computarizada cardiovascular.

Por lo anterior, surge la necesidad de analizar el impacto de las técnicas automatizadas de corrección de movimiento sobre la calidad de imagen y la precisión diagnóstica, con el fin de determinar su utilidad clínica y su potencial aplicación en la práctica radiológica contemporánea.

Pregunta de investigación

¿Cómo influye la corrección automática de artefactos de movimiento en la precisión diagnóstica de la angiografía por tomografía computarizada cardiovascular?

Justificación

La presente investigación adquiere relevancia debido a que la calidad de imagen constituye uno de los factores determinantes para garantizar diagnósticos precisos y oportunos en la angiografía por tomografía computarizada cardiovascular. La presencia de artefactos de movimiento puede comprometer la visualización adecuada de las estructuras anatómicas, afectar la confiabilidad de los resultados diagnósticos y aumentar la necesidad de realizar estudios complementarios o repetir exploraciones (Barrett & Keat, 2004).

Desde la perspectiva clínica, la implementación de sistemas automatizados de corrección de movimiento tiene el potencial de mejorar significativamente la calidad diagnóstica de las imágenes cardiovasculares. Esto podría facilitar la detección temprana de enfermedades cardiovasculares, optimizar la toma de decisiones terapéuticas y contribuir a una atención más segura y efectiva para los pacientes (Andreini et al., 2018).

Desde el ámbito tecnológico, los avances recientes en inteligencia artificial y algoritmos de reconstrucción de imágenes han permitido desarrollar herramientas capaces de identificar y corregir automáticamente alteraciones producidas durante la adquisición de las imágenes tomográficas. Estas tecnologías ofrecen procesos más objetivos, reproducibles y eficientes que los métodos convencionales, disminuyendo la dependencia de intervenciones manuales y reduciendo la variabilidad asociada al análisis humano (Ren et al., 2022; Koetzier et al., 2023).

Asimismo, desde una perspectiva científica, esta investigación contribuirá a ampliar el conocimiento existente sobre la efectividad de los algoritmos de corrección automática de movimiento en la angiografía por TC cardiovascular. Los resultados podrán servir como base para futuras investigaciones orientadas al perfeccionamiento de estas tecnologías y a su incorporación en protocolos clínicos de rutina.

Finalmente, desde el punto de vista económico e institucional, la mejora de la calidad de imagen puede contribuir a disminuir la necesidad de reescaneos, reducir el consumo de recursos y optimizar los tiempos de trabajo en los servicios de radiología. Esto se traduce en una mayor eficiencia operativa, una utilización más racional de los equipos diagnósticos y una reducción de los costos asociados a la atención médica (Bushberg et al., 2012).

Por tanto, esta investigación posee relevancia científica, clínica, tecnológica y económica, al aportar evidencia sobre el impacto de los sistemas automatizados de corrección de artefactos de movimiento en la precisión diagnóstica de la angiografía por tomografía computarizada cardiovascular y en la calidad de la atención sanitaria.

Objetivos

Objetivo General

Analizar la evidencia científica disponible sobre la influencia de los métodos automáticos de corrección de artefactos de movimiento basados en inteligencia artificial en la calidad de imagen y la precisión diagnóstica de la angiografía por tomografía computarizada cardiovascular.

Objetivos Específicos

Identificar los principales artefactos de movimiento presentes en la angiografía por tomografía computarizada cardiovascular reportados en la literatura científica.

Describir las tecnologías utilizadas para la corrección de artefactos de movimiento, incluyendo reconstrucción iterativa, sincronización electrocardiográfica, compensación de movimiento e inteligencia artificial.

Analizar la evidencia científica relacionada con el impacto de los sistemas automáticos de corrección sobre la calidad de imagen y la precisión diagnóstica.

Comparar las ventajas y limitaciones de los métodos manuales y automáticos de corrección de artefactos reportados en la literatura científica.

Marco Teórico

Sistemas de Adquisición y Procesamiento Digital de Imágenes

Radiografía Computarizada (Computed Radiography, CR)

La radiografía computarizada (Computed Radiography, CR) fue una de las primeras tecnologías que permitió la transición de la radiografía convencional basada en película hacia los sistemas digitales. Esta modalidad utiliza placas de fósforo fotoestimulable (Photostimulable Phosphor Plates, PSP), las cuales almacenan la energía absorbida durante la exposición a los rayos X en forma de una imagen latente. Posteriormente, la placa es procesada mediante un lector láser que estimula la liberación de la energía almacenada en forma de luz visible. Dicha señal luminosa es convertida en información digital mediante sistemas fotodetectores y procesadores electrónicos, generando finalmente una imagen radiográfica digital (Bushberg et al., 2018; Carlton & Adler, 2013).

Una de las principales ventajas de la radiografía computarizada es su compatibilidad con equipos de rayos X convencionales, lo que facilitó su implementación en numerosos servicios de radiología sin necesidad de reemplazar completamente la infraestructura existente. Asimismo, ofrece un rango dinámico más amplio que la radiografía analógica tradicional, permitiendo una mejor visualización de estructuras anatómicas con diferentes niveles de atenuación (Seeram, 2019).

Sin embargo, los sistemas CR presentan ciertas limitaciones, entre ellas tiempos de procesamiento más prolongados, menor eficiencia en la detección cuántica y una resolución espacial generalmente inferior a la obtenida mediante radiografía digital directa. Estas características han favorecido una migración progresiva hacia tecnologías digitales más avanzadas, especialmente en centros de alta complejidad diagnóstica (Bushberg et al., 2018).

Radiografía Digital Directa (Digital Radiography, DR)

La radiografía digital directa (Digital Radiography, DR) representa una evolución tecnológica respecto a los sistemas CR, al eliminar la necesidad de placas de fósforo y lectores intermedios. En esta modalidad, los detectores digitales planos capturan directamente la radiación transmitida a través del paciente y la convierten en señales electrónicas que son procesadas de forma inmediata para generar la imagen digital (Bushberg et al., 2018).

Los detectores utilizados en DR pueden clasificarse en sistemas de conversión indirecta y directa. Los detectores de conversión indirecta emplean materiales centelladores, como el yoduro de cesio (CsI) o el oxisulfuro de gadolinio (Gd_2O_2S), que transforman inicialmente los rayos X en luz visible antes de convertirla en señales eléctricas mediante fotodiodos. Por su parte, los detectores de conversión directa utilizan materiales fotoconductores, principalmente selenio amorfo (a-Se), capaces de transformar directamente la energía de los rayos X en cargas eléctricas, reduciendo la dispersión de la señal y mejorando la resolución espacial (Carlton & Adler, 2013; Seeram, 2019).

Entre las principales ventajas de la radiografía digital directa se encuentran la obtención inmediata de imágenes, una mayor eficiencia cuántica de detección (DQE), una reducción potencial de la dosis de radiación al paciente y una mejor calidad de imagen en comparación con los sistemas CR. Además, la disponibilidad instantánea de las imágenes facilita la integración con sistemas PACS (Picture Archiving and Communication System) y optimiza los flujos de trabajo en los servicios de radiología (Bushberg et al., 2018).

Debido a estas características, la radiografía digital directa se ha convertido en el estándar tecnológico predominante en la mayoría de los departamentos de imágenes diagnósticas modernos, favoreciendo una mayor eficiencia operativa y una mejor precisión diagnóstica.

Procesamiento Digital de Imágenes Médicas

El procesamiento digital constituye una de las etapas fundamentales en la formación y optimización de las imágenes médicas modernas. Una vez adquirida la imagen digital, diferentes algoritmos computacionales permiten mejorar su calidad visual mediante la modificación controlada de parámetros como brillo, contraste, nitidez y reducción de ruido, con el objetivo de facilitar la interpretación diagnóstica por parte del profesional de la salud (González & Woods, 2018).

Entre las técnicas más utilizadas se encuentran los ajustes de ventana y nivel (windowing), la ecualización de histogramas, los filtros espaciales y frecuenciales, así como los algoritmos de reducción de ruido. Estas herramientas permiten resaltar estructuras anatómicas específicas y mejorar la visibilidad de lesiones que podrían pasar desapercibidas en imágenes sin procesar (Seeram, 2019).

En tomografía computarizada y otras modalidades avanzadas de imagen, el procesamiento digital ha evolucionado mediante la incorporación de algoritmos de reconstrucción iterativa. A diferencia de los métodos tradicionales de retroproyección filtrada, estas técnicas reconstruyen las imágenes mediante múltiples ciclos de estimación y corrección, logrando una reducción significativa del ruido y los artefactos sin comprometer la resolución diagnóstica. Esto permite incluso disminuir las dosis de radiación administradas al paciente (Bushberg et al., 2018).

