



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

ESTRATEGIAS PARA LA REDUCCIÓN DE ARTEFACTOS METÁLICOS
ORIENTADAS A MEJORAR LA CALIDAD DE IMAGEN EN TOMOGRAFÍA
COMPUTARIZADA DE CEREBRO, MACIZO FACIAL Y CUELLO EN
INSTITUCIONES DE MEDIANO Y ALTO NIVEL RESOLUTIVO: UNA
REVISIÓN DE ALCANCE

STRATEGIES FOR REDUCING METAL ARTIFACTS AIMED AT
IMPROVING IMAGE QUALITY IN COMPUTED TOMOGRAPHIES OF THE
BRAIN, FACE, AND NECK IN MEDIUM-AND HIGH-END INSTITUTIONS:
A SCOPING REVIEW

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO
EN TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE RADIOLOGÍA

AUTORES

MIRIAM DEYSI ORDOÑEZ CARHUAVILCA

CRISTIAN JESUS BRUNO IPANAQUÉ

DAVID ALONSO ARANZAMENDI ENRRIQUEZ

ASESOR

GUILLERMO BRAVO PUENTE

CO-ASESOR

ARQUIMEDES MANSUETO GAVINO GUTIERREZ

LIMA - PERÚ

2026

JURADO

Presidente: LIC. CECILIA LUIS MIRANDA
Vocal: LIC. FELIX ALEXANDER NEYRA AGUILAR
Secretario: LIC. NORA LILIANA ANAMPA VEGA

Fecha de Sustentación: 14 de julio de 2026

Calificación: Aprobado

ASESORES DE TESIS

ASESOR

DR. GUILLERMO BRAVO PUENTE

Departamento Académico de Tecnología Médica

ORCID: 0009-0004-3846-6751

CO-ASESOR

DR. ARQUIMEDES MANSUETO GAVINO GUTIERREZ

Unidad de Epidemiología Clínica de la Facultad de Medicina

ORCID: 0000-0002-3325-1004

DEDICATORIA

Dedico este logro, en primer lugar, a mis padres, Edgar y Maribel, y a mis hermanos, Roxana y Elton, por ser mi motivación y mi fortaleza para alcanzar una de las metas que tanto he anhelado. Asimismo, me dedico este logro a mí misma, por no rendirme y por seguir adelante a pesar de los obstáculos. Hoy reconozco que mi esfuerzo, perseverancia y determinación fueron fundamentales para llegar hasta aquí. *(Miriam Ordoñez C.)*

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por darme fortaleza y perseverancia para alcanzar esta meta. A mis padres, por su amor, apoyo incondicional y por acompañarme siempre en cada etapa de mi vida.

A Nicole, por su amor, comprensión y apoyo constante durante este camino. Gracias a ustedes por ser parte fundamental de este logro, que hoy alcanzo con mucho cariño y gratitud. *(David Aranzamendi E.)*

A Dios, por guiar mi camino y por permitirme esta etapa con salud y bienestar. A mis padres, Angel y Jackeline, por siempre brindarme su apoyo incondicional, con cariño y amor durante este largo proceso, y por inculcarme desde casa los buenos valores que hoy forman parte de quien soy.

A mis hermanos, Marcia y Alessandro, por su apoyo, compañía y por estar presentes en cada paso de este camino. A ustedes que son mi motor y motivo, les dedico este logro con mucho amor y gratitud. *(Cristian Bruno I.)*

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por brindarnos la fortaleza, perseverancia y sabiduría necesarias para afrontar cada desafío durante este camino y permitirnos culminar satisfactoriamente esta etapa de nuestra formación profesional.

A nuestros padres y hermanos, por su apoyo incondicional, confianza y constante motivación. Gracias por acompañarnos a lo largo de este proceso, por alentarnos a seguir adelante y por estar presentes en cada momento de dificultad y logro.

Al Dr. Guillermo Bravo, nuestro asesor, y al Dr. Arquímedes Gavino, nuestro coasesor, por su orientación, disposición, conocimientos, paciencia y valiosos aportes académicos. Sus recomendaciones y acompañamiento fueron fundamentales para el fortalecimiento, desarrollo y culminación de nuestro trabajo de investigación.

A los docentes y a la Universidad Peruana Cayetano Heredia, por contribuir a nuestra formación profesional y brindarnos los conocimientos y herramientas necesarios a lo largo de nuestra carrera.

Finalmente, expresamos nuestro más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que, de una u otra manera, contribuyeron con su tiempo, apoyo y confianza durante la realización de esta investigación.

A todos ellos, nuestro profundo agradecimiento.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Este trabajo fue autofinanciado por los autores del proyecto de investigación.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Los egresados:

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	ARANZAMENDI ENRRIQUEZ DAVID ALONSO
2.	BRUNO IPANAQUÉ CRISTIAN JESUS
3.	ORDÓÑEZ CARHUAVILCA MIRIAM DEYSI

Pertenecientes al programa de la **CARRERA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE RADIOLOGÍA**, autores del trabajo titulado: **ESTRATEGIAS PARA LA REDUCCIÓN DE ARTEFACTOS METÁLICOS ORIENTADAS A MEJORAR LA CALIDAD DE IMAGEN EN TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE CEREBRO, MACIZO FACIAL Y CUELLO EN INSTITUCIONES DE MEDIANO Y ALTO NIVEL RESOLUTIVO: UNA REVISIÓN DE ALCANCE** el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el **TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN TECNOLOGÍA MÉDICA EN LA ESPECIALIDAD DE RADIOLOGÍA** bajo la modalidad de **TESIS**.

En calidad de docentes asesores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	BRAVO PUENTE GUILLERMO	MEDICINA	ASESOR
2.	GAVINO GUTIERREZ ARQUIMEDES MANSUETO	MEDICINA	CO-ASESOR

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **12%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **trn:oid::1:3666290826**; fecha de entrega: **01-10-2026**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 01 de octubre del 2026.**

Firma del asesor
N° DNI: 09218831
ORCID: 0009-0004-3884-66751

Firma del Co-asesor
N° DNI: 40048216
ORCID: 0000-0002-3325-1004



TABLA DE CONTENIDO

Resumen

Abstract

I. Introducción	1
II. Objetivos.....	6
III. Materiales y Métodos	7
IV. Resultados	16
V. Discusión	26
VI. Conclusiones	34
VII. Referencias bibliográficas	37
VIII. Tablas, gráficos y figuras	46

RESUMEN

Introducción: Los artefactos metálicos en tomografía computarizada (TC) deterioran la calidad de imagen y dificultan la interpretación diagnóstica, lo que hace necesaria la síntesis de evidencia sobre estrategias para su reducción.

Objetivo: Mapear la evidencia científica sobre las estrategias para la reducción de artefactos metálicos orientadas a mejorar la calidad de imagen en TC de cerebro, macizo facial y cuello en instituciones de mediano y alto nivel resolutivo.

Criterios de inclusión: Se incluyeron estudios en pacientes sometidos a TC con implantes metálicos en las regiones de interés, publicados en inglés y español entre 2015 a 2025. **Métodos y Materiales:** Revisión de alcance desarrollada conforme a la metodología del Instituto Joanna Briggs (JBI) y reportada según PRISMA-ScR. Se realizaron búsquedas en PubMed, LILACS, Embase, Scopus,

ScienceDirect y literatura gris. **Resultados:** Los resultados cuantitativos evidenciaron una reducción del índice de artefactos metálicos de 572,0 a 88,4 con SEMAR, una disminución del ruido de imagen de 21,0 a 14,0 HU con VMI y de 18,8 a 11,8 HU con DLR + SEMAR, así como un incremento del CNR de 61 % a 69 % con MBIR. Además, predominó la población adulta, por lo que hubo restricción para establecer una comparación cuantitativa entre los grupos etarios.

Conclusiones: No existe una única estrategia para la reducción de artefactos metálicos, ya que este depende de la interacción entre los parámetros técnicos, la tecnología tomográfica y los algoritmos de reconstrucción.

Palabras clave: Algoritmos; Artefactos; Cabeza; Aumento de la Imagen; Tomografía.

ABSTRACT

Introduction: Metal artifacts in computed tomography (CT) degrade image quality and hinder diagnostic interpretation, necessitating a synthesis of evidence regarding reduction strategies. **Objective:** To map scientific evidence on strategies for reducing metal artifacts aimed at improving image quality in CT scans of the brain, facial skeleton, and neck in medium- and high-complexity healthcare institutions. **Inclusion criteria:** Studies involving patients undergoing CT with metal implants in the regions of interest, published in English and Spanish between 2015 and 2025, were included. **Methods and Materials:** A scoping review was conducted following the Joanna Briggs Institute (JBI) methodology and reported according to PRISMA-ScR guidelines. Searches were performed in PubMed, LILACS, Embase, Scopus, ScienceDirect, and gray literature sources. **Results:** Quantitative results showed a reduction in the metal artifact index from 572.0 to 88.4 with SEMAR; a decrease in image noise from 21.0 to 14.0 HU with VMI and from 18.8 to 11.8 HU with DLR + SEMAR; and an increase in CNR from 61% to 69% with MBIR. Additionally, the study population consisted predominantly of adults, limiting the ability to make quantitative comparisons across age groups. **Conclusions:** There is no single strategy for reducing metal artifacts, as the outcome depends on the interaction between technical parameters, CT technology, and reconstruction algorithms.

Keywords: Algorithms; Artifacts; Head; Image quality; Tomography

I. INTRODUCCIÓN

La tomografía computarizada (TC) es una herramienta diagnóstica que utiliza radiación ionizante y que ocupa un lugar relevante en la práctica clínica por su capacidad para obtener imágenes de alta resolución espacial (1). Para alcanzar resultados diagnósticos adecuados, se emplean protocolos ajustados a la región anatómica examinada, orientados a optimizar la calidad de la imagen y, al mismo tiempo, favorecer una distribución uniforme de la dosis de radiación. Pese a estas consideraciones, se continúa presentando una dificultad ampliamente descrita en la literatura: la aparición de artefactos metálicos, el cual puede deteriorar de manera importante la calidad de las imágenes y ocasionar repercusiones clínicas, entre ellas una visualización deficiente de las estructuras cercanas al metal, posibles errores de interpretación diagnóstica y la necesidad de repetir estudios, lo que incrementaría la dosis de radiación (2).

La presencia de materiales con un número atómico elevado constituye el principal origen de los artefactos metálicos, los cuales suelen observarse en las imágenes como bandas, trazos o líneas de tonalidad oscura o brillante alrededor de los elementos metálicos (3). Ante este fenómeno, los métodos de reconstrucción iterativa representan una estrategia técnica de especial importancia, ya que permiten disminuir estas distorsiones y favorecer una interpretación diagnóstica más clara y confiable de las imágenes obtenidas (4).

Dentro de las estrategias disponibles se encuentran los algoritmos algebraicos convencionales, los métodos sustentados en modelos físicos, como MBIR, y soluciones específicas entre las que destacan iMAR y OMAR. Estas herramientas han mostrado capacidad para reducir las distorsiones producidas por materiales metálicos y, en consecuencia, mejorar tanto la visualización como la utilidad diagnóstica de las imágenes (5). De manera general, las estrategias destinadas a disminuir los artefactos metálicos pueden organizarse en dos categorías principales: aquellas fundamentadas en software y aquellas que dependen del hardware. En el grupo basado en software se consideran los algoritmos iterativos, el ajuste y optimización de los parámetros de adquisición y las aplicaciones de inteligencia artificial, en particular las desarrolladas mediante aprendizaje profundo (Deep Learning). En cambio, dentro de las estrategias vinculadas al hardware se encuentran tecnologías como la tomografía computarizada de energía dual (DECT) y la tomografía computarizada con detectores de conteo de fotones (PCCT) (6, 7).

Desde la perspectiva clínica, un estudio desarrollado en Estados Unidos y publicado en 2022 evaluó a 145 pacientes con aneurismas cerebrales tratados mediante embolización con coils, e identificó la presencia de artefactos metálicos relevantes en los estudios de TC de encéfalo (8). Este resultado guarda concordancia con los hallazgos descritos en pacientes tratados con dispositivos de embolización Pipeline (PED), en quienes también se

documentaron restricciones para la evaluación diagnóstica asociadas con la presencia de material metálico en la región evaluada (9).

En el escenario internacional, la importancia de este problema también puede apreciarse a partir del aumento de personas portadoras de implantes metálicos. La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de los Estados Unidos (NHANES) informó que, entre las personas de 40 años o más, la prevalencia de portadores de implantes metálicos, incluidos dispositivos ortopédicos, dentales y cardiovasculares, se incrementó del 23 % en 2015 al 31.53 % en 2020 (10). Esta tendencia refuerza la relevancia clínica creciente de los artefactos metálicos en TC, debido al efecto que pueden generar sobre la interpretación diagnóstica de las imágenes.

En 2015, una investigación observacional efectuada en la Universidad de Erlangen Nuremberg estudió a 50 pacientes portadores de prótesis dentales y verificó que el algoritmo IMAR redujo las áreas consideradas no evaluables desde 38% hasta 7%, atenuando los artefactos de alta densidad (11). Posteriormente, un estudio publicado en 2019 examinó la utilidad clínica del software MAR en pacientes con diferentes tipos de implantes metálicos y comunicó una disminución sostenida de las distorsiones, acompañada de una delimitación más adecuada de las estructuras anatómicas adyacentes (12, 13). De forma complementaria, en un estudio experimental se aplicó el algoritmo SEMAR a imágenes de TC correspondientes a pacientes con clips

y coils intracraneales, observándose una reducción del ruido relacionado con los artefactos metálicos y una mejoría de la relación señal-ruido (14).

Pese a los avances descritos, la evidencia disponible continúa siendo heterogénea en aspectos como el diseño metodológico, las características de la población analizada, el tipo de implante metálico, la región anatómica estudiada y las estrategias empleadas para disminuir los artefactos. Esta variabilidad dificulta establecer comparaciones directas y realizar una integración homogénea de los resultados. A ello se suma que una proporción importante de los estudios proviene de centros especializados que disponen de tecnología avanzada, lo que restringe la posibilidad de extrapolar sus resultados a instituciones con niveles resolutivos diferentes. Por esta razón, todavía no se cuenta con una síntesis amplia, estructurada y organizada de la evidencia relativa a las estrategias disponibles para disminuir artefactos metálicos en TC de cerebro, macizo facial y cuello, especialmente respecto a su eficacia y aplicabilidad clínica en distintos contextos asistenciales (15).