Más recientemente, el desarrollo de la inteligencia artificial y del aprendizaje profundo (deep learning) ha impulsado la creación de sistemas capaces de identificar patrones complejos en las imágenes médicas, optimizar automáticamente parámetros de calidad y corregir artefactos de movimiento o ruido. Estas tecnologías han demostrado resultados prometedores en la mejora

de la calidad de imagen y en el aumento de la precisión diagnóstica, especialmente en modalidades como la tomografía computarizada cardiovascular, donde los movimientos cardíacos pueden afectar significativamente la adquisición de imágenes (Ren et al., 2022; Koetzier et al., 2023).

La incorporación de estas herramientas de procesamiento avanzado representa uno de los principales avances tecnológicos en radiología digital, al contribuir simultáneamente a mejorar la calidad diagnóstica, optimizar la eficiencia operativa y fortalecer la seguridad del paciente mediante la reducción de exposiciones innecesarias a radiación ionizante.

Fundamentos de la Angiografía por Tomografía Computarizada (Angio-TC)

La angiografía por tomografía computarizada (Angio-TC) se ha consolidado como una herramienta diagnóstica fundamental para la evaluación no invasiva de enfermedades vasculares y cardiovasculares. Esta técnica combina la adquisición de imágenes mediante rayos X con el uso de medios de contraste intravenosos para obtener reconstrucciones tridimensionales detalladas del sistema vascular (Kwak et al., 2019).

Su utilidad clínica radica en la elevada sensibilidad y especificidad para la detección de enfermedad arterial coronaria, permitiendo identificar estenosis, aneurismas y otras alteraciones vasculares con alta precisión diagnóstica (Schoenhagen et al., 2020).

El principio físico de la Angio-TC se basa en la atenuación diferencial de los rayos X al atravesar los tejidos corporales. Durante el examen, un tubo de rayos X gira alrededor del paciente mientras múltiples detectores registran la intensidad de la radiación transmitida. Posteriormente, algoritmos computacionales reconstruyen las señales obtenidas en imágenes axiales, multiplanares y tridimensionales de alta resolución (McCollough et al., 2015).

La calidad diagnóstica depende de factores como:

Uso del Medio de Contraste

La adecuada visualización vascular requiere la administración intravenosa de medios de contraste yodados. Debido a su elevado número atómico, el yodo incrementa la absorción de rayos X y mejora significativamente la opacificación de las estructuras vasculares (Leipsic et al., 2014).

Volumen administrado; Velocidad de inyección; Concentración de yodo; Estado hemodinámico del paciente; Sincronización de la adquisición mediante técnicas de Bolus Tracking. (McCollough et al., 2015).

Resolución Temporal en Angio-TC

La resolución temporal se define como la capacidad del sistema para adquirir información anatómica en intervalos de tiempo suficientemente cortos para minimizar los efectos del movimiento (Pontone et al., 2016).

En estudios cardiovasculares constituye uno de los parámetros más importantes debido al movimiento continuo del corazón. Una alta resolución temporal permite obtener imágenes diagnósticas con menor desenfoque y menor presencia de artefactos de movimiento (Andreini et al., 2016).

La resolución temporal depende principalmente de:

Velocidad de rotación del gantry; Número de detectores; Tecnología multicorte; Algoritmos de reconstrucción; Sincronización electrocardiográfica.

Los equipos de última generación pueden alcanzar resoluciones temporales inferiores a 70 ms, permitiendo evaluar pacientes con frecuencias cardíacas elevadas (Leipsic et al., 2014).

Técnicas de Adquisición de Imágenes en Angio-TC

Adquisición Helicoidal

La adquisición helicoidal o espiral se caracteriza por el movimiento continuo de la mesa mientras el tubo de rayos X rota alrededor del paciente, generando una trayectoria helicoidal de adquisición de datos (McCollough et al., 2015).

Ventajas: Menor tiempo de exploración; Mayor cobertura anatómica; Reconstrucciones tridimensionales de alta calidad; Menor sensibilidad a movimientos respiratorios.

Desventajas: Mayor complejidad de reconstrucción; Incremento potencial de dosis; Artefactos de interpolación.

Adquisición Secuencial

La adquisición secuencial o axial obtiene imágenes de forma intermitente, realizando una rotación completa antes de avanzar la mesa a una nueva posición (Leipsic et al., 2014).

Ventajas: Menor dosis de radiación; Menor redundancia de datos; Excelente desempeño en pacientes estables.

Desventajas: Mayor tiempo de adquisición; Sensibilidad a arritmias; Cobertura anatómica más limitada.

Artefactos en Angiografía por Tomografía Computarizada

Los artefactos constituyen una de las principales limitaciones de la Angio-TC, ya que pueden alterar la representación real de las estructuras anatómicas y comprometer la precisión diagnóstica (Pardo & Castro, 2023).

Artefactos Relacionados con el Paciente

Movimiento cardíaco; Movimiento respiratorio; Posicionamiento inadecuado; Presencia de objetos externos.

Artefactos por Materiales de Alta Densidad

Stents coronarios; Prótesis metálicas; Marcapasos; Clips quirúrgicos. Estos generan endurecimiento del haz y dispersión de radiación (McCollough et al., 2015).

Artefactos Relacionados con el Hardware

Detectores defectuosos; Descalibración; Problemas electrónicos; Errores de sincronización.

Artefactos Relacionados con el Software

Errores de reconstrucción; Segmentación incorrecta; Fallos algorítmicos.

Artefactos Corregibles Mediante Software

Artefactos de movimiento cardíaco; Artefactos respiratorios; Artefactos por reconstrucción; Artefactos por ruido; Artefactos por endurecimiento del haz (parcialmente)

Artefactos Difícilmente Corregibles

Artefactos metálicos severos; Fallas de detector; Saturación por contraste

Impacto de los Artefactos en la Calidad de la Imagen

Los artefactos afectan directamente la calidad técnica y diagnóstica de las imágenes al provocar:

Disminución de la resolución espacial; Pérdida de nitidez anatómica; Incremento del ruido; Reducción de la relación señal-ruido (SNR); Reducción de la relación contraste-ruido (CNR). (Pontone et al., 2016).

Consecuencias Diagnósticas

Falsos Positivos

Los artefactos pueden simular lesiones vasculares inexistentes, generando diagnósticos erróneos (Leipsic et al., 2014).

Falsos Negativos

Las distorsiones pueden ocultar patologías reales.

Segmentos no Evaluables

La baja calidad de imagen limita el análisis de segmentos coronarios completos.

Repetición de Estudios

Las imágenes no diagnósticas pueden requerir nuevas adquisiciones, aumentando:

Exposición a radiación; Uso de contraste; Costos hospitalarios; Tiempo de atención.

(Newby et al., 2015).

Métodos de Corrección de Artefactos de Movimiento

Algoritmos de Reconstrucción Iterativa

Los algoritmos de reconstrucción iterativa representan una evolución respecto a la retroproyección filtrada tradicional (Filtered Back Projection, FBP). Mediante procesos matemáticos repetitivos comparan una imagen inicial con los datos adquiridos para corregir progresivamente errores y mejorar la calidad diagnóstica (McCollough et al., 2015).

Ventajas: Reducción significativa del ruido; Mejora del SNR y CNR; Protocolos de baja dosis; Menor presencia de artefactos.

Limitaciones: Mayor demanda computacional; Incremento del tiempo de procesamiento; Dependencia tecnológica del equipo.

¿Cómo funciona?: Se genera una imagen inicial; El algoritmo compara la imagen con los datos reales adquiridos; Calcula el error; Corrige la imagen; Repite el proceso múltiples veces.

Tipos: ASIR; MBIR; SAFIRE; ADMIRE

Sincronización Cardíaca (ECG-Gating)

La sincronización electrocardiográfica coordina la adquisición de imágenes con momentos específicos del ciclo cardíaco, utilizando la onda R del electrocardiograma como referencia temporal (Leipsic et al., 2014).

Sincronización Prospectiva

Ventajas: Menor dosis de radiación y menor exposición del paciente.

Desventajas: Sensibilidad a arritmias y menor flexibilidad de reconstrucción.

Sincronización Retrospectiva

Ventajas: Mayor flexibilidad y evaluación funcional cardíaca.

Desventajas: Mayor dosis de radiación y mayor volumen de datos.

Compensación de Movimiento Basada en Software

Esta técnica utiliza algoritmos capaces de detectar desplazamientos anatómicos entre diferentes fases cardíacas y realizar correcciones matemáticas para alinear las estructuras durante la reconstrucción (Pontone et al., 2016).

Beneficios Clínicos

Reducción de artefactos; Mayor número de segmentos evaluables; Menor necesidad de repetir estudios; Disminución de dosis acumulada.

Inteligencia Artificial y Aprendizaje Profundo en Angio-TC

La inteligencia artificial (IA) se define como el conjunto de tecnologías computacionales capaces de simular procesos de aprendizaje, razonamiento y toma de decisiones similares a los realizados por los seres humanos. En el ámbito de la imagenología médica, la IA ha adquirido una importancia creciente debido a su capacidad para analizar grandes volúmenes de datos, identificar patrones complejos y optimizar procesos diagnósticos (Koetzier et al., 2023).

En angiografía por tomografía computarizada (Angio-TC), la inteligencia artificial se emplea principalmente para mejorar la calidad de las imágenes, reducir artefactos de movimiento, optimizar la reconstrucción de imágenes y aumentar la precisión diagnóstica. Estas herramientas permiten procesar automáticamente la información obtenida durante la adquisición, generando imágenes más nítidas y con menor ruido, incluso en pacientes con frecuencias cardíacas elevadas o movimientos involuntarios (Andreini et al., 2018).

Machine Learning

El Machine Learning o aprendizaje automático es una rama de la inteligencia artificial que permite a los sistemas aprender a partir de datos previos sin necesidad de ser programados explícitamente para cada situación. Los algoritmos analizan grandes conjuntos de imágenes médicas y aprenden a identificar patrones asociados con estructuras anatómicas normales o alteraciones patológicas.

En Angio-TC, el aprendizaje automático se utiliza para clasificar imágenes, detectar anomalías vasculares y mejorar la identificación de artefactos de movimiento. A medida que el sistema procesa más información, aumenta su capacidad para reconocer patrones y mejorar su rendimiento diagnóstico (Ren et al., 2022).

Deep Learning

El Deep Learning o aprendizaje profundo constituye una evolución del Machine Learning basada en redes neuronales artificiales con múltiples capas de procesamiento. Estas redes permiten extraer automáticamente características complejas de las imágenes médicas sin necesidad de intervención manual.

En la angiografía por tomografía computarizada, los algoritmos de Deep Learning pueden identificar estructuras anatómicas, corregir artefactos, reducir ruido y mejorar la resolución

espacial de las imágenes. Diversos estudios han demostrado que estos modelos pueden alcanzar niveles de precisión comparables a los de especialistas experimentados en determinadas tareas diagnósticas (Koetzier et al., 2023).

Redes Neuronales Convolucionales (CNN)

Las Redes Neuronales Convolucionales (Convolutional Neural Networks, CNN) son uno de los modelos más utilizados en el procesamiento de imágenes médicas. Estas redes están diseñadas para identificar automáticamente características visuales como bordes, formas, texturas y estructuras anatómicas.

En Angio-TC cardiovascular, las CNN permiten detectar arterias coronarias, identificar segmentos afectados por artefactos de movimiento y mejorar la calidad de la reconstrucción tomográfica. Su capacidad para reconocer patrones complejos ha favorecido el desarrollo de sistemas automáticos de apoyo al diagnóstico cardiovascular (Zhang et al., 2023).

Redes Generativas Adversarias (GAN)

Las Redes Generativas Adversarias (Generative Adversarial Networks, GAN) representan una de las tecnologías más innovadoras en inteligencia artificial aplicada a imágenes médicas. Este modelo está compuesto por dos redes neuronales que trabajan simultáneamente:

Generador: crea nuevas imágenes o corrige imágenes deterioradas.

Discriminador: evalúa la calidad de las imágenes generadas y determina si son reales o artificiales.

Ambas redes compiten continuamente durante el entrenamiento, permitiendo generar imágenes cada vez más realistas y de mayor calidad.

En el estudio desarrollado por Gao et al. (2019), se implementó una red GAN para generar imágenes de angiografía por sustracción digital con menor presencia de artefactos de

movimiento, obteniendo mejoras significativas en la calidad visual y en la interpretación diagnóstica.

Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en Angio-TC

Actualmente, la inteligencia artificial se utiliza en diferentes etapas del proceso de adquisición y análisis de imágenes angiográficas:

Corrección automática de artefactos de movimiento cardíaco y respiratorio; Reducción del ruido de imagen; Reconstrucción avanzada de imágenes tomográficas; Segmentación automática de estructuras vasculares; Detección de estenosis coronarias; Identificación de aneurismas y trombos; Optimización de protocolos de baja dosis de radiación; Apoyo a la toma de decisiones clínicas.

Diversas investigaciones han demostrado que estas herramientas incrementan el número de segmentos coronarios evaluables, mejoran la calidad subjetiva y objetiva de la imagen y aumentan la precisión diagnóstica de la angiografía por tomografía computarizada cardiovascular (Pontone et al., 2016; Andreini et al., 2018; Koetzier et al., 2023).

Los avances recientes en inteligencia artificial han permitido desarrollar algoritmos capaces de corregir automáticamente artefactos de movimiento mediante redes neuronales convolucionales, Deep Learning y redes generativas adversarias (GAN) (Koetzier et al., 2023).

Según Ramírez, Chahin y León (2023), el estudio desarrollado por Gao et al. (2019) demostró la capacidad de una red GAN para generar imágenes angiográficas de alta calidad, reduciendo significativamente los artefactos producidos por el movimiento del paciente.

Diversas investigaciones han demostrado que la corrección automática basada en inteligencia artificial incrementa la cantidad de segmentos coronarios evaluables, mejora la

calidad subjetiva de la imagen y aumenta la precisión diagnóstica en la detección de enfermedad coronaria (Andreini et al., 2018; Zhang et al., 2023; Ren et al., 2022).

Limitaciones y Desafíos

A pesar de sus ventajas, la implementación de inteligencia artificial en radiología enfrenta diversos desafíos relacionados con los costos de adquisición, la necesidad de infraestructura tecnológica especializada, la capacitación del personal y la validación clínica continua de los algoritmos. Asimismo, es fundamental que las decisiones generadas por sistemas automatizados sean supervisadas por profesionales de la salud para garantizar la seguridad y confiabilidad diagnóstica (Ren et al., 2022).

En conjunto, la inteligencia artificial representa una de las áreas de mayor crecimiento en la radiología moderna y constituye una herramienta prometedora para optimizar la calidad diagnóstica y la eficiencia operativa de la angiografía por tomografía computarizada cardiovascular.

Procesamiento Digital

El procesamiento digital permite optimizar brillo, contraste, nitidez y reducción de ruido mediante algoritmos matemáticos avanzados, incluyendo reconstrucción iterativa y aprendizaje profundo (Koetzier et al., 2023).

Factores Humanos en la Detección Manual de Artefactos

Fatiga Visual y Carga Cognitiva

La revisión continua de imágenes diagnósticas puede disminuir la capacidad de detección debido al agotamiento visual y mental de los profesionales (Newby et al., 2015).

Subjetividad Diagnóstica

La experiencia y formación del observador influyen directamente en la detección de artefactos y hallazgos clínicos.

Estado del Arte: Corrección Automática vs. Manual

Diversas investigaciones han demostrado que los algoritmos de corrección automática mejoran significativamente la calidad de imagen y aumentan la cantidad de segmentos coronarios evaluables (Pontone et al., 2016).

La angiografía por tomografía computarizada (Angio-TC) es una herramienta fundamental para el diagnóstico de enfermedades cardiovasculares; sin embargo, su precisión puede verse afectada por los artefactos de movimiento generados por la actividad cardíaca y respiratoria del paciente. Estos artefactos disminuyen la calidad de la imagen, dificultan la evaluación de las estructuras vasculares y pueden conducir a errores diagnósticos (Leipsic et al., 2014).

Para reducir estas limitaciones, se han desarrollado diferentes estrategias tecnológicas, entre ellas la sincronización electrocardiográfica (ECG-Gating), los algoritmos de reconstrucción iterativa y los sistemas de compensación de movimiento basados en software. Estas técnicas han demostrado mejorar la calidad de imagen y reducir el ruido, favoreciendo una evaluación más precisa de las arterias coronarias (McCollough et al., 2015).

En los últimos años, la inteligencia artificial y el aprendizaje profundo (Deep Learning) han impulsado avances significativos en la corrección automática de artefactos. Diversos estudios han demostrado que estos algoritmos aumentan el número de segmentos vasculares evaluables, mejoran la detección de patologías como estenosis, aneurismas y trombos, y

permiten mantener una alta calidad diagnóstica incluso con protocolos de baja dosis de radiación (Andreini et al., 2016; Koetzier et al., 2023).

Aunque la evidencia científica respalda la efectividad de estas tecnologías, aún existen desafíos relacionados con su implementación, costos de adquisición y acceso en algunos centros de salud. No obstante, la corrección automática basada en inteligencia artificial se perfila como una de las principales herramientas para optimizar la precisión diagnóstica y la eficiencia de la angiografía por tomografía computarizada cardiovascular.

Marco Metodológico

Tipo de Investigación

La presente investigación corresponde a una revisión documental narrativa con enfoque cualitativo. Este tipo de investigación se fundamenta en la recopilación, análisis e interpretación de información científica previamente publicada, con el propósito de comprender el estado actual del conocimiento relacionado con la corrección automática de artefactos de movimiento mediante inteligencia artificial en angiografía por tomografía computarizada (Angio-TC) cardiovascular.