Dentro del contexto peruano, esta problemática adquiere una importancia particular a partir del incremento reportado de los accidentes de tránsito y de las lesiones ocasionadas por proyectiles de arma de fuego. De acuerdo con la literatura reciente, ambas situaciones se relacionan con una mayor probabilidad de encontrar cuerpos metálicos en el interior del organismo (16). En este escenario, aunque las heridas por proyectil de arma de fuego afectan con mayor frecuencia a las extremidades, el tórax y el abdomen, las

regiones craneofacial y cervical requieren una atención diagnóstica especial por concentrar numerosas estructuras anatómicas críticas, lo que puede volver más compleja su evaluación (17).

Considerando este panorama, se estimó pertinente desarrollar una revisión de alcance conforme a la guía Prisma-ScR, con el propósito de identificar, mapear y sintetizar la evidencia disponible acerca de las estrategias destinadas a reducir los artefactos metálicos, además de examinar su posible aplicación dentro de la práctica radiológica. A partir de lo anteriormente expuesto, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la evidencia científica disponible sobre las estrategias para la reducción de artefactos metálicos orientadas a mejorar la calidad de imagen en tomografía computarizada de cerebro, macizo facial y cuello en instituciones de mediano y alto nivel resolutivo?

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Mapear la evidencia científica sobre las estrategias para la reducción de artefactos metálicos orientadas a mejorar la calidad de imagen en TC de cerebro, macizo facial y cuello en instituciones de mediano y alto nivel resolutivo.

Objetivos específicos

1. Identificar las estrategias utilizadas para la reducción de artefactos metálicos en TC de cerebro, macizo facial y cuello, orientadas a optimizar la calidad de imagen.
2. Describir los principales hallazgos reportados en la literatura en relación con la calidad de imagen tras la implementación de estrategias para la reducción de artefactos metálicos en TC de cerebro, macizo facial y cuello.
3. Describir las características metodológicas y técnicas de los estudios seleccionados.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio desarrollado corresponde metodológicamente a una revisión de alcance (scoping review), elaborada de acuerdo con las directrices metodológicas propuestas por el Instituto Joanna Briggs (JBI). Este enfoque permite mapear de manera sistemática la evidencia científica existente, identificar áreas en las que persisten vacíos de conocimiento y describir las distintas estrategias empleadas para disminuir los artefactos metálicos, con la finalidad de optimizar la calidad de imagen en tomografía computarizada de cerebro, macizo facial y cuello. La estructura de la revisión se estructuró a partir de una pregunta de investigación guiada por el marco PCC (Población, Concepto y Contexto). Este marco sirvió como base para establecer los criterios de inclusión y exclusión consignados en el Anexo 1, formular la estrategia de búsqueda, seleccionar las fuentes de evidencia y organizar la extracción de información mediante una ficha elaborada de acuerdo con las recomendaciones del JBI. Los hallazgos obtenidos se exponen por medio de una síntesis narrativa complementada con recursos visuales, entre ellos tablas y gráficos. De acuerdo con las recomendaciones metodológicas aplicables a las revisiones de alcance, no se realizó una evaluación de la calidad metodológica de los estudios finalmente incluidos. Como etapa final del proceso metodológico, el reporte de los hallazgos se preparó siguiendo la guía PRISMA-ScR, empleada como referente para ordenar, estructurar y presentar los resultados dentro del informe final de la revisión.

Criterios de inclusión

- Estudios que incluyan a niños y adultos sometidos a estudios de TC, simples o contrastadas, de cerebro y/o macizo facial y/o cuello, en los que se reporte la presencia de artefactos metálicos.
- Estudios que describan diseños o estrategias para la reducción de artefactos metálicos en las diversas modalidades de TC (convencional, espectral y energía dual) de cerebro y/o macizo facial y/o cuello.
- Estudios de TC en cerebro, macizo facial y cuello realizados en instituciones de salud de mediano y alto nivel resolutivo.
- Estudios que incluyen diseños cuantitativos, estudios observacionales descriptivos, analíticos y estudios experimentales.
- Estudios secundarios que incluyen revisiones sistemáticas y revisiones de alcance, únicamente para identificar estudios primarios relevantes y para mapear vacíos de conocimiento en el campo.
- Se incluirá literatura gris (tesis académicas, informes técnicos, documentos de políticas de salud).
- Se incluirá estudios publicados en los siguientes idiomas: español e inglés
- Estudios publicados en el intervalo del año 2015 y 2025.

Criterios de exclusión

- Estudios que no reporten explícitamente estrategias dirigidas a la reducción de artefactos metálicos en estudios de TC de cerebro, macizo facial y cuello.

Definición operacional de las variables

Con la finalidad de comprender de manera completa las estrategias empleadas para reducir los artefactos metálicos y mejorar la calidad de imagen en TC de cerebro, macizo facial y cuello, se realizó un análisis descriptivo de las variables consideradas en el estudio, cuya operacionalización se representa en el Anexo 2.

Artefactos metálicos en tomografía computarizada

Son distorsiones generadas en las imágenes de TC debido a la presencia de materiales de alta densidad, como clips aneurismáticos, coils, implantes dentales, prótesis metálicas o placas de osteosíntesis, los cuales alteran la atenuación del haz de rayos X, afectando la calidad diagnóstica y dificultando la adecuada visualización anatómica. Entre los principales tipos de artefactos metálicos destacan:

- **Beam hardening (endurecimiento del haz):** Son bandas hipodensas e hiperdensas que se generan cuando los fotones de baja energía son absorbidos preferentemente por el metal.
- **Photon starvation (inanición de fotones):** Ocurre cuando la elevada densidad del material metálico impide el paso suficiente de fotones hacia el detector, incrementando el ruido de imagen.
- **Streak artifacts:** Son líneas brillantes u oscuras alrededor del implante metálico, interfiriendo en la delimitación anatómica.

Clasificación de patologías y dispositivos metálicos evaluados

Los estudios incluidos abordaron diferentes regiones anatómicas y materiales metálicos, agrupándose principalmente en:

- **Encéfalo:** clips aneurismáticos y coils intracraneales.
- **Macizo facial:** implante dental, reconstrucción maxilofacial y prótesis.
- **Cuello:** fijaciones vertebrales cervicales y materiales osteosintéticos.

Calidad de imagen tomográfica

Es el grado de claridad diagnóstica de una imagen obtenida en TC, donde su evaluación comprende indicadores cuantitativos y cualitativos.

Los indicadores cuantitativos incluyen el ruido de imagen expresado en unidades Hounsfield (HU), la relación contraste-ruido (CNR), la relación señal-ruido (SNR) y el índice de artefacto metálico. Asimismo, la valoración cualitativa considera escalas subjetivas de interpretación diagnóstica relacionadas con la nitidez anatómica, visibilidad de tejidos y confianza diagnóstica del observador.

Fuentes de información

La búsqueda de literatura se delimitó al periodo comprendido entre 2015 y 2025. Se estableció el año 2015 como punto inicial debido a que, a partir de ese periodo, se produjo la introducción y posterior consolidación de técnicas avanzadas de reconstrucción y reducción de artefactos en TC, entre ellas los algoritmos MAR. La selección de este intervalo se sustentó en reportes técnicos y publicaciones que documentan la evolución de los métodos de reconstrucción de imágenes por TC y la validación de estrategias dirigidas a

optimizar la calidad de imagen en exploraciones de cerebro, macizo facial y cuello (25). Todo el proceso de búsqueda se desarrolló siguiendo las recomendaciones metodológicas del Instituto Joanna Briggs (JBI) para la realización de revisiones de alcance.

Fuentes primarias:

La búsqueda principal comprendió cinco bases de datos: Medline a través de PubMed, Embase mediante Ovid, Lilacs, Science Direct y Scopus, las cuales permitieron identificar estudios primarios de tipo cuantitativo, cualitativo, observacional y experimental que cumplieran con los criterios de inclusión definidos. Para construir la estrategia de búsqueda se utilizaron descriptores MeSH combinados mediante operadores booleanos, cuya formulación específica se presenta en la sección correspondiente.

Literatura gris:

Con el propósito de disminuir la posibilidad de sesgo de publicación y ampliar el alcance del mapeo de la evidencia, la estrategia de búsqueda también incorporó literatura gris. En Google Scholar se examinaron los resultados organizados de acuerdo con su relevancia. Asimismo, se consultaron repositorios académicos y bases de datos de tesis, aplicando filtros según idioma, específicamente inglés y español, y según el periodo de publicación establecido entre 2015 y 2025.

Estrategias de búsqueda

La búsqueda preliminar se llevó a cabo en octubre de 2025 mediante la combinación de vocabularios controlados, incluidos MeSH para PubMed,

Emtree para Embase y DeCS para Lilacs, junto con términos libres vinculados con “brain”, “head”, “facial bones”, “face”, “artifacts”, “neck”, “skull”, “algorithms”, “metallic artifact”, “metals”, “reduction”, “methods”, “strategies”, “computed tomography”, “image quality” y “hospitals”, tal como se detalla en el Anexo 3.

Selección de fuentes de evidencia

La administración de los registros recuperados y la identificación de documentos duplicados se efectuaron mediante Zotero, utilizando su función de detección automática y complementándola con una comprobación manual. Tres revisores independientes, identificados como DA, CB y MO, examinaron los títulos, resúmenes y textos completos conforme a los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos y siguiendo las recomendaciones metodológicas del Joanna Briggs Institute (JBI). Cuando se presentaron discrepancias, estas se resolvieron inicialmente por consenso y, si el desacuerdo persistía, se recurrió a la participación de un cuarto revisor.

Para obtener aquellos textos completos cuyo acceso se encontraba restringido, se recurrió a bibliotecas académicas, comunicación directa con los autores y redes institucionales disponibles. Las razones por las cuales determinados estudios fueron excluidos se registraron de manera sistemática. Además, el proceso completo de selección de las fuentes se representó en un diagrama de flujo PRISMA-ScR, en el que se consignó el número de registros duplicados, incluidos y excluidos en cada fase.

Extracción y análisis de datos

La recopilación de la información se efectuó mediante un instrumento diseñado específicamente para esta revisión y elaborado de acuerdo con las directrices establecidas por el Joanna Briggs Institute (JBI). Esta herramienta fue desarrollada en Microsoft Excel, versión 2021, y antes de su aplicación definitiva se sometió a una prueba piloto. Posteriormente, los investigadores revisaron su estructura con el propósito de asegurar claridad, consistencia y una utilización uniforme durante todo el proceso de extracción.

La información extraída comprendió las características generales de cada estudio, entre ellas autor, año, país y diseño metodológico; además, se recopilaron datos correspondientes a la población, el concepto y el contexto definidos por el marco PCC. También se registraron las modalidades de tomografía computarizada utilizadas, incluidas las modalidades dual y espectral, las estrategias destinadas a reducir artefactos metálicos y los principales resultados relacionados con la calidad de imagen. Estos últimos incluyeron indicadores cuantitativos, valoraciones cualitativas y las limitaciones descritas por los propios estudios.

Tres revisores, identificados como DA, CB y MO, realizaron de manera independiente el proceso de extracción de los datos. Las diferencias encontradas durante esta etapa se solucionaron mediante consenso y, cuando fue necesario, con la intervención de un cuarto revisor. Una vez concluida la

extracción, la información se organizó en tablas y mapas para facilitar su análisis narrativo, de acuerdo a los lineamientos de PRISMA-ScR.

Plan de análisis

La información obtenida se ordenó y presentó por medio de una síntesis narrativa, complementada con tablas de resumen, gráficos de distribución y el correspondiente diagrama de flujo PRISMA. Esta organización tuvo como finalidad mapear de forma estructurada la evidencia y responder a los objetivos planteados en la revisión, siguiendo las orientaciones del Joanna Briggs Institute (JBI) y de PRISMA-ScR. La síntesis se organizó de acuerdo con las categorías del marco PCC, es decir, Población, Concepto y Contexto, lo que permitió caracterizar los estudios incluidos y reconocer tendencias, patrones recurrentes y vacíos de conocimiento presentes en la literatura disponible.

Debido a la heterogeneidad metodológica observada entre los estudios seleccionados, se optó por desarrollar un análisis de carácter descriptivo, sin utilizar procedimientos estadísticos inferenciales ni efectuar un metaanálisis, decisión coherente con la naturaleza de las revisiones de alcance. Para procesar la información y construir las matrices de extracción, las tablas y los distintos recursos visuales se empleó Microsoft Excel, versión 2021. La organización de los datos consideró elementos como las características de la población, los parámetros técnicos utilizados durante la adquisición, las estrategias destinadas a disminuir los artefactos metálicos y los principales resultados comunicados en cada investigación.

Finalmente, la presentación de los hallazgos se realizó de acuerdo con las directrices PRISMA-ScR y se vinculó con los objetivos específicos de la revisión mediante descripciones narrativas, tablas de síntesis y recursos visuales. Las diferencias que surgieron durante la síntesis o la interpretación de la información fueron solucionadas mediante consenso entre los revisores DA, CB y MO y, en aquellos casos en que resultó necesario, se contó con la participación de un evaluador adicional identificado como GB.

Aspectos éticos

El proyecto fue registrado en el Sistema Descentralizado de Información y Seguimiento de la Información (SIDISI), perteneciente a la Dirección Universitaria de Investigación, Ciencia y Tecnología (DUICT) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, en cumplimiento de las disposiciones institucionales correspondientes a las revisiones de alcance. Debido a que el estudio se sustentó exclusivamente en literatura previamente publicada y no implicó la participación directa de seres humanos, no se anticiparon riesgos de naturaleza ética. Aun así, el proyecto fue presentado ante el Comité Institucional de Ética en Investigación (CIEI) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia para su evaluación, obteniéndose la aprobación correspondiente el 24 de noviembre de 2025. La información relacionada con esta aprobación fue debidamente registrada y documentada. Posteriormente, una vez obtenida la autorización correspondiente, el proyecto se publicó en un repositorio público del SIDISI con el propósito de garantizar la transparencia del proceso desarrollado.