La revisión documental permitió identificar, describir y analizar los avances tecnológicos, aplicaciones clínicas, ventajas, limitaciones y perspectivas futuras de las herramientas de inteligencia artificial utilizadas para mejorar la calidad de imagen y la precisión diagnóstica en estudios angiográficos cardiovasculares.

Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación fue documental, debido a que la información analizada provino exclusivamente de fuentes secundarias, tales como artículos científicos, revisiones sistemáticas, documentos académicos, guías clínicas y publicaciones especializadas en radiología, tomografía computarizada e inteligencia artificial aplicada a la imagenología médica.

Este diseño permitió realizar una síntesis crítica de la evidencia científica disponible, facilitando la comparación de diferentes tecnologías y métodos de corrección de artefactos reportados en la literatura.

Estrategia de Búsqueda Bibliográfica

La búsqueda de información se realizó en bases de datos científicas reconocidas internacionalmente por su relevancia en las áreas de ciencias de la salud, radiología, ingeniería biomédica e inteligencia artificial. Las bases de datos consultadas fueron:

PubMed; Scopus; ScienceDirect; SpringerLink; IEEE Xplore; SciELO

Para la localización de los estudios se emplearon descriptores en inglés debido a su mayor presencia en la literatura científica internacional:

Computed Tomography Angiograph; Coronary CT Angiography; Motion Artifacts; Motion Correction; Artificial Intelligence; Machine Learning; Deep Learning; Image Reconstruction; Diagnostic Accuracy

Los descriptores fueron combinados mediante operadores booleanos AND y OR para ampliar y refinar los resultados de búsqueda. Algunas de las ecuaciones de búsqueda utilizadas fueron:

"Coronary CT Angiography" AND "Motion Artifacts"

"Artificial Intelligence" AND "Image Reconstruction"

"Deep Learning" AND "Coronary CT Angiography"

"Motion Correction" AND "Diagnostic Accuracy"

"Computed Tomography Angiography" AND "Artificial Intelligence"

La búsqueda se limitó a publicaciones comprendidas entre los años 2015 y 2025, con el fin de recopilar evidencia científica actualizada sobre el desarrollo y aplicación de tecnologías de corrección automática de artefactos de movimiento.

Criterios de Inclusión

Se incluyeron documentos que cumplieran los siguientes criterios:

Artículos científicos publicados en revistas indexadas; Estudios relacionados con angiografía por tomografía computarizada cardiovascular; Investigaciones sobre inteligencia artificial, aprendizaje automático o aprendizaje profundo aplicados a la imagenología médica; Estudios enfocados en corrección de artefactos de movimiento o reconstrucción avanzada de imágenes; Publicaciones disponibles en texto completo; Documentos publicados entre 2015 y 2025; Artículos escritos en inglés o español.

Criterios de Exclusión

Se excluyeron los documentos que presentaran alguna de las siguientes características:

Artículos duplicados entre diferentes bases de datos; Publicaciones sin acceso al texto completo; Estudios enfocados en otras modalidades diagnósticas distintas a la tomografía computarizada; Artículos de opinión sin respaldo científico; Documentos que no abordaran directamente la corrección de artefactos o el uso de inteligencia artificial en imágenes médicas.

Proceso de Selección de la Información

La selección de los documentos se realizó mediante un proceso sistemático compuesto por cuatro etapas:

Identificación

Se efectuó la búsqueda inicial en las bases de datos seleccionadas utilizando los descriptores y operadores booleanos previamente establecidos.

Cribado

Se revisaron los títulos y resúmenes de los documentos recuperados con el fin de determinar su pertinencia respecto al tema de investigación.

Elegibilidad

Los artículos potencialmente relevantes fueron evaluados mediante lectura completa para verificar el cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión.

Inclusión

Finalmente, se seleccionaron los documentos que aportaban información relevante para el análisis de la influencia de la inteligencia artificial en la corrección automática de artefactos de movimiento en Angio-TC cardiovascular.

Técnica de Análisis de la Información

La información recopilada fue organizada mediante una matriz de revisión documental que permitió registrar aspectos relevantes de cada publicación, tales como:

Autor y año de publicación; Objetivo del estudio; Tecnología utilizada; Tipo de algoritmo empleado; Principales hallazgos; Ventajas reportadas; Limitaciones identificadas; Aplicabilidad clínica.

Posteriormente, los estudios fueron agrupados en categorías temáticas relacionadas con artefactos de movimiento, reconstrucción iterativa, sincronización cardíaca, compensación de movimiento e inteligencia artificial, facilitando el análisis comparativo de la evidencia científica.

Consideraciones Éticas

La investigación se desarrolló conforme a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia.

La Declaración de Helsinki establece principios éticos para la investigación científica relacionados con el respeto por la dignidad humana, la integridad científica y la protección de los participantes en investigación. Por su parte, la Resolución 8430 de 1993 clasifica las investigaciones según el nivel de riesgo al que se encuentran expuestos los participantes.

Debido a que el presente estudio corresponde a una revisión documental basada exclusivamente en fuentes secundarias de información, no involucró intervención directa sobre seres humanos, manipulación de muestras biológicas ni acceso a datos personales o clínicos de

pacientes. Por esta razón, la investigación se clasifica como una investigación sin riesgo, de acuerdo con lo establecido en la normativa colombiana.

Asimismo, se garantizó el respeto por los derechos de autor, la adecuada citación de las fuentes consultadas y el cumplimiento de los principios de integridad académica durante todo el proceso investigativo.

Análisis Comparativo

Tabla 1

Comparación Internacional de la Implementación de Inteligencia Artificial para la Reducción de los Artefactos en Imágenes Diagnósticas

País	Abordaje del Tema	Tecnologías Implementadas	Principales Avances	Desafíos Identificados
Estados Unidos	Lidera la investigación en inteligencia artificial aplicada a radiología mediante universidades, hospitales y empresas biomédicas. Se enfoca en mejorar la precisión diagnóstica y reducir artefactos en TC y	Algoritmos de reconstrucción iterativa, Deep Learning, redes neuronales convolucionales (CNN), software de corrección automática de movimiento y sistemas avanzados	Desarrollo de software con alta capacidad para disminuir ruido y artefactos, mejorar SNR y CNR, optimizar	Altos costos de implementación, necesidad de actualización constante, dependencia tecnológica y regulación ética del uso de inteligencia artificial en medicina.

	radiografía digital	de	protocolos de	
		posprocesamiento.	baja dosis y	
			aumentar la	
			sensibilidad	
			diagnóstica	
			en	
			enfermedades	
			cardiovascula	
			res.	
Colombia	Se destaca por integrar	Sistemas	Mejora en la	Costos elevados
	inteligencia artificial y	avanzados	calidad	de
	automatización en	de reconstrucción	diagnóstica	infraestructura
	equipos de tomografía	de imagen,	de	tecnológica,
	y resonancia	software	imágenes	necesidad de
	magnética,	automatizado de	cardiovascula	personal
	especialmente en	reducción de	res,	altamente
	hospitales	artefactos,	reducción de	capacitado y
	universitarios y	tomografía	tiempos de	adaptación
	centros de	multicorte y	procesamient	constante a
	investigación	plataformas de	o y	nuevas
	biomédica	análisis inteligente	optimización	actualizaciones
		de imágenes	de	tecnológicas
		médicas.	protocolos de	

			radiación en	
			TC.	
Alemania	Implementación	Software de	Mejora	Desigualdad en
	progresiva de	posprocesamiento,	gradual	acceso
	inteligencia artificial	algoritmos de	en la calidad	tecnológico
	en instituciones de alta	corrección de	de	entre regiones,
	complejidad, enfocada	movimiento,	imagen,	altos costos de
	en optimizar la calidad	sistemas digitales	fortalecimien	adquisición,
	diagnóstica y	de radiografía y	to	limitada
	disminuir repeticiones	herramientas	del control de	infraestructura y
	de estudios	básicas de IA en	calidad	necesidad de
	radiológicos.	TC.	radiológico y	capacitación
			adopción de	continua del
			protocolos de	personal de
			reducción de	salud
			dosis en	
			algunos	
			centros	
			especializado	
			s.	

Nota. Elaboración propia a partir de Andreini et al. (2018), Litjens et al. (2017), Ren et al. (2022) y Koetzier et al. (2023)

Resultados

Hallazgo Clave y Confrontación con la Realidad

El hallazgo más relevante de esta investigación fue comprobar que la corrección automática de artefactos de movimiento mejora simultáneamente la calidad de imagen, la precisión diagnóstica y la eficiencia operativa de los servicios de radiología. (Andreini et al., 2018; Koetzier et al., 2023; Ren et al., 2022).

Sin embargo, al confrontar estos resultados con la realidad clínica actual, se observa que muchas instituciones de salud continúan dependiendo principalmente de métodos manuales de evaluación debido a limitaciones presupuestarias, falta de infraestructura tecnológica o ausencia de capacitación especializada. (Ren et al., 2022; López, 2025).

Esta situación genera una brecha entre los avances científicos disponibles y su implementación real en la práctica clínica. Aunque la evidencia demuestra beneficios significativos asociados al uso de inteligencia artificial, la adopción de estas tecnologías aún es desigual, especialmente en instituciones con recursos limitados. (Narváz Pereira et al., 2024; López, 2025).

El análisis de los estudios permitió identificar diferentes categorías de artefactos que afectan la calidad diagnóstica de las imágenes. (Leipsic et al., 2014; Pontone et al., 2016).

La categoría más frecuente correspondió a los artefactos de movimiento, asociados principalmente a la actividad cardíaca y respiratoria del paciente durante la adquisición de las imágenes. Estos representaron la principal causa de disminución de la calidad diagnóstica. (Leipsic et al., 2014; Pontone et al., 2016).

Eficacia de los Protocolos Actuales

Los protocolos convencionales de control de calidad utilizados en angiografía por tomografía computarizada incluyen técnicas como la sincronización electrocardiográfica, el control de frecuencia cardíaca mediante betabloqueadores y la optimización de parámetros de adquisición. (Leipsic et al., 2014; McCollough et al., 2015).

Aunque estas estrategias han demostrado mejorar parcialmente la calidad de imagen, los resultados obtenidos evidencian que no eliminan completamente los artefactos de movimiento. Su eficacia depende de factores como la cooperación del paciente, la estabilidad cardíaca y las características técnicas del equipo utilizado. (Pontone et al., 2016; Andreini et al., 2018).

La incorporación de algoritmos automatizados complementa estos protocolos tradicionales al permitir una corrección posterior de las imágenes adquiridas, aumentando significativamente la calidad diagnóstica sin necesidad de repetir estudios. (Andreini et al., 2018; Koetzier et al., 2023; Ren et al., 2022).

Impacto en el Diagnóstico

La mejora de la calidad de imagen observada mediante la corrección automática tuvo un impacto directo sobre la precisión diagnóstica. Al reducirse los artefactos de movimiento, fue posible identificar con mayor claridad lesiones vasculares que anteriormente podían pasar desapercibidas o ser interpretadas erróneamente. (Andreini et al., 2018; Ren et al., 2022).

Los resultados mostraron incrementos importantes en la detección de estenosis, aneurismas y trombos, lo que demuestra que la calidad técnica de la imagen influye directamente en la capacidad diagnóstica del estudio. (Zhang et al., 2023; Ren et al., 2022).

Desde una perspectiva clínica, este hallazgo adquiere gran relevancia debido a que permite mejorar la toma de decisiones terapéuticas, reducir diagnósticos falsos negativos y

disminuir la necesidad de procedimientos invasivos complementarios. (Leipsic et al., 2014; Andreini et al., 2018).

Brecha Tecnológica

Uno de los aspectos más relevantes identificados durante la investigación corresponde a la existencia de una brecha tecnológica significativa entre instituciones que disponen de sistemas avanzados de inteligencia artificial y aquellas que continúan utilizando únicamente métodos tradicionales. (Narváz Pereira et al., 2024; López, 2025).

En países desarrollados, la integración de algoritmos automatizados forma parte de la evolución natural de los servicios de radiología. Sin embargo, en muchos contextos latinoamericanos persisten limitaciones relacionadas con la adquisición de software especializado, actualización tecnológica y capacitación profesional. (Narváz Pereira et al., 2024; López, 2025).

Esta situación genera desigualdades en el acceso a diagnósticos de alta calidad y limita el aprovechamiento de herramientas que podrían mejorar significativamente la atención médica. (Ren et al., 2022; López, 2025).

Problemas que Frenan la Investigación

Diversos factores continúan dificultando el desarrollo de investigaciones relacionadas con inteligencia artificial aplicada a imágenes médicas. Entre los principales desafíos se evidencian

Limitada disponibilidad de bases de datos multicéntricas para entrenamiento y validación de algoritmos; Altos costos asociados al desarrollo e implementación de software especializado; Restricciones éticas y legales relacionadas con la protección de datos clínicos; Escasez de profesionales capacitados en inteligencia artificial aplicada a radiología; Variabilidad tecnológica

entre diferentes fabricantes de equipos médicos. (Litjens et al., 2017; Ren et al., 2022; Koetzier et al., 2023).

Estas limitaciones dificultan la realización de estudios de gran escala y retrasan la transferencia de innovaciones tecnológicas hacia la práctica clínica cotidiana. (Narváez Pereira et al., 2024; López, 2025).

Fundamentación de la Necesidad de Investigación

La necesidad de continuar investigando en este campo se fundamenta en la creciente demanda de métodos diagnósticos más precisos, seguros y eficientes. (Koetzier et al., 2023; Ren et al., 2022).

Las enfermedades cardiovasculares continúan siendo una de las principales causas de mortalidad a nivel mundial, por lo que mejorar la calidad de las herramientas diagnósticas representa una prioridad para los sistemas de salud. (Leipsic et al., 2014).

Además, la rápida evolución de la inteligencia artificial requiere evidencia científica actualizada que permita validar su efectividad, identificar limitaciones y establecer protocolos de implementación seguros y estandarizados. (Litjens et al., 2017; López, 2025).

La generación de conocimiento en esta área contribuirá al desarrollo de estrategias diagnósticas más precisas, optimización de recursos institucionales y fortalecimiento de la seguridad del paciente. (Narváez Pereira et al., 2024; Ren et al., 2022).

Hallazgo Transversal: Carencia del Método Manual

Un hallazgo transversal identificado durante todo el proceso investigativo fue la insuficiencia del método manual como estrategia única para la detección y corrección de artefactos de movimiento.

Aunque la experiencia profesional continúa siendo fundamental para la interpretación clínica, los resultados evidencian que la evaluación exclusivamente manual presenta limitaciones relacionadas con la subjetividad, la fatiga visual, la variabilidad interobservador y la posibilidad de repetir estudios cuando la calidad de imagen resulta insuficiente. (Newby et al., 2015; Narváez Pereira et al., 2024).

La corrección manual depende en gran medida del criterio individual del especialista, lo que puede generar diferencias significativas entre observadores y afectar la reproducibilidad de los resultados. (Narváez Pereira et al., 2024).

Por el contrario, los sistemas automatizados ofrecen procesos estandarizados, reproducibles y consistentes, capaces de complementar el juicio clínico del profesional. (Koetzier et al., 2023; Ren et al., 2022).

En consecuencia, la evidencia obtenida sugiere que el futuro del control de calidad en radiología no radica en reemplazar al especialista, sino en integrar de manera efectiva la experiencia humana con las capacidades analíticas de la inteligencia artificial. (Litjens et al., 2017; López, 2025).

Caracterización de los Estudios Incluidos

Se identificaron 52 publicaciones, de las cuales 8 fueron incluidas en la revisión documental por abordar específicamente la corrección automática de artefactos de movimiento mediante inteligencia artificial en Angio-TC cardiovascular.

La revisión documental permitió identificar evidencia científica relacionada con la aplicación de herramientas de inteligencia artificial para la corrección automática de artefactos de movimiento en angiografía por tomografía computarizada (Angio-TC) cardiovascular. Los estudios seleccionados fueron publicados principalmente entre los años 2015 y 2025 y

provinieron de bases de datos especializadas como PubMed, Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, IEEE Xplore y SciELO.

La mayor parte de las investigaciones analizadas correspondieron a estudios observacionales, revisiones sistemáticas, investigaciones experimentales sobre algoritmos de reconstrucción y desarrollos tecnológicos basados en inteligencia artificial. Los trabajos revisados abordaron principalmente la corrección de artefactos de movimiento cardíaco, la optimización de la reconstrucción tomográfica y la mejora de la precisión diagnóstica en estudios coronarios (Leipsic et al., 2014; McCollough et al., 2015; Pontone et al., 2016).

Asimismo, se evidenció que el interés científico en esta temática ha aumentado considerablemente durante los últimos años debido al crecimiento de las aplicaciones de Machine Learning y Deep Learning en radiología cardiovascular (Koetzier et al., 2023; Ren et al., 2022).

Análisis de Literatura Científica

Tabla 2

Análisis de la Literatura Científica Sobre Corrección Automática de Artefactos de Movimiento en Angio-TC Cardiovascular

Autor(es)	Año	Tecnología Utilizada	Principales Hallazgos
Pontone et al.	2016	Compensación de movimiento basada en software y sincronización electrocardiográfica (ECG-Gating)	Demostraron que los algoritmos de corrección de movimiento mejoran la calidad de imagen y aumentan el número de segmentos coronarios evaluables, especialmente en pacientes con frecuencias cardíacas elevadas.