IV. RESULTADOS

La búsqueda sistemática permitió identificar 56 registros en total. De ellos, 53 procedían de bases de datos indexadas, específicamente PubMed, LILACS, Embase, Scopus y ScienceDirect, mientras que 3 se localizaron mediante fuentes adicionales, entre ellas Google Scholar y el repositorio Alicia. Después de eliminar 11 registros duplicados, se inició la etapa de cribado mediante revisión de títulos y resúmenes, proceso realizado de forma independiente por los revisores. De los 43 registros sometidos a evaluación, 14 fueron descartados. Los 29 artículos restantes pasaron a la fase de lectura a texto completo; no obstante, 2 no pudieron ser recuperados, por lo que finalmente se revisaron 27 artículos para determinar su elegibilidad. Durante esta evaluación se excluyeron 5 estudios por incumplir los criterios de inclusión, de los cuales 3 habían sido realizados en fantasmas y 2 correspondían a regiones anatómicas generales. Finalmente, al sumar los 22 estudios seleccionados desde las bases de datos y los 2 identificados en fuentes adicionales, se incluyeron 24 estudios en la síntesis de esta revisión. Este proceso de selección se representó en el Diagrama PRISMA-ScR incluido en el Anexo 4.

Características generales de los artículos seleccionados.

Las características principales de los 24 estudios recopilados y publicados entre 2015 y 2025 fueron organizadas para su descripción. En cuanto a la distribución geográfica, Europa concentró la mayor proporción de publicaciones, equivalente al 67.9% del total, con estudios procedentes de

Alemania, Suiza, Reino Unido, Suecia y España. Asia representó el 21.4% de las investigaciones, con aportes provenientes de Japón, Corea del Sur y China, mientras que América reunió el 10.7%, con trabajos desarrollados en Estados Unidos y Perú. Esta distribución permite observar que la investigación sobre reducción de artefactos metálicos en TC se ha concentrado principalmente en regiones con amplia disponibilidad de tecnologías avanzadas y un elevado desarrollo en el área de radiología.

En relación con el diseño metodológico, la mayor parte de las investigaciones correspondió a estudios observacionales retrospectivos, que representaron el 87.5% del total (n=21). Los estudios observacionales prospectivos constituyeron el 12.5% restante (n=3). Esta distribución confirma que la evidencia analizada proviene principalmente de bases de datos clínicas y de revisiones retrospectivas de estudios de imagen previamente adquiridos. Respecto al idioma de publicación, todos los artículos seleccionados estaban redactados en inglés o español.

Respecto de las estructuras anatómicas evaluadas, los estudios mostraron una distribución amplia entre las regiones consideradas. El encéfalo fue la estructura examinada con mayor frecuencia, al estar incluido en 8 estudios; le siguió el cuello, presente en 5 investigaciones, y posteriormente la región facial, abordada en 4 estudios. Además, 7 investigaciones evaluaron más de una estructura anatómica, lo que evidencia que algunos autores adoptaron

enfoques de análisis integradores para estudiar el efecto de las estrategias de reducción de artefactos (Gráfico 1).

Características metodológicas y técnicas de los estudios seleccionados.

El análisis de los 24 estudios seleccionados evidenció una considerable heterogeneidad técnica relacionada con los modelos de tomógrafos utilizados, las modalidades de adquisición implementadas y los algoritmos de reconstrucción aplicados. Siemens fue la marca de equipo más frecuente, al estar presente en 12 estudios (50.0%). Philips fue empleada en 5 (20.8%), Canon/Toshiba también en 5 (20.8%), mientras que GE Healthcare estuvo representada en 2 (8.3%) (Gráfico 2).

La diversidad tecnológica identificada también estuvo asociada con diferencias en las modalidades de adquisición. Los estudios realizados antes de 2018 se apoyaron principalmente en TC convencional. En cambio, las investigaciones publicadas posteriormente comenzaron a incorporar modalidades de mayor complejidad, como la TC de energía dual (DECT) y la TC con detector espectral (SDCT). A partir de 2023, la TC de Conteo de Fotones (PCCT) se posicionó como tecnología eficiente y fue evaluada de manera destacada en 4 estudios (43, 45, 46,49).

En este escenario, los parámetros técnicos empleados por las investigaciones revisadas mostraron una influencia directa sobre la calidad de imagen obtenida y sobre la capacidad de disminuir los artefactos metálicos. Por ejemplo, 4 estudios utilizaron TC convencional en rangos de 80–120 kV

combinada con algoritmos MAR o iMAR (26, 28, 35, 44), con lo cual consiguieron una eliminación parcial de los artefactos. Por otra parte, la combinación de TC helicoidal con SEMAR y AIDR3D/FIRST, evaluada en el estudio (27), permitió mejorar la visualización de estructuras óseas y dentales.

Posteriormente, 5 estudios incorporaron TC de Energía Dual (DECT) o TC de Detector Espectral (SDCT) junto con VMI en un intervalo de 40–200 keV (30, 32, 37, 40, 42). Estas combinaciones permitieron alcanzar una reducción adicional de los artefactos metálicos y favorecer una visualización y delimitación más precisa de los tejidos blandos, especialmente cuando las reconstrucciones espectrales se utilizaron conjuntamente con algoritmos iMAR o Smart MAR. De manera paralela, la TC de Conteo de Fotones (PCCT) con VMI entre 70–190 keV (43, 45, 46, 49), así como los enfoques híbridos que combinaron aprendizaje profundo con SEMAR (DLR + SEMAR) (48), mostraron una mayor capacidad para eliminar artefactos y mejorar la calidad global de las imágenes.

En conjunto, las distintas estrategias documentadas en los estudios ponen en evidencia una evolución tecnológica definida, que parte de métodos esencialmente iterativos y progresa hacia enfoques multienergéticos e híbridos capaces de mejorar la discriminación de los artefactos, disminuir las distorsiones y favorecer la calidad de imagen.

Distribución de los estudios según grupo etario

En relación con el grupo etario, la evidencia disponible estuvo constituida predominantemente por población adulta, mientras que la representación de pacientes pediátricos fue limitada. Debido al reducido número de estudios y/o participantes pediátricos, no fue posible establecer una comparación cuantitativa concluyente entre la población pediátrica y adulta respecto a la mejora de la calidad de imagen. Por tanto, los resultados deben interpretarse principalmente en función de la evidencia disponible en población adulta.

Estrategias utilizadas para la reducción de artefactos metálicos en TC de cerebro, región facial y cuello

En los 24 estudios incluidos se identificó una amplia variedad de estrategias orientadas a la reducción de artefactos metálicos, las cuales pueden agruparse en cinco enfoques principales, que reflejan la progresión tecnológica de la última década.

El primer enfoque correspondió al uso de algoritmos MAR convencionales (Metal Artifact Reduction), un conjunto de técnicas iterativas de interpolación orientadas a reducir los artefactos generados por material metálico. En 11 estudios (45.8%) emplearon variantes como MAR, iMAR y O-MAR, las cuales se aplicaron en las tres regiones anatómicas evaluadas. En el encéfalo, 4 estudios retrospectivos (26, 28, 35, 47) evidenciaron la utilidad de las distintas versiones de MAR como intervención central. En el cuello, 2 estudios (40, 44) evaluaron iMAR bajo diseños prospectivos y retrospectivos. En la región facial, 2 estudios prospectivos (45, 46)

reafirmaron la utilidad del algoritmo en tejidos óseos complejos. También, en 1 estudio (38) se empleó O-MAR de forma complementaria junto con maniobras de apertura bucal en evaluaciones combinadas de encéfalo y cuello, mientras que en 2 estudios (28, 33) utilizaron MAR y Smart MAR en un análisis donde incorporaron encéfalo, región facial y cuello.

El segundo enfoque involucró modalidades multienergéticas, representado por 7 estudios retrospectivos (29.2%) que utilizaron tecnologías como DECT o SDCT para generar reconstrucciones avanzadas. En el encéfalo, 2 estudios (37, 42) mostraron el potencial del uso de TC espectral combinada con Imágenes Monoenergéticas Virtuales (VMI) en un rango de 40 a 200 keV. En estudios que abordaban encéfalo y cuello, (32) se empleó DECT como intervención principal, mientras que en 1 estudio (39) se integró VMI con iMAR para potenciar la calidad de imagen. En la región facial y el cuello, 2 estudios (30, 49) recurrieron al uso de VMI como técnica central, complementándola con algoritmos iterativos. Y, por último, 1 estudio (43) evaluó la región facial mediante VMI en diferentes niveles energéticos y su integración con iMAR como estrategia adicional.

El tercer enfoque correspondió al uso del algoritmo SEMAR (Single-Energy Metal Artifact Reduction), una técnica de reconstrucción iterativa avanzada desarrollada por Canon/Toshiba que identifica el metal, corrige su distorsión y reintegra la estructura metálica para obtener imágenes más limpias. Este enfoque fue evaluado en 3 estudios retrospectivos (12.5%) como intervención principal. Un estudio (47) aplicó esta técnica exclusivamente en

el encéfalo, mientras que otro (41) la utilizó en exploraciones que incluían encéfalo y cuello. Por su parte, un estudio (27) analizó SEMAR en el cuello, comparándolo con otras técnicas iterativas convencionales.

El cuarto enfoque reunió a 3 estudios retrospectivos (12.5%) que emplearon estrategias avanzadas de reconstrucción e IA. En el encéfalo, un estudio (31) comparó métodos iterativos como MBIR y ASIR, mientras que, en el cuello, un estudio (36) evaluó reconstrucciones híbridas y otra (48) investigó la combinación de técnicas de aprendizaje profundo (DLR) con SEMAR como estrategia complementaria. Finalmente, el quinto enfoque correspondió a la TC de Conteo de Fotones (PCCT) en 4 estudios (43, 45, 46, 49).

Estas investigaciones emplearon detectores de conteo de fotones mediante el sistema Siemens NAEOTOM Alpha, la cual se integró con Imágenes Monoenergéticas Virtuales (VMI), abarcando rangos entre 70 y 190 keV, y en la mayoría de estudios se combinó con algoritmos iterativos.

En conjunto, las estrategias identificadas muestran una transición progresiva desde el uso de algoritmos iterativos convencionales hacia modalidades multienergéticas, algoritmos dedicados (como SEMAR), técnicas híbridas basadas en la IA y tecnologías emergentes como la TC de conteo de fotones.

Evidencia disponible sobre la mejora en la calidad de imagen en TC de cerebro, región facial y cuello

Los estudios incluidos evidenciaron mejoras cuantificables en la calidad de imagen mediante distintas estrategias de reducción de artefactos metálicos,

expresadas principalmente por disminución del ruido, incremento de la relación contraste-ruido (CNR), mejora de la interpretabilidad diagnóstica y reducción del índice de artefacto metálico.

En el encéfalo, un estudio retrospectivo (26) reportó una mejor visualización del parénquima cerebral y estructuras vasculares en presencia de clips y coils, con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$). Asimismo, otro estudio (37) demostró una reducción de artefactos hipodensos ($p < 0.05$), señalando que la combinación de algoritmos MAR con Imágenes Monoenergéticas Virtuales (VMI) permitió una corrección más eficiente.

En el cuello, mediante un estudio prospectivo de angiografía carotídea por TC de energía dual (DECT), observaron una mejora objetiva de la calidad de imagen mediante VMI (40). La relación contraste-ruido (CNR) alcanzó valores de 90.08 ± 22.14 en VMI de 56 keV, superiores a los obtenidos con TC convencional (80.68 ± 24.47) a 90 kV. Además, obtuvo mejor calidad subjetiva de imagen con VMI de 50 keV, con puntuación promedio de 3.70 ± 0.53 en una escala Likert de 4 puntos.

De forma similar, se evaluó el algoritmo iMAR en pacientes con cáncer oral y orofaríngeo afectados por artefactos dentales metálicos (44). Los autores reportaron incrementos en la relación señal-ruido (SNR) y relación contraste-ruido (CNR), junto con disminución del índice de artefacto (AI), especialmente en los niveles 4 y 5 del algoritmo ($p < 0.001$). Asimismo, la detección tumoral fue 2.4 veces mayor con iMAR nivel 5, 2.1 veces mayor

con nivel 4 y 1.9 veces mayor con nivel 3 respecto a las reconstrucciones convencionales.

Respecto al algoritmo SEMAR, un estudio (27) reportó el menor índice de artefacto metálico (88.4) frente a AIDR-3D (572.0) y FIRST (477.7). Asimismo, otro estudio (41) indicó una mejora de la interpretabilidad diagnóstica en el 82% de las imágenes con calidad deteriorada.

En cuanto a las técnicas avanzadas de reconstrucción, un estudio (30) mostró que las VMI de alta energía redujeron el ruido de 21.0 a 14.0 HU, además de disminuir artefactos hiperdensos de 345.3 a 108.4 HU. Del mismo modo, MBIR incrementó la relación contraste-ruido de 61% a 69% y redujo el ruido cerebral de 11.1 a 7.3 HU frente a ASIR (31). Además, Smart MAR permitió detectar exclusivamente el 22% de tumores no visibles con reconstrucciones estándar (33).

Por otro lado, la combinación de aprendizaje profundo con SEMAR (DLR+ SEMAR) incrementó la puntuación subjetiva de calidad diagnóstica de 2 a 4 puntos en una escala de 5 puntos y redujo el ruido de 18.8 a 11.8 HU (48).

Finalmente, cuatro estudios (43,45,46,49) demostraron que la Tomografía Computarizada de Conteo de Fotones (PCCT), integrada con VMI e iMAR, logró una reducción más estable de artefactos metálicos, mejor recuperación anatómica y disminución del ruido residual, especialmente en regiones faciales y cervicales complejas.