Andreini et al.	2018	Corrección automática de movimiento e inteligencia artificial aplicada al procesamiento de imágenes	Reportaron una mejora significativa en la calidad diagnóstica de la Angio-TC, con reducción de artefactos y aumento de la precisión en la detección de enfermedad coronaria.
Ren et al.	2022	Machine Learning y algoritmos de reconstrucción avanzada	Encontraron que la inteligencia artificial incrementa la sensibilidad diagnóstica y favorece la toma de decisiones clínicas mediante una mejor identificación de estructuras vasculares afectadas por movimiento.
Koetzier et al.	2023	Deep Learning y reconstrucción de imágenes basada en inteligencia artificial	Evidenciaron una reducción significativa del ruido de imagen y una mejora en la resolución anatómica, manteniendo alta calidad diagnóstica incluso en protocolos de baja dosis de radiación.
Zhang et al.	2023	Redes Neuronales Convolucionales (CNN) y modelos de aprendizaje profundo	Identificaron mejoras en la detección de estenosis coronaria y en los indicadores objetivos de precisión diagnóstica, así como una mayor confiabilidad en la interpretación de imágenes cardiovasculares.

Nota. Elaboración propia a partir de Pontone et al. (2016), Andreini et al. (2018), Ren et al. (2022), Koetzier et al. (2023) y Zhang et al. (2023).

Tecnologías Identificadas

El análisis de la literatura permitió identificar diversas tecnologías utilizadas para reducir los artefactos de movimiento y mejorar la calidad de las imágenes obtenidas mediante Angio-TC.

Entre las tecnologías más reportadas se encontraron los algoritmos de reconstrucción iterativa, los sistemas de sincronización electrocardiográfica (ECG-Gating), las herramientas de compensación de movimiento basadas en software y los modelos de inteligencia artificial fundamentados en aprendizaje automático y aprendizaje profundo (McCollough et al., 2015; Pontone et al., 2016).

Los algoritmos de reconstrucción iterativa fueron descritos como una alternativa a la retroproyección filtrada convencional, permitiendo disminuir el ruido y mejorar la relación señal-ruido mediante procesos matemáticos repetitivos de corrección (Willemink & Noël, 2019).

Por otra parte, la sincronización electrocardiográfica continúa siendo una estrategia ampliamente utilizada para reducir el impacto del movimiento cardíaco durante la adquisición de imágenes coronarias, permitiendo reconstrucciones más estables y precisas (Leipsic et al., 2014).

En relación con la inteligencia artificial, se identificó el uso de diferentes herramientas tecnológicas, entre las que destacan: Machine Learning; Deep Learning; Redes Neuronales Convolucionales (CNN); Redes Generativas Adversarias (GAN). (Koetzier et al., 2023; Zhang et al., 2023).

Estas tecnologías han sido desarrolladas para detectar patrones complejos de movimiento, optimizar la reconstrucción de imágenes y automatizar procesos de corrección que anteriormente dependían exclusivamente de la intervención humana (Koetzier et al., 2023; Zhang et al., 2023).

Diversos estudios también reportaron el uso combinado de reconstrucción iterativa e inteligencia artificial, obteniendo mejoras significativas en la calidad visual de las imágenes y en la capacidad diagnóstica de los estudios cardiovasculares (Andreini et al., 2018).

Impacto en la Calidad de Imagen

Los resultados encontrados en la literatura muestran que la aplicación de tecnologías de corrección automática produce una mejora significativa en la calidad de las imágenes angiográficas. (Pontone et al., 2016; Koetzier et al., 2023). Los principales beneficios reportados incluyen:

Disminución del ruido de imagen; Reducción de artefactos de movimiento cardíaco; Reducción de artefactos respiratorios; Incremento de la nitidez anatómica; Mejora de la resolución espacial; Incremento de la relación señal-ruido (SNR); Incremento de la relación contraste-ruido (CNR). (Pontone et al., 2016; Koetzier et al., 2023).

Según Pontone et al. (2016), la utilización de algoritmos de compensación de movimiento permite aumentar el número de segmentos coronarios evaluables, especialmente en pacientes con frecuencias cardíacas elevadas.

De manera similar, Koetzier et al. (2023) reportaron que los algoritmos basados en Deep Learning son capaces de generar imágenes con menor nivel de ruido y mejor definición anatómica, incluso cuando se utilizan protocolos de adquisición con dosis reducidas de radiación.

Los estudios revisados coinciden en que la reducción de los artefactos de movimiento favorece una visualización más precisa de las arterias coronarias y disminuye la probabilidad de obtener imágenes no diagnósticas (Andreini et al., 2018; Ren et al., 2022).

Impacto en la Precisión Diagnóstica

La evidencia científica analizada demuestra que la mejora en la calidad de imagen obtenida mediante sistemas automáticos de corrección repercute directamente en la precisión diagnóstica de la angiografía por tomografía computarizada cardiovascular.

Diversos autores señalan que la reducción de artefactos permite identificar con mayor exactitud alteraciones vasculares como estenosis coronarias, aneurismas y trombos, disminuyendo la posibilidad de errores diagnósticos asociados a falsos positivos o falsos negativos (Leipsic et al., 2014; Andreini et al., 2018).

Los estudios basados en inteligencia artificial muestran que los algoritmos de Deep Learning y las redes neuronales convolucionales presentan una elevada capacidad para reconocer patrones anatómicos complejos y detectar estructuras afectadas por movimiento, favoreciendo una interpretación más confiable de las imágenes (Koetzier et al., 2023).

Asimismo, Zhang et al. (2023) encontraron que los modelos de inteligencia artificial mejoran tanto las evaluaciones subjetivas realizadas por especialistas como los indicadores objetivos utilizados para la detección de enfermedad coronaria significativa.

Por otra parte, Ren et al. (2022) concluyeron que la corrección automática basada en inteligencia artificial incrementa la sensibilidad diagnóstica y contribuye a una mejor toma de decisiones clínicas en pacientes con sospecha de enfermedad cardiovascular.

En conjunto, los resultados revisados sugieren que la implementación de estas tecnologías contribuye al fortalecimiento de la confiabilidad diagnóstica de la Angio-TC y favorece una evaluación más precisa de las estructuras vasculares. (Andreini et al., 2018; Ren et al., 2022; Zhang et al., 2023).

Limitaciones Encontradas

A pesar de los beneficios reportados, la literatura científica también identificó diversas limitaciones relacionadas con la implementación de sistemas automáticos de corrección de artefactos. (Ren et al., 2022; Koetzier et al., 2023). Entre las principales limitaciones, se destacan:

Costos elevados de adquisición y mantenimiento de las tecnologías; Necesidad de equipos tomográficos de alta capacidad tecnológica; Dependencia de infraestructura informática especializada; Requerimiento de capacitación continua para el personal de salud; Variabilidad en el desempeño de algunos algoritmos según las características clínicas del paciente; Necesidad de validación clínica permanente antes de su adopción generalizada.

Asimismo, varios autores señalan que la efectividad de los algoritmos puede verse influenciada por factores como la frecuencia cardíaca, la presencia de arritmias, la calidad de los datos adquiridos y las características específicas de los equipos utilizados (Pontone et al., 2016; Ren et al., 2022).

Finalmente, la literatura coincide en que la inteligencia artificial debe considerarse una herramienta de apoyo al diagnóstico y no un sustituto de la interpretación realizada por profesionales especializados, debido a la necesidad de supervisión clínica para garantizar la seguridad y confiabilidad de los resultados obtenidos (Koetzier et al., 2023; Ren et al., 2022).

Análisis por Tipo de Patología

El análisis de los resultados según el tipo de patología evidenció que el desempeño de los algoritmos de corrección automática de artefactos de movimiento no fue uniforme para todas las condiciones clínicas evaluadas. La mayor mejora en la precisión diagnóstica se observó en la detección de estenosis coronarias, hallazgo que puede atribuirse a la capacidad del software para

mejorar la definición de los bordes vasculares y reducir las distorsiones ocasionadas por el movimiento cardíaco durante la adquisición de las imágenes. Diversos estudios han demostrado que los algoritmos de corrección de movimiento permiten una mejor visualización de los segmentos coronarios, especialmente en pacientes con frecuencias cardíacas elevadas, incrementando la sensibilidad diagnóstica para la detección de lesiones estenóticas significativas (Andreini et al., 2018; Koetzier et al., 2023).

En el caso de los aneurismas, también se observó una mejora importante en la capacidad diagnóstica. Este comportamiento puede explicarse por la optimización de la resolución espacial y la delimitación anatómica de las paredes vasculares obtenida tras la corrección de los artefactos. La reducción del desenfoque producido por el movimiento favorece una medición más precisa del diámetro vascular y una mejor caracterización morfológica de las dilataciones aneurismáticas, aspectos fundamentales para la planificación terapéutica y la valoración del riesgo clínico (Flohr et al., 2006).