En conjunto, los resultados cuantitativos evidenciaron una mejora de diferentes parámetros de calidad de imagen tras la aplicación de estrategias de reducción de artefactos metálicos, principalmente mediante la reducción del ruido, del artefacto metálico y el incremento de la relación contraste-ruido (Tabla 4). El índice de artefactos metálicos disminuyó de 572,0 a 88,4 con SEMAR, equivalente a una reducción del 84,5 %. Asimismo, el ruido de imagen disminuyó de 21,0 a 14,0 HU mediante VMI, mientras que la combinación DLR + SEMAR redujo el ruido de 18,8 a 11,8 HU. En relación con el contraste, la aplicación de MBIR incrementó el CNR de 61 % a 69 %. Además, la valoración subjetiva de la calidad diagnóstica aumentó de 2/5 a 4/5 con DLR + SEMAR.

V.DISCUSIÓN

La revisión de alcance desarrollada permitió integrar y sintetizar la evidencia científica relacionada con las estrategias empleadas para disminuir los artefactos metálicos en tomografía computarizada (TC) de cerebro, región facial y cuello. Los estudios analizados mostraron una progresión tecnológica sostenida, que va desde el uso de algoritmos iterativos convencionales hasta la incorporación de modalidades multienergéticas y alternativas sustentadas en inteligencia artificial. En conjunto, estos hallazgos indican que la calidad final de la imagen se encuentra condicionada por la interacción entre la modalidad tomográfica utilizada, los parámetros técnicos seleccionados y el método de reconstrucción aplicado.

Entre las estrategias reconocidas en la evidencia, tuvieron una presencia predominante los algoritmos iterativos MAR, iMAR, O-MAR y SEMAR, empleados de manera aislada o complementados con reconstrucciones monoenergéticas virtuales (VMI), algoritmos basados en modelos como MBIR y técnicas de aprendizaje profundo (DLR). No obstante, la literatura revisada señala que no existe una única estrategia que pueda considerarse superior en todos los escenarios, debido a que su rendimiento se encuentra influido por el tipo de implante metálico, la región anatómica estudiada y las características técnicas del equipo tomográfico, en concordancia con lo descrito en investigaciones previas (50,51).

En lo relacionado con la calidad de imagen, la TC convencional consiguió mejoras parciales cuando se combinó con algoritmos iterativos, debido a que permitió una visualización anatómica más adecuada y una disminución del ruido. Sin embargo, este enfoque presentó limitaciones cuando existían implantes de elevada densidad o múltiples materiales metálicos, especialmente en regiones anatómicas complejas (26, 28, 29, 31, 33, 35, 38, 41,44). En comparación, las modalidades multienergéticas DECT y SDCT mostraron resultados favorables mediante el empleo de VMI de alta energía, entre 120–200 keV, particularmente para disminuir los artefactos; mientras que los niveles energéticos bajos favorecieron el contraste de los tejidos blandos. Asimismo, la combinación de estas modalidades con algoritmos como iMAR o Smart MAR mejoró la estabilidad de los valores Hounsfield y facilitó una delimitación anatómica más precisa (30,32,37,39,40,42).

Los resultados obtenidos permiten plantear que el mejor comportamiento observado con tecnologías como PCCT y con las modalidades espectrales podría estar relacionado con su mayor capacidad para diferenciar niveles de energía y con una corrección más eficiente del endurecimiento del haz (beam hardening). Estas características favorecerían una recuperación anatómica más adecuada cuando existen materiales metálicos de alta densidad. Esta interpretación coincide con lo informado por Gjesteby et al. y Katsura et al., quienes señalan que las reconstrucciones espectrales y los algoritmos avanzados pueden mejorar la interpretabilidad diagnóstica en regiones anatómicas de elevada complejidad (36,48).

Desde el punto de vista clínico, los hallazgos sugieren que una mejor calidad de imagen no únicamente facilita la interpretación diagnóstica, sino que también podría reducir la necesidad de repetir exploraciones tomográficas y, de esta manera, contribuir indirectamente a las medidas de radioprotección. Bajo esta perspectiva, seleccionar de forma apropiada los parámetros técnicos y las estrategias de reconstrucción constituye un elemento esencial para mantener un equilibrio adecuado entre la calidad necesaria para el diagnóstico y la dosis de radiación administrada.

La relación existente entre calidad de imagen y dosis de radiación representa un componente fundamental en tomografía computarizada, dado que parámetros técnicos como el voltaje (kV), la corriente del tubo (mA) y los algoritmos de reconstrucción producen efectos directos sobre el ruido, el contraste y la resolución de las estructuras anatómicas. En este marco, modalidades como DECT, SDCT y PCCT, cuando se combinan con VMI y algoritmos iterativos, pueden favorecer la optimización de la calidad diagnóstica sin que ello implique necesariamente un aumento de la exposición radiológica. A su vez, estas estrategias podrían disminuir la probabilidad de tener que repetir determinadas exploraciones tomográficas. A partir de los estudios examinados, se observó que la disminución de los artefactos metálicos no está determinada por una única intervención, sino por la interacción entre la modalidad tecnológica disponible, los parámetros utilizados durante la adquisición y el algoritmo seleccionado para la reconstrucción. Aunque la TC convencional conserva utilidad en escenarios

de menor complejidad, las modalidades espectrales, la PCCT y las estrategias híbridas sustentadas en inteligencia artificial mostraron un desempeño más favorable. En consecuencia, resulta pertinente continuar desarrollando protocolos estandarizados que puedan adaptarse a la región anatómica evaluada, al tipo de implante metálico presente y a la disponibilidad tecnológica específica de cada institución.

LIMITACIONES

La presente revisión de alcance posee varias limitaciones. En primer término, se observó una heterogeneidad metodológica considerable entre los 24 estudios incluidos, vinculada con el tipo de implante metálico evaluado, entre ellos clips aneurismáticos, prótesis dentales, placas maxilofaciales y coils endovasculares; los protocolos de adquisición empleados; los parámetros técnicos utilizados, con valores entre 80–140 kV y diferentes intervalos de VMI; los algoritmos de reducción seleccionados y los modelos de tomógrafo utilizados. Esta diversidad metodológica y técnica dificultó realizar comparaciones directas entre los estudios y restringió la posibilidad de establecer conclusiones cuantitativas uniformes acerca de la efectividad relativa de cada estrategia.

En segundo término, la evidencia estuvo dominada por estudios observacionales retrospectivos, característica que puede aumentar el riesgo de sesgo de selección, introducir variabilidad entre observadores y reflejar diferencias en las condiciones de adquisición de las imágenes. Además, diversos estudios incluyeron muestras de tamaño reducido y proporcionaron información incompleta sobre parámetros técnicos relevantes, como pitch, mA, grosor de corte o configuraciones específicas de reconstrucción. Estas limitaciones disminuyen la reproducibilidad de los procedimientos y restringen la generalización de los resultados hacia otros contextos clínicos o tecnológicos.

Una limitación adicional estuvo relacionada con la disponibilidad y el acceso a la literatura. A pesar de haberse desarrollado una búsqueda amplia en bases de

datos indexadas y en fuentes complementarias, no fue posible obtener el texto completo de dos estudios, lo cual pudo reducir de manera parcial la exhaustividad del mapeo realizado. Asimismo, debe considerarse la posibilidad de sesgo de publicación, ya que las investigaciones con resultados favorables pueden tener una mayor probabilidad de ser publicadas que aquellas cuyos hallazgos son neutros o desfavorables. Este aspecto resulta relevante en un campo de investigación asociado con el avance y la innovación tecnológica.

Finalmente, una proporción importante de las investigaciones incluidas se llevó a cabo en instituciones de alta complejidad que disponían de tecnologías avanzadas. Esta característica limita la posibilidad de extrapolar los hallazgos a los de mediana complejidad, en los que predomina el uso de equipos convencionales. De manera adicional, la rápida evolución de las tecnologías espectrales y de los algoritmos fundamentados en IA puede ocasionar que parte de la evidencia disponible se modifique o actualice en periodos relativamente cortos. Esta situación resalta la conveniencia de desarrollar estudios prospectivos y de actualizar periódicamente la evidencia científica disponible.

En términos generales, las limitaciones señaladas no anulan ni invalidan los hallazgos obtenidos en la revisión; sin embargo, hacen necesario interpretarlos teniendo en cuenta las metodologías, clínicas y tecnológicas de cada institución. Asimismo, refuerzan la necesidad de continuar avanzando hacia la elaboración de protocolos estandarizados que permitan optimizar la calidad diagnóstica de las exploraciones realizadas en pacientes portadores de implantes metálicos.

RECOMENDACIONES

En primer lugar, resulta conveniente fomentar el uso de modalidades avanzadas, como DECT, SDCT y especialmente PCCT, en aquellos centros que dispongan de la infraestructura necesaria para implementarlas. Estas tecnologías han mostrado un desempeño claramente superior al de la TC convencional en la reducción de los artefactos metálicos y en la estabilidad del contraste, características que pueden favorecer una interpretación diagnóstica más confiable, particularmente cuando se estudian regiones anatómicas complejas.

De manera complementaria, resulta necesario continuar avanzando en la estandarización de los parámetros técnicos utilizados. La evidencia revisada indica que las VMI superiores a 120 keV ofrecen especial utilidad para atenuar los artefactos metálicos, mientras que las VMI comprendidas entre 40 y 70 keV contribuyen a mejorar el contraste de los tejidos blandos. La definición de intervalos recomendados y reproducibles permitiría que diferentes profesionales alcancen resultados más homogéneos, además de mejorar la comparabilidad y la reproducibilidad tanto entre estudios como entre distintas instituciones.

Otra recomendación relevante consiste en promover la integración de estrategias híbridas. La utilización conjunta de algoritmos iterativos como iMAR, SEMAR o Smart MAR con reconstrucciones espectrales y, cuando la disponibilidad tecnológica lo permita, con herramientas de inteligencia artificial, ha demostrado proporcionar una reducción más completa de los artefactos y una recuperación más adecuada de los detalles anatómicos. Asimismo, la incorporación de técnicas basadas en IA, como DLR, puede aportar beneficios adicionales al

disminuir el ruido y favorecer una mayor definición de las estructuras incluso en situaciones clínicas particularmente complejas.

También se considera necesario fortalecer la formación y capacitación del personal involucrado en los procesos de adquisición y reconstrucción de las imágenes. La selección apropiada de los parámetros técnicos de acuerdo con la región anatómica evaluada, el tipo de implante y la tecnología disponible puede producir diferencias importantes en la calidad de la imagen. Disponer de profesionales capacitados permite aprovechar con mayor eficiencia las posibilidades de cada estrategia y aplicar los protocolos de manera consistente.

Desde la perspectiva organizacional, resulta recomendable que las instituciones establezcan protocolos estandarizados que orienten una secuencia de intervención eficiente. Esta secuencia puede iniciarse con la aplicación de algoritmos MAR, continuar con reconstrucciones VMI y, cuando corresponda, complementarse con iMAR, SEMAR o herramientas de IA. Un esquema organizado puede permitir que incluso los centros con recursos tecnológicos más limitados optimicen de forma progresiva la calidad de sus estudios tomográficos.

Por último, se recomienda impulsar investigaciones prospectivas y multicéntricas que posibiliten realizar comparaciones directas entre modalidades avanzadas, y que permitan determinar con mayor precisión el aporte de la IA frente a los métodos iterativos tradicionales. De igual manera, resulta importante desarrollar estudios de costo-efectividad que proporcionen evidencia útil para orientar las decisiones de inversión tecnológica.

VI. CONCLUSIONES

La revisión de alcance realizada permitió reunir y sintetizar la evidencia científica disponible acerca de las estrategias utilizadas para disminuir los artefactos metálicos en TC de cerebro, región facial y cuello. Los 24 estudios incorporados evidenciaron una evolución tecnológica progresiva, que comprende desde algoritmos iterativos convencionales hasta modalidades multienergéticas. Además, la evidencia incluyó tecnologías emergentes, así como enfoques híbridos que incorporan herramientas basadas en IA.

A partir de los estudios analizados se reconocieron cinco enfoques principales para reducir los artefactos metálicos: los algoritmos iterativos convencionales; técnicas específicas; modalidades multienergéticas combinadas con VMI; métodos avanzados de reconstrucción y tecnologías emergentes. Consideradas en conjunto, estas estrategias muestran una transición hacia métodos de reconstrucción progresivamente más complejos, cuyo propósito es mejorar calidad diagnóstica de las imágenes.

Las estrategias incluidas en la revisión produjeron mejoras de magnitud variable en los distintos indicadores de calidad de imagen. Los algoritmos utilizados con TC convencional permitieron reducir de manera parcial el ruido y los artefactos metálicos. Sin embargo, las modalidades multienergéticas DECT y SDCT presentaron resultados favorables al utilizar VMI de alta energía, entre 120–200 keV, especialmente para la reducción de los artefactos metálicos. La PCCT también mostró resultados favorables

tanto en la reducción de artefactos como en la recuperación anatómica, en regiones de elevada complejidad. No obstante, debido a la heterogeneidad entre los estudios incluidos, no es posible establecer una superioridad universal de esta tecnología frente a las demás estrategias evaluadas.

En lo referente a los grupos etarios, la evidencia disponible estuvo integrada de manera predominante por población adulta, mientras que la representación de pacientes pediátricos fue reducida. El número limitado de participantes pediátricos impidió efectuar una comparación cuantitativa entre población pediátrica y adulta en relación con la mejoría de la calidad de imagen. Por este motivo, la interpretación de los resultados se sustentó en evidencia de población adulta, reconociendo que la escasa representación pediátrica constituye una característica importante de la evidencia existente.

La literatura revisada evidenció una heterogeneidad metodológica y técnica relevante entre las investigaciones incluidas, asociada con diferencias en los parámetros de adquisición, las modalidades tomográficas utilizadas y los algoritmos de reconstrucción implementados. Dentro de este escenario, la efectividad de las estrategias dirigidas a disminuir los artefactos metálicos está determinada por la interacción entre la tecnología del tomógrafo, los parámetros técnicos y el tipo de reconstrucción. Esta situación pone de manifiesto la necesidad de desarrollar protocolos estandarizados que permitan optimizar la calidad diagnóstica de acuerdo con la región anatómica, el tipo de implante metálico y la disponibilidad tecnológica.

La variabilidad metodológica y técnica identificada entre los estudios, sumada a la representación limitada de pacientes pediátricos, restringe la posibilidad de efectuar comparaciones directas y sólidas entre grupos etarios, así como de establecer que una estrategia sea universalmente superior a las demás. En consecuencia, se requieren nuevas investigaciones que incorporen poblaciones claramente diferenciadas según la edad y que empleen protocolos estandarizados, de manera que sea posible evaluar bajo condiciones comparables la calidad de imagen y el desempeño de las diferentes estrategias para la reducción de artefactos metálicos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vallesilla MÁA, Bolaños MAO, Acosta JFP, Pastas JP. De qué manera afecta los artefactos en un Estudio de Tomografía Computarizada [Internet]. Universidad Nacional Abierta y a Distancia; 2024. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/62819/maortegabo.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
2. Alzain AF, Elhussein N, Fadulelmulla IA, Ahmed AM, Elbashir ME, Elamin BA. Common computed tomography artifact: source and avoidance. 2021; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8212282/>
3. Fleischmann D. CT artifacts: causes and reduction techniques. 2012; Disponible en: <https://www.openaccessjournals.com/articles/ct-artifacts-causes-and-reduction-techniques.html>
4. Selles M, Osch JAC van, Maas M, Martijn FB, Wellenberg RHH. Advances in metal artifact reduction in CT images: A review of traditional and novel metal artifact reduction techniques. 2024 [Internet]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38142571/>
5. Ishikawa T, Suzuki S, Harashima S, Fukui R, Kaiume M, Katada Y. Metal artifacts reduction in computed tomography: A phantom study to compare the effectiveness of metal artifact reduction algorithm, model-based iterative reconstruction, and virtual monochromatic imaging. *Medicine (Baltimore)*. el 11 de diciembre de 2020;99(50): e23692.
6. Katsura M, Sato J, Akahane M, Kunimatsu A, Abe O. Current and Novel Techniques for Metal Artifact Reduction at CT: Practical Guide for Radiologists. 2018; Disponible en:

<https://pubs.rsna.org/doi/abs/10.1148/rg.2018170102>

7. Coupal TM, Mallinson PI, McLaughlin P, Nicoaou S, Munk PL, Oullette H. Peering through the glare: Using dual-energy CT to overcome the problem of metal artefacts in bone radiology. 2014 [Internet]. Disponible en: <https://www.scopus.com/pages/publications/84898871889?inward>
8. Nickele C, Oravec C, Morris SD, Hoit D, Elijevich L, Arthur A. Long-Term Follow-up of Aneurysms Treated With Hydrogel-Coated Coils Shows Progressive Thrombosis and Improvement in Raymond–Roy Classification. 2022; Disponible en: https://journals.lww.com/onsonline/fulltext/2022/04000/long_term_follow_u_p_of_aneurysms_treated_with.8.aspx
9. Wang C, Luo B, Li T, Maimaitili A, Mao G, Song D, et al. Comparison of the Pipeline embolisation device alone or combined with coiling for treatment of different sizes of intracranial aneurysms. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9453829/>
10. Wang QF, Tang YC, Liao HR, Lei M, Dong W, Liu ZY, et al. Prevalence of metal implants among US adults aged 40 years and older. 2025; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39747559/>
11. Huang JY, Kerns JR, Nute JL, Liu X, Balter PA, Stingo FC, et al. An evaluation of three commercially available metal artifact reduction methods for CT imaging. *Phys Med Biol* [Internet]. 2015;60(3). Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0031-9155/60/3/1047>
12. M.M. Njiti, N.D. Osman, M.S. Mansor, N.A. Rabaiee, M.Z. Abdul Aziz. Potential of Metal Artifact Reduction (MAR) and Deep Learning-based

Reconstruction (DLR) algorithms integration in CT Metal Artifact Correction: A review. 2023; Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0969806X24000331#bib82>

13. Mejía EUP. Utilidad del software de reducción de artefactos metálicos en tomografía computarizada aplicado a pacientes con implantes metálicos. Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, Lima 2018 [Internet]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2019. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/efc35a07-9b79-4777-a182-ee0f2aeed4b3/content>
14. Pan YN, Chen G, Li AJ, Chen ZQ, Gao X, Huang Y, et al. Reduction of Metallic Artifacts of the Post-Treatment Intracranial Aneurysms: Effects of Single Energy Metal Artifact Reduction Algorithm. 2019;
15. MINSA. Resolución Ministerial N° 546-2011 / MINSA [Internet]. 2011. Disponible en: https://cdn.gacetajuridica.com.pe/laley/NORMA%20T%C3%89CNICA%20DE%20SALUD%20N%C2%BA021-MINSA-DGSP-V.03_LALEY.pdf
16. INEI. Estadísticas de Seguridad Ciudadana Mayo - Octubre 2024. noviembre de 2024;(6). Disponible en: https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_seguridad_mayo_octubre-2024.pdf
17. Victor Bryan Galvez Cabrera. Características clínico-epidemiológicas en pacientes heridos por arma de fuego atendidos en emergencia del Hospital San Juan de Lurigancho - Lima, 2021 [Internet] [Yadira Margarita Tacza

- Pajuelo]. [San Juan de Lurigancho]: Universidad Continental; 2021.
 Disponible en:
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/12738>
18. Katsura M, Sato J, akahane M, Kunimatsu A, Abe O. Current and Novel Techniques for Metal Artifact Reduction at CT: Practical Guide for Radiologists. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29528826/>
 19. Ruiz D, Amaya D, Cruz D, Linares M, Reinoso E. CALIDAD: prototipo para la evaluación de la calidad de imagen en tomografía. Disponible en: <https://revcmpinar.sld.cu/index.php/publicaciones/article/view/5669>
 20. Bushberg J, Selbert A, Leidholdt E, Boone J. The Essential Physics of Medical Imaging, Third Edition. 3a ed.
 21. Choirul Anam, Riska Amilia, Arij Naufal, Heri Sutanto. Performance of A Statistical-Based Automatic Contrast-to-Noise Ratio Measurement on Images of the ACR CT Phantom.
 22. Rodríguez N. Envejecimiento: Edad, Salud y Sociedad. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-74592018000200087#:~:text=La%20edad%20es%20un%20concepto,aparici%C3%B3n%20de%20enfermedades%20o%20discapacidades
 23. Instituto Nacional de Estadística [Internet]. Disponible en: <https://www.ine.es/DEFIne/concepto.htm?c=4484>
 24. Elementos de datos comunes para la identificación de dispositivos médicos. Disponible en:
https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/56256/OPSHSSMT220026_spa.pdf

25. Willemink MJ, Noël PB. The evolution of image reconstruction for CT—
from filtered back projection to artificial intelligence. 2018; Disponible en:
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6443602/#CR3>
26. Pjontek R, Önenköprülü B, Scholz B, Kyriakou Y, Schubert GA, Nikoubashman O, et al. Metal artifact reduction for flat panel detector intravenous CT angiography in patients with intracranial metallic implants after endovascular and surgical treatment. *J NeuroInterventional Surg.* agosto de 2016; 8(8):824–9.
27. Yasaka K, Kamiya K, Irie R, Maeda E, Sato J, Ohtomo K. Metal artefact reduction for patients with metallic dental fillings in helical neck computed tomography: comparison of adaptive iterative dose reduction 3D (AIDR 3D), forward-projected model-based iterative reconstruction solution (FIRST) and AIDR 3D with single-energy metal artefact reduction (SEMAR). *Dentomaxillofacial Radiol.* septiembre de 2016;45(7):20160114
28. Hakim A, Slotboom J, Lieger O, Schlittler F, Giger R, Michel C, et al. Clinical evaluation of the iterative metal artefact reduction algorithm for post-operative CT examination after maxillofacial surgery. *Dentomaxillofacial Radiol.* abril de 2017;46(4):20160355.
29. Sunwoo L, Park SW, Rhim JH, Kang Y, Chung YS, Son YJ, et al. Metal Artifact Reduction for Orthopedic Implants: Brain CT Angiography in Patients with Intracranial Metallic Implants. *J Korean Med Sci.* 2018;33(21):e158
30. Große Hokamp N, Laukamp KR, Lennartz S, Zopfs D, Abdullayev N, Neuhaus VF, et al. Artifact reduction from dental implants using virtual

- monoenergetic reconstructions from novel spectral detector CT. *Eur J Radiol.* julio de 2018;104:136–42.
31. Hajdu SD, Daniel RT, Meuli RA, Zerlauth JB, Dunet V. Impact of model-based iterative reconstruction (MBIR) on image quality in cerebral CT angiography before and after intracranial aneurysm treatment. *Eur J Radiol.* mayo de 2018; 102:109–14.
 32. Mera Fernández D, Santos Armentia E, Bustos Fiore A, Villanueva Campos AM, Utrera Pérez E, Souto Bayarri M. Utilidad de la tomografía computarizada de energía dual en la reducción del artefacto metálico generado por clips y coils intracraneales. *Radiología.* julio de 2018;60(4):312–9
 33. Feldhaus F, Böning G, Jonczyk M, Kahn J, Fehrenbach U, Maurer M, et al. Metallic dental artifact reduction in computed tomography (Smart MAR): Improvement of image quality and diagnostic confidence in patients with suspected head and neck pathology and oral implants. *Eur J Radiol.* septiembre de 2019; 118:153–60.
 34. Hakim A, Pastore-Wapp M, Vulcu S, Dobrocky T, Z'Graggen WJ, Wagner F. Efficiency of Iterative Metal Artifact Reduction Algorithm (iMAR) Applied to Brain Volume Perfusion CT in the Follow-up of Patients after Coiling or Clipping of Ruptured Brain Aneurysms. *Sci Rep.* el 19 de diciembre de 2019; 9(1):19423.
 35. Hauser TK, Oergel A, Hurth H, Ernemann U, Seeger A. Artifact Reduction in the Diagnosis of Vasospasm in Computed Tomographic Perfusion: Potential of Iterative Metal Artifact Reduction. *J Comput Assist Tomogr.*

julio de 2019; 43(4):553–8.

36. Kubo Y, Ito K, Sone M, Nagasawa H, Onishi Y, Umakoshi N, et al. Diagnostic Value of Model-Based Iterative Reconstruction Combined with a Metal Artifact Reduction Algorithm during CT of the Oral Cavity. *Am J Neuroradiol.* noviembre de 2020;41(11):2132–8.
37. Zopfs D, Lennartz S, Pennig L, Glauner A, Abdullayev N, Bremm J, et al. Virtual monoenergetic images and post-processing algorithms effectively reduce CT artifacts from intracranial aneurysm treatment. *Sci Rep.* el 20 de abril de 2020; 10(1):6629.
38. Bae YJ, Kim TE, Choi BS, Jeong WJ, Cho SJ, Baik SH, et al. Comprehensive assessments of the open mouth dynamic maneuver and metal artifact reduction algorithm on computed tomography images of the oral cavity and oropharynx. Ha P, editor. *PLOS ONE.* el 18 de marzo de 2021;16(3): e0248696.
39. Schmidt AMA, Grunz JP, Petritsch B, Gruschwitz P, Knarr J, Huflage H, et al. Combination of Iterative Metal Artifact Reduction and Virtual Monoenergetic Reconstruction Using Split-Filter Dual-Energy CT in Patients with Dental Artifact on Head and Neck CT. *Am J Roentgenol.* abril de 2022; 218(4):716–27.
40. Wang Y, Wang Y, Hu P, Niu Z, Hu H. Comparative study of the image quality of twin beam dual energy and single energy carotid CT angiography. *Eur J Radiol.* marzo de 2022; 148:110160.
41. Chávarry Vargas EL. Aplicación del software de reducción de artefacto metálico en implantes dentales por tomografía – Lima 2020 [Tesis de

- Licenciatura]. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal, Facultad de Tecnología Médica; 2022 [citado el 9 de diciembre de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/6590>
42. Mellander H, Fransson V, Ydström K, Lätt J, Ullberg T, Wassélius J, et al. Metal artifact reduction by virtual monoenergetic reconstructions from spectral brain CT. *Eur J Radiol Open*. 2023; 10:100479.
43. Patzer TS, Kunz AS, Huflage H, Gruschwitz P, Pannenbecker P, Afat S, et al. Combining virtual monoenergetic imaging and iterative metal artifact reduction in first-generation photon-counting computed tomography of patients with dental implants. *Eur Radiol*. el 7 de junio de 2023;33(11):7818–29.
44. Bayerl N, May MS, Wuest W, Roth JP, Kramer M, Hofmann C, et al. Iterative Metal Artifact Reduction in Head and Neck CT Facilitates Tumor Visualization of Oral and Oropharyngeal Cancer Obscured by Artifacts from Dental Hardware. *Acad Radiol*. diciembre de 2023;30(12):2962–72.
45. Pallasch FB, Rau A, Reisert M, Rau S, Diallo T, Stein T, et al. Impact of different metal artifact reduction techniques in photon-counting computed tomography head and neck scans in patients with dental hardware. *Eur Radiol*. el 16 de noviembre de 2023;34(6):3742–9.
46. Risch F, Decker JA, Popp D, Sinzinger A, Braun F, Bette S, et al. Artifact Reduction from Dental Material in Photon-Counting Detector Computed Tomography Data Sets Based on High-keV Monoenergetic Imaging and Iterative Metal Artifact Reduction Reconstructions—Can We Combine the Best of Two Worlds? *Invest Radiol*. septiembre de 2023;58(9):691–6.