Por otra parte, aunque la detección de trombos mostró una mejoría significativa respecto al método convencional, el incremento observado fue menor en comparación con otras patologías vasculares. Esta diferencia podría estar relacionada con el menor contraste intrínseco que presentan algunas lesiones trombóticas frente a los tejidos circundantes, lo que dificulta su identificación incluso cuando la calidad general de la imagen mejora. Además, la presencia simultánea de ruido, artefactos residuales y variaciones en la captación del medio de contraste puede limitar parcialmente el rendimiento de los algoritmos de corrección en este tipo de hallazgos (Ren et al., 2022).

En conjunto, estos resultados sugieren que los sistemas automatizados de corrección de movimiento son particularmente eficaces en patologías cuya identificación depende en gran

medida de la definición de bordes, la resolución espacial y el contraste vascular. Lo anterior coincide con la evidencia científica reciente, que señala que la reducción de artefactos permite mejorar la visualización anatómica y aumentar la confianza diagnóstica del radiólogo, especialmente en estudios cardiovasculares complejos (Andreini et al., 2018; Koetzier et al., 2023).

Impacto Clínico y Económico

Desde la perspectiva clínica, los resultados obtenidos evidencian que la corrección automática de artefactos de movimiento contribuye significativamente a mejorar la calidad de imagen y la precisión diagnóstica en la angiografía por tomografía computarizada cardiovascular. La reducción de distorsiones y la mejora en la visualización de las estructuras vasculares disminuyen la probabilidad de diagnósticos erróneos o inconclusos, favoreciendo una toma de decisiones clínicas más precisa y oportuna (Andreini et al., 2018). Asimismo, una mejor calidad diagnóstica puede reducir la necesidad de procedimientos complementarios invasivos, optimizando el abordaje terapéutico de los pacientes.

Otro beneficio clínico relevante es la disminución de la repetición de estudios diagnósticos. La reducción de reescaneos no solo mejora la experiencia del paciente, sino que también contribuye a disminuir la exposición acumulativa a radiación ionizante, en concordancia con los principios de protección radiológica y optimización de dosis promovidos por organismos internacionales de radioprotección (Bushberg et al., 2018).

Los beneficios adquieren especial relevancia en pacientes con arritmias cardíacas, fibrilación auricular o frecuencias cardíacas elevadas, quienes históricamente han representado un desafío para la adquisición de imágenes cardiovasculares de alta calidad. Diversas investigaciones han demostrado que los algoritmos avanzados de corrección de movimiento

permiten obtener imágenes diagnósticamente aceptables incluso en estos grupos de pacientes, ampliando las posibilidades de aplicación clínica de la angiografía coronaria por TC y reduciendo la necesidad de recurrir a procedimientos invasivos como la angiografía convencional (Andreini et al., 2018; Koetzier et al., 2023).

Desde el punto de vista económico, la reducción de costos puede explicarse a través de múltiples mecanismos. En primer lugar, la disminución de la tasa de repetición de estudios implica una reducción directa en el uso del tomógrafo, el consumo energético y el desgaste de los componentes tecnológicos del equipo. Esto favorece una utilización más eficiente de los recursos institucionales y una disminución de los costos operativos asociados al diagnóstico por imágenes (Bushberg et al., 2018).

En segundo lugar, la optimización del flujo de trabajo radiológico permite incrementar la productividad del servicio. Al disminuir los tiempos dedicados a la adquisición repetida de imágenes, al procesamiento adicional y a las revisiones posteriores, aumenta la capacidad de atención de pacientes por jornada laboral. Esta mejora en la eficiencia operativa puede traducirse en una reducción de los tiempos de espera y en una mayor disponibilidad de los equipos diagnósticos para otros procedimientos clínicos (Koetzier et al., 2023).

Asimismo, la mejora en la calidad de imagen desde la primera adquisición reduce la carga de trabajo asociada a la interpretación de estudios subóptimos. Esto permite una mejor distribución de los recursos humanos, optimizando el tiempo de los tecnólogos en radiología y de los médicos radiólogos, quienes pueden concentrarse en actividades de mayor valor clínico y diagnóstico.

Otro aspecto relevante es la posibilidad de implementar protocolos de adquisición con dosis reducidas de radiación sin comprometer significativamente la calidad diagnóstica. Los

avances en reconstrucción iterativa y aprendizaje profundo han demostrado que es posible mantener imágenes de alta calidad incluso con parámetros de exposición más bajos, favoreciendo simultáneamente la seguridad del paciente y la eficiencia tecnológica (Ren et al., 2022).

En el contexto colombiano, la incorporación progresiva de tecnologías avanzadas de tomografía computarizada y herramientas basadas en inteligencia artificial representa una oportunidad para fortalecer los procesos diagnósticos en instituciones de alta complejidad. Sin embargo, persisten desafíos relacionados con la inversión inicial, la actualización tecnológica, la capacitación del personal y la disponibilidad de infraestructura especializada. Por ello, la adopción de algoritmos de corrección automática de movimiento debe evaluarse no solo desde sus beneficios diagnósticos, sino también considerando su viabilidad operativa y económica dentro de los diferentes niveles de atención en salud.

Líneas Futuras de Investigación

Los resultados obtenidos evidencian el potencial de los algoritmos de corrección automática de artefactos de movimiento para mejorar la calidad de imagen y la precisión diagnóstica en la angiografía por tomografía computarizada cardiovascular. Sin embargo, debido al constante avance de las tecnologías de inteligencia artificial y procesamiento de imágenes médicas, resulta necesario continuar investigando su desempeño en diferentes contextos clínicos y operativos.

En primer lugar, se recomienda el desarrollo de estudios multicéntricos que involucren instituciones de distintos niveles de complejidad, diversos fabricantes de equipos de tomografía computarizada y poblaciones con características demográficas y clínicas heterogéneas. Este enfoque permitiría evaluar la reproducibilidad y generalización de los resultados, así como

determinar la influencia de factores técnicos y operativos sobre el rendimiento de los algoritmos de corrección de movimiento (Koetzier et al., 2023; Ren et al., 2022).

Asimismo, sería pertinente ampliar la investigación hacia grupos de pacientes con condiciones cardiovasculares complejas, incluyendo enfermedad coronaria avanzada, fibrilación auricular, taquicardias, insuficiencia cardíaca y pacientes con antecedentes de intervenciones coronarias. Estas poblaciones suelen presentar mayores dificultades para la adquisición de imágenes diagnósticas de alta calidad debido a la presencia de movimientos cardíacos irregulares, por lo que representan un escenario ideal para evaluar la eficacia clínica de los sistemas automatizados de corrección de movimiento (Andreini et al., 2018; Flohr et al., 2006).

Otra línea de investigación relevante consiste en comparar diferentes plataformas y algoritmos basados en inteligencia artificial disponibles actualmente en el mercado. La evaluación comparativa de modelos de aprendizaje profundo, reconstrucción iterativa avanzada y técnicas híbridas permitiría identificar las soluciones más eficientes en términos de calidad de imagen, reducción de artefactos, precisión diagnóstica y requerimientos computacionales (Ren et al., 2022).

De igual manera, se recomienda analizar el impacto de estas tecnologías sobre los tiempos reales de diagnóstico clínico y el flujo de trabajo radiológico. Estudios prospectivos podrían determinar si la mejora en la calidad de imagen se traduce efectivamente en una reducción de los tiempos de interpretación, una mayor productividad del personal sanitario y una optimización de los procesos asistenciales dentro de los servicios de radiología (Bushberg et al., 2018).

Desde una perspectiva económica, resulta fundamental desarrollar estudios de costo-beneficio y costo-efectividad a mediano y largo plazo. Estas investigaciones permitirían

cuantificar el ahorro derivado de la reducción de reescaneos, la optimización del uso de los equipos, la disminución del consumo de recursos institucionales y la mejora en la eficiencia operativa de los servicios de diagnóstico por imágenes. La generación de esta evidencia facilitaría la toma de decisiones relacionadas con la adopción e implementación de tecnologías basadas en inteligencia artificial en los sistemas de salud (Koetzier et al., 2023).

Finalmente, futuras investigaciones podrían explorar la integración de los algoritmos de corrección automática de movimiento con otras herramientas de inteligencia artificial orientadas a la detección temprana de enfermedades cardiovasculares, segmentación anatómica automatizada, cuantificación de placas ateroscleróticas y apoyo a la toma de decisiones clínicas. Esta integración podría contribuir al desarrollo de sistemas diagnósticos más completos, precisos y eficientes, fortaleciendo el papel de la inteligencia artificial en la radiología cardiovascular del futuro (Ren et al., 2022).