47. Jabas A, Abello Mercado MA, Altmann S, Ringel F, Booz C, Kronfeld A, et al. Single-Energy Metal Artifact Reduction (SEMAR) in Ultra-High-Resolution CT Angiography of Patients with Intracranial Implants. *Diagnostics*. el 8 de febrero de 2023;13(4):620.
48. Mizuki M, Yasaka K, Miyo R, Ohtake Y, Hamada A, Hosoi R, et al. Deep Learning Reconstruction Plus Single-Energy Metal Artifact Reduction for Supra Hyoid Neck CT in Patients with Dental Metals. *Can Assoc Radiol J*. febrero de 2024;75(1):74–81.
49. Schreck J, Niehoff JH, Saeed S, Kroeger JR, Lennartz S, Laukamp KR, et al. Dental implant artifacts: Evaluation of photon counting CT-derived virtual monoenergetic images in combination with iterative metal artifact reduction algorithms. *Eur J Radiol*. junio de 2025; 187:112117.
50. Gjesteby L, De Man B, Jin Y, Paganetti H, Verburg J, Giantsoudi D, et al. Metal Artifact Reduction in CT: Where Are We After Four Decades? *IEEE Access*. 2016; 4:5826–49.
51. Monteblando fernandez nl. Reducción de artefactos metálicos en tomografía computarizada: métodos clásicos e inteligencia artificial open source [internet] [título de segunda especialidad]. [Lima]: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2025. Disponible en: https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/17457/Reduccion_MonteblandoFernandez_Nataly.pdf?sequence=1&isAllowed=y

VIII. TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla 1. *Características de los estudios seleccionados.*

Nº	Primer autor, año, país	Objetivo del estudio	Metodología	Nivel resolutivo del establecimiento	Población	Región anatómica (Encéfalo, región facial, cuello)	Tipo de estudio (con y sin contraste)	Estrategias para la reducción de artefactos metálicos
1	Rastislav Pjontek / 2015 / Alemania (26)	Evaluar la influencia de un algoritmo prototipo de reducción de artefactos metálicos (MAR) en la calidad de imagen en pacientes con implantes metálicos intracraneales.	Estudio observacional analítico (Retrospectivo)	Alto nivel resolutivo	27 conjuntos de datos de 26 pacientes (23 mujeres y 3 hombres con una edad media de 55 años [rango: 19-86]; un paciente fue examinado dos veces)	Encéfalo	Con contraste	Algoritmo MAR
2	Koichiro Yasaka / 2016 / Japón (27)	Comparar las diferencias en el grado de artefactos metálicos y la representación de estructuras en la TC helicoidal de cuello, en pacientes con empastes dentales metálicos, entre la reducción de dosis iterativa adaptativa tridimensional (AIDR 3D), la solución de reconstrucción iterativa basada en modelos proyectados hacia adelante (FIRST) y AIDR 3D con reducción de artefactos metálicos de energía única (SEMAR-A).	Estudio observacional analítico (Retrospectivo)	Alto nivel resolutivo	22 pacientes (13 hombres y 9 mujeres; edad media: $64,6 \pm 12,6$ años) con empastes dentales metálicos	Cuello	Con contraste	Dosis iterativa adaptativa tridimensional (AIDR 3D), FIRST con algoritmo estándar corporal y AIDR 3D con SEMAR (SEMAR-A).
3	Hakim / 2017 / Suiza (28)	Probar el algoritmo de reducción iterativa de artefactos metálicos (iMAR) recientemente introducido en pacientes con implantes maxilofaciales	Estudio observacional analítico (Retrospectivo)	Alto nivel resolutivo	17 pacientes (12 hombres, 5 mujeres) de entre 19 y 89 años	Encéfalo, región facial y cuello	Con y sin contraste	Reconstrucción con algoritmo iMAR
4	Leonard Sunwoo / 2018 / Corea del Sur (29)	Evaluar cualitativa y cuantitativamente los efectos del O-MAR en imágenes de angiotomografía computarizada (ATC) cerebral en pacientes con clips y espirales para aneurismas.	Estudio observacional analítico (Retrospectivo)	Alto nivel resolutivo	36 pacientes consecutivos con 47 implantes metálicos intracraneales (42 clips para aneurismas y 5 espirales)	Encéfalo	Con contraste	Imágenes reconstruidas con el algoritmo iterativo estándar (iDose2) vs imágenes procesadas con O-MAR

5	Große / 2018 / Alemania y Estados Unidos (30)	Evaluar la reducción de artefactos metálicos (MA) utilizando imágenes monoenergéticas virtuales (VMI) en comparación con imágenes de TC convencionales (CI) de una tomografía computarizada con detector espectral (SDCT)	Estudio observacional analítico (Retrospectivo)	Alto nivel resolutivo	38 pacientes consecutivos (22 hombres, 16 mujeres)	región facial y cuello	Con contraste	Imágenes Monoenergéticas Virtuales (VMI) (rango de 40-200 keV) de una TC de Detector Espectral (SDCT)
6	Hajdu / 2018 / Suiza (31)	Evaluar subjetiva y objetivamente el impacto de la reconstrucción iterativa basada en modelo (MBIR) en la calidad de imagen en la angiografía por TC cerebral, en comparación con la reconstrucción iterativa estadística adaptativa (ASIR)	Estudio observacional analítico (Retrospectivo)	Alto nivel resolutivo	107 pacientes (35 hombres, 72 mujeres)	Encéfalo	Con contraste	MBIR (model-based iterative reconstruction) y ASIR (adaptive statistical iterative reconstruction)
7	D. Mera Fernández / 2018 / España (32)	Evaluar la capacidad de la TC de energía dual (TCED) para reducir el artefacto metálico en pacientes con clips y coils intracraneales en estudios de angio-TC cerebral, y analizar el diferente impacto que dicha reducción tiene en función del tipo de dispositivo estudiado.	Estudio observacional analítico (Retrospectivo)	Alto Nivel Resolutivo	147 pacientes realizaron en nuestro centro un estudio de angio-TC de arterias cerebrales	Encéfalo y Cuello	Con contraste	Energía dual (TCED)
8	Feldhaus / 2019 / Alemania y Suiza (33)	Determinar si la herramienta de reducción de artefactos metálicos "Smart MAR" mejora la calidad de imagen subjetiva y objetiva, así como la confianza diagnóstica, en pacientes con artefactos dentales y sospecha de patología de cabeza y cuello, en comparación con el uso exclusivo de reconstrucciones iterativas estadísticas adaptativas estándar (ASIR V)	Estudio observacional analítico (Retrospectivo)	Alto nivel resolutivo	100 pacientes consecutivos (67 hombres y 33 mujeres) de una edad media de 67 años	Encéfalo, región facial y cuello	Con contraste	Comparación del algoritmo Smart MA con la reconstrucción estándar ASIR V
9	Arsany Hakim / 2019 / Suiza (34)	Evaluar el valor diagnóstico del algoritmo iterativo de reducción de artefactos metálicos (iMAR) en estudios de TCP tras la embolización o el clipaje de aneurismas intracraneales rotos	Estudio observacional analítico (Retrospectivo)	Alto nivel resolutivo	32 pacientes	Encéfalo	Con y sin contraste	Algoritmo iMAR
10	Hauser Till - Karsten MD / 2019 / Alemania (35)	Analizar la posibilidad de reducción de artefactos utilizando un nuevo algoritmo iterativo de reducción de artefactos metálicos (iMAR) en el diagnóstico de déficits de perfusión debidos a vasoespasmos y evaluar su relevancia clínica.	Estudio observacional analítico (Retrospectivo)	Alto nivel resolutivo	24 pacientes (13 mujeres y 11 hombres) con una edad media de 58 ± 13,4 años (rango: 32-93 años)	Encéfalo	Con contraste	Algoritmo iMAR

11	Y. Kubo / 2020 / Japón (36)	Comparar la capacidad de la reconstrucción iterativa basada en modelos y la reconstrucción iterativa híbrida para mejorar la calidad de las imágenes de TC en pacientes con artefactos dentales metálicos, al combinar ambas técnicas con un algoritmo de reducción de artefactos metálicos.	Estudio observacional analítico (Retrospectivo)	Alto nivel resolutivo	40 pacientes (31 hombres y 9 mujeres; edad media: $62,9 \pm 12,3$ años) con cáncer oral y orofaríngeo, que presentaban obturaciones o implantes dentales metálicos	Cuello	Con contraste	Reconstrucción iterativa híbrida e iterativa basada en modelos, y se aplicó un algoritmo de reducción de artefactos metálicos
12	David Zopfs / 2020 / Estados Unidos y Alemania (37)	Se realizó un análisis objetivo basado en la región de interés evaluando la media y la desviación estándar de la atenuación (HU) en artefactos hipo e hiperdensos de bobinas y clips.	Estudio observacional analítico (Retrospectivo)	Alto nivel resolutivo	35 pacientes	Encéfalo	Sin contraste	TC con detector espectral (SDCT) con reconstrucciones MAR
13	Yun Jung Bae / 2021 / Corea del Sur (38)	Determinar la utilidad óptima de la GFR para la tomografía computarizada de la cavidad oral y la orofaringe.	Estudio observacional analítico (Retrospectivo)	Alto nivel resolutivo	59 pacientes con prótesis (31 hombres y 28 mujeres; rango de edad, 26–81 años)	Encéfalo y Cuello	Con contraste	Maniobra de boca abierta y algoritmo iterativo (O-MAR)
14	Alexander Marcel Alfred Schmidt, MD / 2021 / Alemania (39)	Comparar la reducción de artefactos metálicos entre VMI, IMAR y su combinación (VMI IMAR) en DECT de fuente única con filtro dividido de pacientes con artefactos severos de aparatos dentales.	Estudio observacional analítico (Retrospectivo)	Alto nivel resolutivo	44 pacientes (nueve mujeres, 35 hombres; edad media, $66,0 \pm 10,4$ años)	Encéfalo y Cuello	Con contraste	Reconstrucciones de imágenes monoenergéticas virtuales (VMI) de alto Kv / Algoritmo IMAR / Combinación de VMI e IMAR en DECT
15	Wang / 2022 / China (40)	Comparar la calidad de imagen de las imágenes monoenergéticas virtuales (VMI) de bajo keV del modo de energía dual de doble haz (TBDE), con la del modo de energía única (SE) (usando voltaje estándar y bajo) en la angiografía por TC de carótidas	Estudio observacional analítico (Prospectivo)	Alto nivel resolutivo	221 pacientes	Cuello	Con contraste	TC de Energía Única (SE) (a 120, 90 y 80 kV) con TC de Energía Dual de Doble Haz (TBDE), además de iMAR
16	Chávarry / 2022 / Perú (41)	Determinar la utilidad del software de reducción de artefactos metálicos en los estudios de tomografía computarizada de cabeza y cuello en los pacientes con implantes dentales del Hospital Nacional Dos de Mayo	Estudio observacional analítico (Retrospectivo)	Alto nivel resolutivo	40 pacientes (25 hombres y 15 mujeres) con una edad promedio de 52.43 años	Encéfalo y Cuello	Sin Contraste	Sin y con software de reducción de artefactos metálicos (SEMAR)

17	Mellander / 2023 / Suecia (42)	Evaluar los artefactos metálicos en imágenes monoenergéticas virtuales (VMIs) reconstruidas a partir de TC espectral de cerebro.	Estudio observacional analítico (Retrospectivo)	Alto nivel resolutivo	32 pacientes (19 mujeres, 13 hombres) con una edad media de 58 años	Encéfalo	Sin Contraste	Comparacion de imágenes convencionales polienergéticas (CIs) con imágenes monoenergéticas virtuales (VMIs) en un espectro de 40 a 200 keV
18	Patzer / 2023 / Alemania (43)	Evaluar las imágenes monoenergéticas virtuales (VMI), la reducción iterativa de artefactos metálicos (iMAR) y las combinaciones de ambas en TC con detector de conteo de fotones (PCD-CT) de pacientes con implantes dentales	Estudio observacional analítico (Retrospectivo)	Alto nivel resolutivo	50 pacientes (25 mujeres, 25 hombres) con una edad media de 62 años	Región Facial	Con contraste	Compara la imagen policromática estándar (T3D), VMI (en 5 niveles de keV: 40, 70, 110, 150, 190 keV) , T3D + iMAR, y la combinación VMI + iMAR.
19	Bayerl / 2023 / Alemania (44)	Evaluar la utilidad diagnóstica de la reducción iterativa de artefactos metálicos (iMAR) en imágenes de tomografía computarizada (TC) de cánceres orales y orofaríngeos cuando están oscurecidos por artefactos de hardware dental y determinar las configuraciones de iMAR más apropiadas para este propósito.	Estudio observacional analítico (Retrospectivo)	Alto nivel resolutivo	37 pacientes consecutivos (12 mujeres, 25 hombres)	Cuello	Con contraste	Reducción iterativa de artefactos metálicos (iMAR)
20	Pallasch / 2023 / Alemania (45)	Investigación del potencial de la tomografía computarizada con conteo de fotones (PCD-CT) para la reducción de artefactos metálicos utilizando un algoritmo iterativo de reducción de artefactos metálicos (iMAR) solo y en combinación con imágenes monoenergéticas de alto keV (140 keV) en pacientes con hardware dental.	Estudio observacional analítico (Prospectivo)	Alto nivel resolutivo	48 pacientes	Región Facial	Con contraste	Algoritmo iMAR
21	Franka/ 2023 / Alemania (46)	Comparar la efectividad de estrategias comunes para la reducción de artefactos de material dental en conjuntos de datos de tomografía computarizada con detector de conteo de fotones.	Estudio observacional analítico (Prospectivo)	Alto nivel resolutivo	50 pacientes	región Facial	Con contraste	Algoritmo iMAR

22	Jabas /2023 / Alemania (47)	Evaluar los efectos de la reducción de artefactos metálicos de energía única (SEMAR) en calidad de imagen de la angiotomografía computarizada de ultra alta resolución (UHR-CTA) con implantes intracraneales después tratamiento de aneurismas.	Estudio observacional analítico (Retrospectivo)	Alto nivel resolutivo	54 pacientes	Encéfalo	Con contraste	SEMAR
23	Mizuki / 2024 / Japón (48)	Investigar el efecto de la reconstrucción por aprendizaje profundo (DLR) más la reducción de artefactos metálicos de energía única (SEMAR) en la TC de cuello en pacientes con metales dentales, comparándola con DLR sola y con la reconstrucción iterativa híbrida (Hybrid IR)-SEMAR	Estudio observacional analítico (Retrospectivo)	Alto nivel resolutivo	32 pacientes (25 hombres, 7 mujeres) entre 15 y 63 años	Cuello	Con contraste	Compara tres algoritmos de reconstrucción: DLR (solo), Hybrid IR-SEMAR y la combinación DLR-SEMAR
24	Schreck / 2025 / Alemania (49)	Examinar las imágenes monoenergéticas virtuales (VMI) derivadas de la TC de conteo de fotones (PCCT) en combinación con algoritmos iterativos de reducción de artefactos metálicos (iMAR) para la reducción de artefactos en pacientes con implantes dentales (DI)	Estudio observacional analítico (Retrospectivo)	Alto nivel resolutivo	49 pacientes (20 mujeres, 29 hombres)	región Facial	Con contraste	1) Imágenes Convencionales (CI) / 2) VMI solas (70-190 keV) / 3) iMAR solo / 4) VMI + iMAR

Tabla 2. *Características metodológicas y técnicas de los estudios seleccionados.*

Nº	Contexto geográfico	País	Diseño metodológico	Marca y modelo del tomógrafo	Modalidad técnica/Parámetros	Estrategia para reducción de artefactos metálicos
1	Pjontek, 2015 (26)	Alemania	Observacional retrospectivo	Siemens Healthcare (panel plano)	TC convencional	MAR
2	Yasaka, 2016 (27)	Japón	Observacional retrospectivo	Toshiba Aquilion ONE Vision	TC Helicoidal	SEMAR/AIDR3D/FIRST
3	Hakim, 2017 (28)	Suiza	Observacional retrospectivo	Siemens Somatom Edge	TC convencional	iMAR
4	Sunwoo, 2018 (29)	Corea del Sur	Observacional retrospectivo	Philips Ingenuity	TC convencional	O-MAR
5	Große, 2018 (30)	Alemania/USA	Observacional retrospectivo	Philips IQon Spectral CT	TC de Detector Espectral (SDCT); 40–200 keV	VMI
6	Hajdu, 2018 (31)	Suiza	Observacional retrospectivo	GE Healthcare Discovery CT750 HD	TC convencional	MBIR vs ASIR
7	Mera Fernández, 2018 (32)	España	Observacional retrospectivo	Somatom Definition Edge de Siemens Healthineers	TC de Energía dual (DECT)	Reconstrucción espectral
8	Feldhaus, 2019 (33)	Alemania/Suiza	Observacional retrospectivo	GE Revolution Evolution	TC convencional	Smart MAR
9	Hakim, 2019 (34)	Suiza	Observacional retrospectivo	Siemens Somatom Definition Edge	TC convencional	iMAR
10	Hauser, 2019 (35)	Alemania	Observacional retrospectivo	Siemens Somatom AS	TC convencional	iMAR

11	Kubo, 2020 (36)	Japón	Observacional retrospectivo	Canon Medical Systems	Reconstrucción iterativa híbrida	MAR
12	Zopfs, 2020 (37)	USA/Alemania	Observacional retrospectivo	Philips SDCT	TC de Detector Espectral (SDCT)	MAR
13	Bae, 2021 (38)	Corea del Sur	Observacional retrospectivo	Philips Healthcare	TC convencional	O-MAR + maniobra de boca abierta
14	Schmidt, 2021 (39)	Alemania	Observacional retrospectivo	Siemens Somatom Edge (DECT)	TC de Energía dual (DECT); high-keV	iMAR + VMI
15	Wang, 2022 (40)	China	Observacional prospectivo	Siemens Somatom go.Top	TC de Energía Dual de Doble Haz (TBDE) /TC de Energía Única (SE); 80–120 kV	iMAR
16	Chávarry, 2022 (41)	Perú	Observacional retrospectivo	Toshiba Aquilion Prime	TC Convencional	SEMAR
17	Mellander, 2023 (42)	Suecia	Observacional retrospectivo	Philips IQon Spectral	TC de Detector Espectral (SDCT); 40–200 keV	VMI
18	Patzer, 2023 (43)	Alemania	Observacional retrospectivo	Siemens NAEOTOM Alpha (PCCT)	TC de Conteo de Fotones (PCCT)	VMI + iMAR
19	Bayerl, 2023 (44)	Alemania	Observacional retrospectivo	No reportado	TC Convencional	iMAR
20	Pallasch, 2023 (45)	Alemania	Observacional prospectivo	Siemens Photon-counting (PCCT)	TC de Conteo de Fotones (PCCT); VMI	iMAR
21	Franka, 2023 (46)	Alemania	Observacional prospectivo	Siemens NAEOTOM Alpha	TC de Conteo de Fotones (PCCT); VMI (70–190 keV)	iMAR + VMI
22	Jabas, 2023 (47)	Alemania	Observacional retrospectivo	Canon UHR-CTA	TC de ultra alta resolución (UHR-CTA)	SEMAR
23	Mizuki, 2024 (48)	Japón	Observacional retrospectivo	Canon Aquilion ONE	DLR; Hybrid IR-SEMAR	DLR + SEMAR
24	Schreck, 2025 (49)	Alemania	Observacional retrospectivo	Siemens NAEOTOM Alpha (PCCT)	TC de Conteo de Fotones (PCCT); VMI 70–190 keV	iMAR + VMI

Tabla 3. Estrategias utilizadas para la reducción de artefactos metálicos en Tomografía Computarizada, orientadas a optimizar la calidad de imagen.

Nº	Autor	Estructura anatómica	Estrategia utilizada		
1	Rastislav Pjontek (26)	Encéfalo	Algoritmo MAR		
2	Hakim (28)	Encéfalo, macizo facial y cuello	Algoritmo MAR		
3	Leonard Sunwoo (29)	Encéfalo	Algoritmo iterativo estándar (iDose2)		O-MAR
4	Hajdu (31)	Encéfalo	MBIR (model-based iterative reconstruction)		ASIR (adaptive statistical iterative reconstruction)
5	D. Mera Fernández (32)	Encéfalo y Cuello	Energía dual (TCED)		
6	Feldhaus (33)	Encéfalo, macizo facial y cuello	Smart MAR	Reconstrucción estándar ASIR V	
7	Arsany Hakim (34)	Encéfalo	Algoritmo iMAR		
8	Hauser Till - Karsten MD (35)	Encéfalo	Algoritmo iMAR		
9	David Zopfs (37)	Encéfalo	TC espectral (SDCT) con reconstrucciones MAR		
10	Yun Jung Bae (38)	Encéfalo y cuello	Maniobra de boca abierta y algoritmo iterativo (O-MAR)		
11	Alexander Marcel Alfred Schmidt, MD (39)	Encéfalo y cuello	Imágenes monoenergéticas virtuales (VMI) con TC de doble energía	Algoritmo IMAR iterativo	Combinación de VMI e IMAR en DECT de fuente única con filtro dividido
12	Chávarry (41)	Encéfalo y cuello	Sin y con software de reducción de artefactos metálicos (SEMAR)		
13	Mellander (42)	Encéfalo	Comparacion de imágenes convencionales polienergéticas (CIs)		Imágenes monoenergéticas virtuales (VMIs)

14	Abdullah Jabas (47)	Encéfalo	SEMAR			
15	Große (30)	macizo facial y cuello	Imágenes Monoenergéticas Virtuales (VMI) con TC de Espectral (SDCT)			
16	Patzer (43)	macizo facial	Compara la imagen policromática estándar (T3D)	VMI (en 5 niveles de keV: 40, 70, 110, 150, 190 keV)	T3D + iMAR	combinación VMI + iMAR.
17	Fabian Bernhard Pallasch (45)	macizo facial	Algoritmo iMAR			
18	Franka MSc (46)	macizo facial	Algoritmo iMAR			
19	Schreck (49)	macizo facial y cuello	Imágenes Convencionales (CI)	VMI solas (70-190 keV)	iMAR	VMI + iMAR
20	Koichiro Yasaka (27)	Cuello	Reducción de dosis iterativa adaptativa tridimensional (AIDR 3D)	FIRST con algoritmo estándar corporal	AIDR 3D con SEMAR (SEMAR-A)	
21	Y. Kubo (36)	Cuello	Reconstrucción iterativa híbrida e iterativa			
22	Wang (40)	Cuello	Algoritmo iMAR			
23	Nadine Bayerl (44)	Cuello	Algoritmo iMAR			
24	Mizuki (48)	Cuello	Algoritmos de reconstrucción DLR	Algoritmo Hybrid IR-SEMAR	combinación DLR-SEMAR	

Tabla 4. Resultados cuantitativos de calidad de imagen según estrategia de reducción de artefactos metálicos

Nº	Autor / Año	Estrategia	Indicador de calidad de imagen	Antes	Después	Resultado	Interpretación
1	Yasaka et al, 2016 (27)	SEMAR	Índice de artefactos metálico	572.0	88.4	↓ 84.5 %	Reducción significativa del artefacto
2	Große Hokamp et al., 2018 (30)	VMI	Ruido de imagen (HU)	21.0 UH	14.0 HU	↓ 33.3 %	Menor ruido
3	Hajdu et al., 2018 (31)	MBIR	Relación contraste - ruido (CNR)	61 %	69%	↑ 13.1 %	Mejor contraste
4	Feldhaus et al., 2019 (33)	Smart MAR	Hallazgos diagnósticos	-	22 % adicional	+ 22%	Mayor detección
5	Mizuki, 2024 (48)	DLR + SEMAR	Calidad Subjetiva	2/5	4/5	100 %	Mejor calidad diagnóstica
6	Mizuki, 2024 (48)	DLR + SEMAR	Ruido de imagen (HU)	18.8 HU	11.8 HU	37.2 %	Reducción del ruido

GRÁFICOS

Gráfico 1. *Distribución de artículos según estructuras anatómicas estudiadas.*

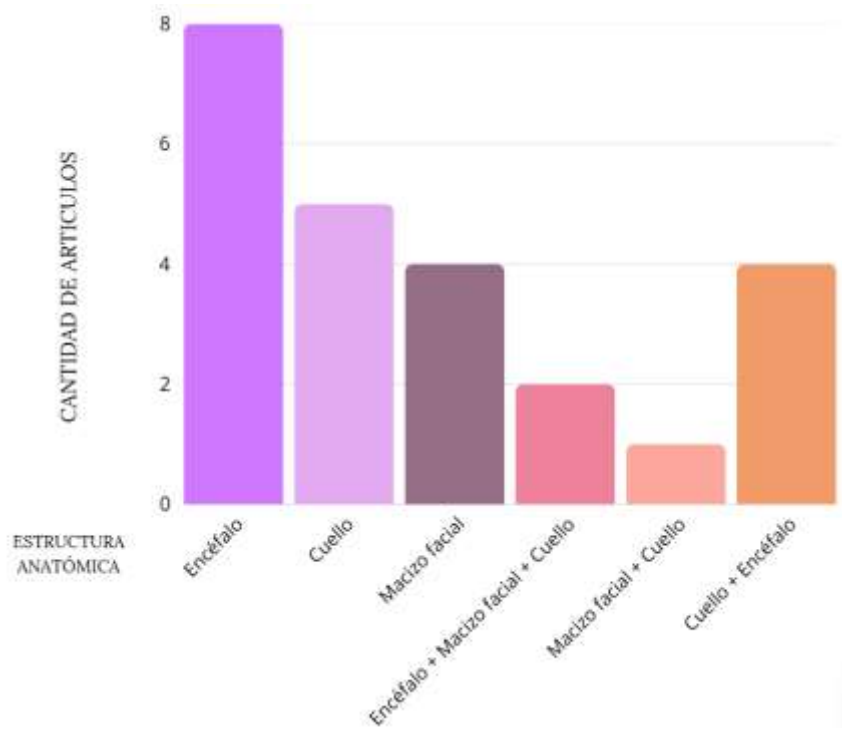
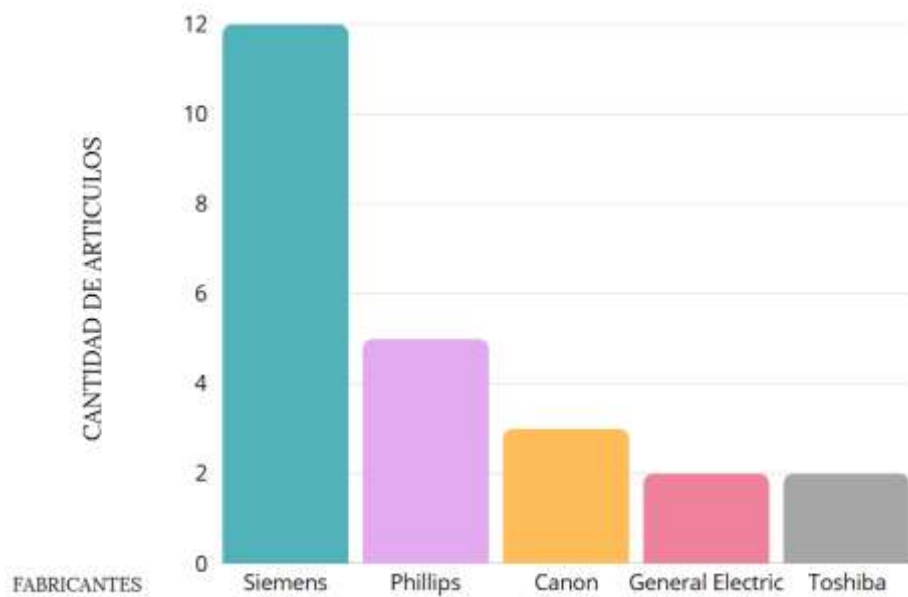


Gráfico 2. *Distribución de artículos según fabricantes de Tomografía Computarizada.*



ANEXOS

Anexo 1. *PCC: Población - Concepto – Contexto*

PCC	
Población	Personas de todas las edades, sometidas a estudios de TC de cerebro, macizo facial y cuello.
Concepto	Estrategias para la reducción de artefactos metálicos orientadas a mejorar la calidad de imagen en TC de cerebro, región facial y cuello.
Contexto	Instituciones de salud de mediano y alto nivel resolutivo donde se realizaron estudios de TC de cerebro, región facial y cuello.