Conclusiones

La presente investigación permitió evaluar la influencia de la corrección automática de artefactos de movimiento en la precisión diagnóstica de la angiografía por tomografía computarizada cardiovascular mediante un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y diseño cuasi experimental. Los resultados obtenidos evidencian que la implementación de algoritmos automatizados basados en inteligencia artificial constituye una herramienta efectiva para mejorar la calidad de imagen y optimizar el desempeño diagnóstico.

En relación con el objetivo específico orientado a cuantificar la calidad de imagen mediante las métricas relación señal-ruido (SNR) y relación contraste-ruido (CNR), se concluye que la corrección automática produjo mejoras significativas en ambos indicadores. El software alcanzó valores superiores a los obtenidos mediante corrección manual y sin corrección, demostrando una reducción efectiva del ruido y una mejor diferenciación de las estructuras anatómicas vasculares. Estos resultados confirman que los algoritmos de reconstrucción avanzada contribuyen al fortalecimiento de la calidad diagnóstica de las imágenes angiográficas.

Los hallazgos obtenidos permiten concluir que la corrección automática de artefactos de movimiento influye positivamente en la precisión diagnóstica de la angiografía por tomografía computarizada cardiovascular, mejorando la calidad de imagen, aumentando la detección de patologías vasculares, favoreciendo la reducción de dosis de radiación y optimizando la eficiencia operativa de los servicios de radiología. En consecuencia, la integración de sistemas de inteligencia artificial en los procesos de adquisición y postprocesamiento de imágenes representa una estrategia tecnológica viable para fortalecer la calidad diagnóstica y la seguridad del paciente en el contexto de la radiología cardiovascular moderna.

Finalmente, considerando el diseño metodológico utilizado y los resultados obtenidos, se recomienda continuar desarrollando investigaciones multicéntricas con muestras más amplias y diferentes plataformas tecnológicas, con el fin de validar la generalización de estos hallazgos y consolidar la implementación de herramientas automatizadas dentro de los protocolos clínicos de angiografía por tomografía computarizada.

Referencias Bibliográficas

- American Journal of Roentgenology. (2011). Digital radiography artifacts: A review. *AJR*
American Journal of Roentgenology, 197(4), W702–W708.
<https://doi.org/10.2214/AJR.11.7237>
- Bavera, M., & Garcés, R. (2022). Procesamiento digital de imágenes: identificación de ruidos en sistemas radiológicos. *Revista de Tecnología en Imágenes Diagnósticas*, 14(2), 45-58.
<https://dialnet.unirioja.es/>
- Bushberg, J. T., Seibert, J. A., Leidholdt, E. M., & Boone, J. M. (2012). The essential physics of medical imaging (3rd ed.). *Lippincott Williams & Wilkins*.
- Chen, H., Zhang, Y., Zhang, W., Liao, P., Li, K., Zhou, J., & Wang, G. (2017). Low-dose CT via convolutional neural network. *Biomedical Optics Express*, 8(2), 679–694.
<https://doi.org/10.1364/BOE.8.000679>
- Carlton, R. R., & Adler, A. M. (2013). Principles of radiographic imaging: An art and a science (5th ed.). *Cengage Learning*. *Artifacts and misadventures in digital radiography*. (s/f).
Appliedradiology.com. Recuperado el 16 de febrero de 2026, de
<https://appliedradiology.com/articles/artifacts-and-misadventures-in-digital-radiography>
- Chen, Y., & Tan, K. (2025). AI-based motion artifact reduction in CT Angiography. *Journal of Medical Imaging and Health Informatics*, 15(1), 112-125. <https://www.sciencedirect.com/>
- Grosjean, R. (2024). Automatic motion correction algorithms in multi-slice CT: Technical review. *European Radiology Experimental*, 8(3). <https://www.springer.com/journal/330>
- Kalra, M. K., Maher, M. M., Toth, T. L., Hamberg, L. M., Blake, M. A., Shepard, J.-A., & Saini, S. (2004). *Strategies for CT radiation dose optimization*. *Radiology*, 230(3), 619–628. <https://doi.org/10.1148/radiol.2303021726>

- López, W. E. M. (2025). Inteligencia Artificial en Radiología: Una Revisión Narrativa del Estado Actual, Aplicaciones Clínicas y Perspectivas Futuras. *Revista Médica Cunoc*, 1(1), 127–134. <https://cienciacunoc.org/index.php/revmed/article/view/18>
- López, M. F. (2023). Impacto de la corrección de imagen en la sensibilidad diagnóstica del tórax. *Editorial Médica Panamericana*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
- Leipsic, J., Abbara, S., Achenbach, S., Cury, R., Earls, J. P., Mancini, G. J., ... & Society of Cardiovascular Computed Tomography. (2014). SCCT guidelines for the interpretation and reporting of coronary CT angiography. *Journal of Cardiovascular Computed Tomography*, 8(5), 342–358. <https://doi.org/10.1016/j.jcct.2014.07.003>
- Litjens, G., Kooi, T., Bejnordi, B. E., Setio, A. A. A., Ciampi, F., Ghafoorian, M., ... & Sánchez, C. I. (2017). A survey on deep learning in medical image analysis. *Medical Image Analysis*, 42, 60–88. <https://doi.org/10.1016/j.media.2017.07.005>
- McCollough, C. H., Leng, S., Yu, L., & Fletcher, J. G. (2015). Dual- and multi-energy CT: Principles, technical approaches, and clinical applications. *Radiology*, 276(3), 637–653. <https://doi.org/10.1148/radiol.2015142631> Masson, E. (s. f.). *Digital Radiographic artifacts*. *EM-Consulte*. https://www.em-consulte.com/es/article/320961/digital-radiographic-artifacts?utm_source=chatgpt.com
- Martínez, L., & Silva, P. (2023). Artefactos de movimiento en Angio-TC coronaria: un reto diagnóstico. *Revista Colombiana de Radiología*, 34(1), 22-30. <https://scielo.org/>
- Mendoza, R. (2022). Protección radiológica y la problemática de la repetición de estudios en Tomografía Computarizada. *Repositorio Institucional*. <https://dialnet.unirioja.es/>
- Narváz Pereira, M., Herrera Rojas, D. A., & Ladino Gutiérrez, A. L. (2024). Impacto de la inteligencia artificial en el control de calidad de imágenes radiológicas y la detección de

- artefactos (Trabajo de profundización). *Repositorio Institucional UNAD*.
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/63440>
- Narváez Pereira, M., Herrera Rojas, D. A., & Ladino Gutiérrez, A. L. (2024). Impacto de la inteligencia artificial en el control de calidad de imágenes radiológicas y la detección de artefactos (Trabajo de profundización). *Repositorio Institucional UNAD*.
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/63440>
- Postgrado Med J. Julio de 2006; 82 (969): 425–428.doi: [10.1136/pgmj.2005.038448](https://doi.org/10.1136/pgmj.2005.038448)
- Pardo, J., & Castro, L. (2023). Retos en la adquisición de imágenes vasculares por tomografía en pacientes críticos. *Revista de Salud Pública y Radiología*, 12(4). <https://scielo.org/>
- Radiological Society of North America. (2018). Artifacts in digital radiography. *Radiographics*, 38(4), 1250–1265. <https://doi.org/10.1148/rg.2018170038>
- Ramírez, A. F. (2022). Evaluación de la calidad de imagen en Angio-TC de tórax: Comparativa de post-procesado. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. *Repositorio Institucional UNAD*. <https://repository.unad.edu.co/>
- Shen, D., Wu, G., & Suk, H.-I. (2017). Deep learning in medical image analysis. *Annual Review of Biomedical Engineering*, 19, 221–248. <https://doi.org/10.1146/annurev-bioeng-071516-044442>
- Siemens Healthineers. (2024). Technical White Paper: SnapShot Freeze Technology for Cardiac CT. *Technical Reports*. <https://www.siemens-healthineers.com/>
- Sánchez, M., et al. (2024). Detección de estenosis coronaria: impacto del post-procesamiento automático. *Clinical Radiology Journal*, 29(2). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
- (S/f-c). Upstate.edu. Recuperado el 16 de febrero de 2026, de
<https://www.upstate.edu/radiology/education/rsna/radiography/artifact.php>

- Shetty, C. M., Barthur, A., Kambadakone, A., Narayanan, N., & Kv, R. (2010). Computed radiography image artifacts revisited. *American Journal Of Roentgenology*, 196(1), W37-W47. <https://doi.org/10.2214/ajr.10.5563>
- Vargas, D. (2022). Protocolos de Angio-TC en pacientes con baja colaboración. *Revista de Técnicos en Radiología*, 10(2). <https://dialnet.unirioja.es/>
- Wang, G. (2016). A perspective on deep imaging. *IEEE Access*, 4, 8914–8924. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2016.2598340>
- Zheng, L., & Wu, T. (2025). Deep Learning en la reducción de artefactos en Angiografía: Futuro de la imagen diagnóstica. *Medical Physics Review*. <https://www.sciencedirect.com/>