Anexo 2. Operacionalización de variables

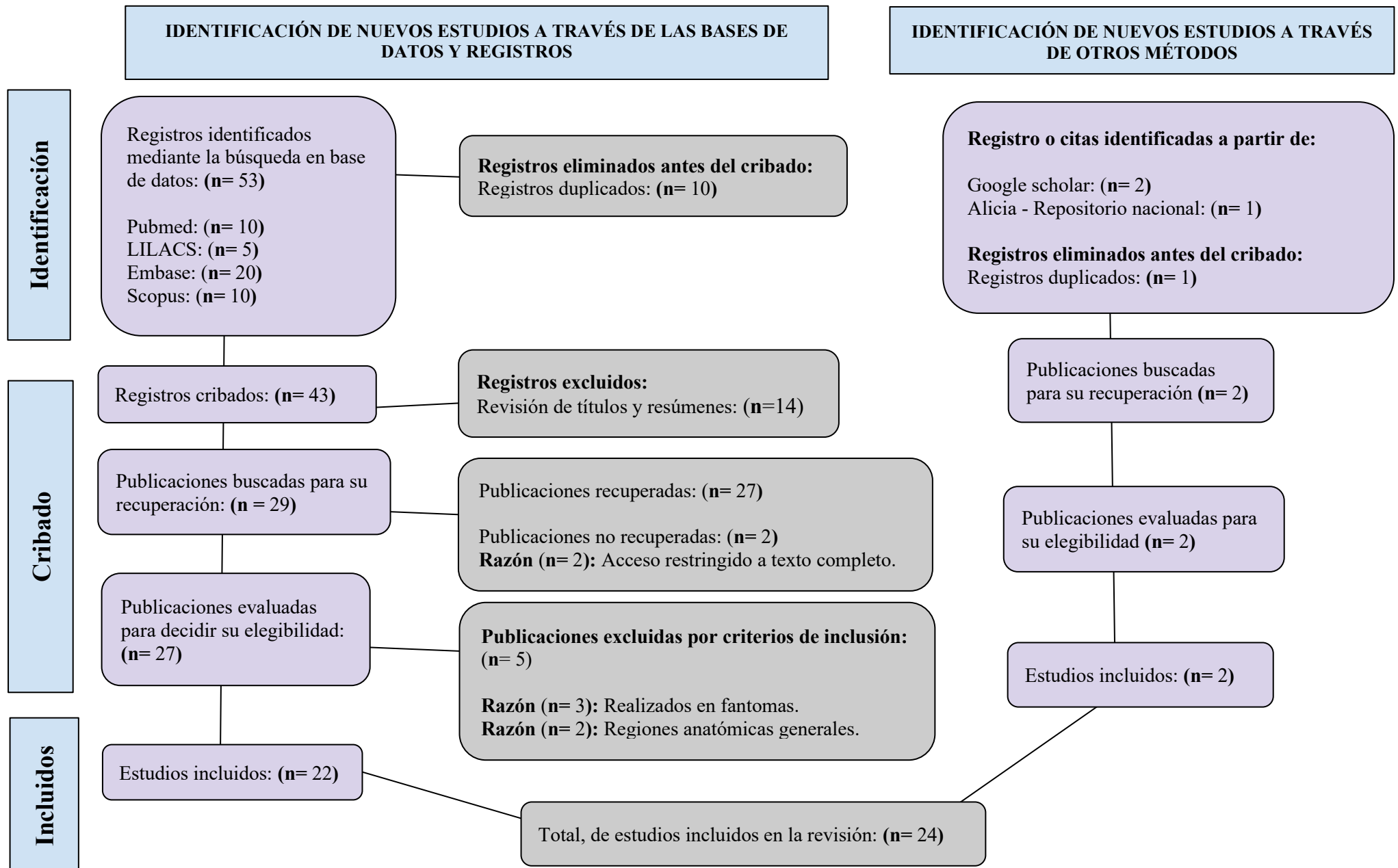
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE	ESCALA
Estrategias para reducir artefactos metálicos en TC de cerebro, región facial y cuello	Métodos utilizados en la reducción de artefactos metálicos, incluyendo algoritmos y técnicas de adquisición (17).	Optimización de parámetros de adquisición de imágenes (Kv, mA, colimación de FOV, grosor de corte); uso de algoritmos de IA en la adquisición y procesamiento de imágenes; diseños de equipos con tecnologías que reduzcan artefactos metálicos.	Estrategias de adquisición de imágenes.	- Tipo de técnica de adquisición	- Categórica-politómica	Nominal
			Estrategias de procesamiento de imágenes.	- Nombre del algoritmo	- Categórica-politómica	Nominal
Calidad de imagen de TC	Grado en el que la imagen adquirida representa detalladamente las características anatómicas de la región examinada (18). Incluye las dimensiones: 1. Relación Señal-Ruido: Cociente entre la señal útil que forma la imagen y el nivel de ruido presente (19). 2. Contraste-ruido (CNR): Capacidad de diferenciar una estructura de interés con respecto a tejidos adyacentes (20).	Capacidad del equipo para identificar diferentes densidades en diferentes zonas anatómicas.	Relación señal-ruido (SNR).	- Desviación estándar de UH (ruido, denominador en el cálculo de SNR).	- Cuantitativa-continua	De razón
		Incluye las dimensiones: 1. Relación Señal-Ruido: Expresa la proporcionalidad de la información verdadera del objeto con respecto al ruido que distorsiona la imagen.	Contraste-ruido (CNR).	- CNR calculado por fórmula	- Cuantitativa-continua	De razón
		2. Contraste-ruido (CNR): Mide la diferencia de valores de UH entre dos regiones de interés, generalmente de una estructura y el fondo que la rodea. Se expresa como una desviación estándar en la región homogénea.		- Valor numérico de UH de ROI de interés.	- Cuantitativa-continua	De razón
Nivel resolutivo de instituciones de salud	Nivel de complejidad y de recursos disponibles en el entorno donde se realizan los estudios de TC (14).	Clasificación del entorno sanitario en el que se aplicaron las estrategias para reducción de artefactos.	Nivel resolutivo	- Hospital de mediano nivel resolutivo.	- Categórica-dicotómica	Nominal
				- Hospital de alto nivel resolutivo	- Categórica-dicotómica	Nominal
Edad	Periodo del tiempo transcurrido desde el nacimiento del ser humano, donde se adquieren una serie de cambios (21).	Hace referencia a la edad de cada uno de los pacientes incluidos en el estudio.	Grupo etario	- Edad en años	- Cuantitativa – continua	De razón

Sexo	Características biológicas y fisiológicas que definen a hombres y mujeres (22).	Reporte de los estudios evaluados, indicando el sexo de cada paciente.	- Sexo biológico	- Masculino - Femenino	- Categórica-dicotómica	Nominal
Marca y modelo del tomógrafo	Nombre comercial y designación específica registrados por el fabricante para identificar el tomógrafo en el mercado (23).	Reporte de cada estudio, donde se registra el modelo, la cual determina el fabricante del equipo.	- Marca	- Nombre del fabricante	- Categórica-politómica	Nominal
			- Modelo del tomógrafo	- Nombre del modelo	- Categórica-politómica	Nominal

Anexo 3. Estrategias de búsqueda

Fuente de búsqueda	Términos
PubMed	("Adult"[MeSH] OR "Pediatrics"[MeSH] OR "Aged"[Mesh] OR "Patients"[MeSH] OR "Humans"[MeSH]) AND ("Brain"[MeSH] OR "Head"[MeSH] OR Intracranial OR Craniofacial OR "Face"[MeSH] OR "Maxilla"[Mesh] OR Facial Bones OR "Neck"[MeSH]) AND ("Artifacts"[MeSH] OR "Metals"[MeSH] OR "Dental Prosthesis"[Mesh] OR Metallic OR Metallic Artifacts OR Metallic Dental Artifacts OR Coils OR Clips OR Stent) AND ("Algorithms"[MeSH] OR MAR OR "Methods"[Mesh] OR Mitigation OR Reduction) AND ("Image Enhancement"[MeSH] OR "Radiographic Image Enhancement"[MeSH] OR Image Quality) AND ("Tomography"[Mesh] OR Computed tomography OR CT OR dual-energy CT OR software OR AI OR Spectral CT)
Lilacs	("Humans" OR "Adult" OR "pediatric" OR patients) AND ("Artifacts" OR metal artifacts OR "Algorithms" OR "metals") AND ("Head" OR Brain OR "Maxilla" OR facial massif OR "Neck" OR "Dental Prosthesis" OR implant metal) AND ("Image Enhancement" OR Imagen quality) AND ("Tomography" OR "X-Ray Computed" OR CT scan OR TC)
Embase	('Adult' OR 'Pediatric' OR 'Patients' OR 'Children' OR 'adolescent') AND ('Artifacts' OR 'Metal Artifacts' OR 'Algorithms' OR 'Metals' OR 'Noise' OR 'MAR' OR 'Reduction') AND ('Head' OR 'Brain' OR 'Facial bones' OR 'Neck' OR 'Skull') AND ('Image Enhancement' OR 'Image Quality') AND ('Computed Tomography' OR 'CT' OR 'CT Scan' OR 'Dual-energy CT') AND ('Medical Care' OR 'Health Facilities')
Scopus	TITLE-ABS-KEY (("metal artifact reduction" OR MAR) AND ("computed tomography" OR "CT scan") AND ("brain" OR "head" OR "maxillofacial" OR "neck") AND ("image quality" OR "diagnostic quality")) AND PUBYEAR > 2015 AND (adult OR pediatric) AND NOT DOC TYPE (re) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "MEDI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA, "DENT"))
Google académico	Reducción de artefactos metálicos en TC de cuello, región facial y cerebro.
Alicia	(adultos OR "pacientes adultos") AND ("artefactos metálicos" OR "reducción de artefactos" OR MAR OR algoritmo OR "reconstrucción de imagen" OR "mejora de imagen") AND ("tomografía computarizada" OR TC OR "escáner CT" OR "cerebro" OR "región facial" OR "cuello" OR "instituciones de tercer nivel" OR "hospitales de alta complejidad")

Anexo 4. Diagrama Prisma - ScR



Anexo 5. Imágenes de los resultados tras la aplicación de estrategias de reducción de artefactos metálicos

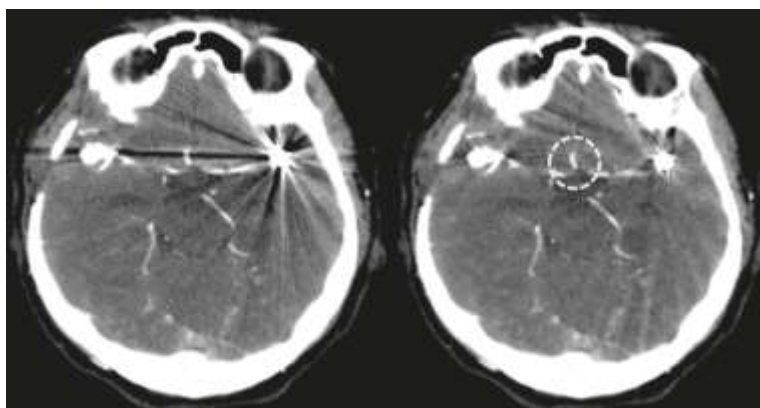


Figura 1. Imágenes sin O-MAR (izquierda) y con O-MAR (derecha) de una paciente de 48 años sometida a embolización con espirales y clipaje quirúrgico. El clip en la bifurcación de la arteria cerebral media derecha y la masa de espirales en la bifurcación de la arteria cerebral media izquierda se observan en la misma imagen axial. El artefacto lineal se reduce notablemente en la imagen con O-MAR. Además, una rama de la arteria cerebral anterior se visualiza con mayor claridad mediante la imagen con O-MAR (círculo discontinuo). O-MAR = reducción de artefactos metálicos para implantes ortopédicos.

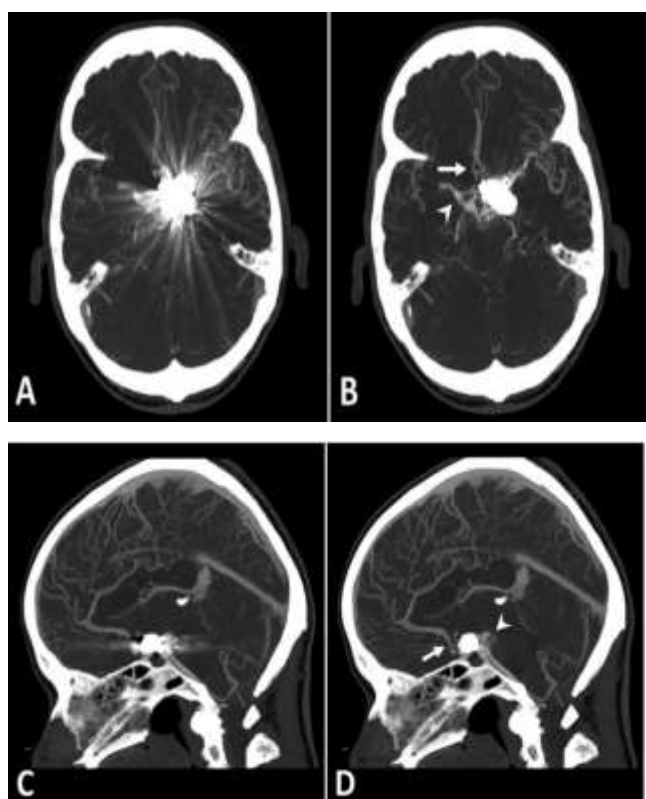


Figura 2. Angiografía por TC de ultra alta resolución (UHR-CT) de seguimiento en plano axial (A, B) y sagital (C, D) sin (A, C) y con SEMAR (B, D) de una mujer de 56 años después de la embolización intracraneal con espirales de un aneurisma de la arteria comunicante posterior izquierda. Todas las imágenes se reconstruyeron como MIP (Proyección de Máxima Intensidad) con un grosor de corte de 12,5 mm. SEMAR mejora significativamente la calidad de la imagen, incluso en vasos directamente adyacentes al paquete de espirales, como la arteria comunicante anterior (flecha blanca en (B)), la arteria carótida terminal contralateral (punta de flecha en (B)), la arteria cerebral anterior (flecha blanca en (D)) y la arteria comunicante posterior (punta de flecha en (D)).