



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**MEDICINA**

REVISIÓN DE ESTRATEGIAS Y TÉCNICAS ACTUALES EN LA  
REDUCCIÓN DE LA DOSIS DE RADIACIÓN EN TOMOGRAFÍA  
COMPUTARIZADA

REVIEW OF CURRENT STRATEGIES AND TECHNIQUES IN REDUCING  
RADIATION DOSE IN COMPUTED TOMOGRAPHY

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA  
ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN TECNOLOGÍA EN TOMOGRAFÍA  
COMPUTARIZADA

AUTOR

JESUS ROGER SALAZAR CORDERO

ASESOR

EDWARD ARTEMIO MECA CASTRO

CO – ASESORA

ESTHER ROSAURA BELLIDO HUASHUAYO

LIMA – PERÚ

2025



**ASESORES DEL TRABAJO ACADÉMICO**

**ASESOR**

Mg. EDWARD ARTEMIO MECA CASTRO

Departamento Académico de Tecnología Médica

ORCID: 0000-0002-1226-9299

**CO-ASESORA**

Mg. ESTHER ROSAURA BELLIDO HUASHUAYO

Departamento Académico de Tecnología Médica

ORCID: 0009-0007-9035-8143

**Fecha de aprobación:** 19 de diciembre de 2025.

**Calificación:** Aprobado.

## **DEDICATORIA**

A mi querido padre quien desde su descanso eterno siento me acompaña en mis esfuerzos, tropiezos y logros.

A mi querida madre, el mayor incentivo en mi vida que con el amor incondicional e incommensurable que me demuestra desde que tengo memoria esta siempre presente para apoyar, fortalecer y acompañar sin dudar todas mis decisiones y proyectos.

## **AGRADECIMIENTO**

A todos los profesionales que dieron el aporte necesario para realizar este trabajo  
y sobre todo por fortalecer el interés en la investigación académica honesta,  
objetiva y de calidad óptima.

A la Universidad Peruana Cayetano Heredia por la preocupación de mantener  
siempre la excelencia.

## **FUENTES DE FINANCIAMIENTO**

Este trabajo fue autofinanciado.

## **DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS**

El autor declara no tener conflictos de interés.

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD



UNIVERSIDAD PERUANA  
CAYETANO HEREDIA

### DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El egresado:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	SALAZAR CORDERO JESUS ROGER

Pertenciente al programa de la **SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN TECNOLOGÍA EN TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA**, autor del trabajo titulado: **REVISIÓN DE ESTRATEGIAS Y TÉCNICAS ACTUALES EN LA REDUCCIÓN DE LA DOSIS DE RADIACIÓN EN TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA** el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el **TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN TECNOLOGÍA EN TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA** bajo la modalidad de **TRABAJO ACADÉMICO**.

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

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	MECA CASTRO EDWARD ARTEMIO	MEDICINA	ASESOR
2.	BELLIDO HUASHUAYO ESTHER ROSAURA	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 **15%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **trn:oid:::1:3534075015**; fecha de entrega: **11-04-2026**).
- 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, 11 de abril de 2026.**

Firma del asesor  
N° DNI: 40569815  
ORCID: 0000-0002-1226-9299

Firma del Co-asesor  
N° DNI: 43532936  
ORCID: 0009-0007-9035-8143



## TABLA DE CONTENIDOS

	<b>Pág.</b>
RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS .....	2
III. CUERPO.....	3
IV. CONCLUSIONES .....	15
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
ANEXOS	

## RESUMEN

**Introducción:** La Tomografía Computarizada TC es una técnica de imagen que junto con el avance de la tecnología e informática ha revolucionado la toma de decisiones diagnósticas con sus aplicaciones avanzadas y su gran impacto clínico. No obstante, es una preocupación constante el aumento de exposición a la radiación ionizante al que se someten los pacientes en estudios tomográficos. **Objetivo:** Describir las estrategias, técnicas y tecnologías actuales más relevantes para la reducción de la dosis de radiación en tomografía computarizada. **Metodología:** El estudio se fundamentó en una revisión de artículos disponibles en la base de datos PubMed. El periodo de búsqueda de los artículos comprendió entre el año 2015 y 2025. Son 25 artículos que abordan directamente los objetivos de la presente investigación. **Conclusiones:** Las estrategias, técnicas y tecnologías actuales pueden disminuir hasta en un 50% la dosis de radiación en estudios tomográficos con respecto a niveles de referencia internacionales, dependiendo del tipo de procedimiento, la región anatómica del estudio y grupo etario. Asimismo, se identificaron tecnologías como la tomografía espectral y la modulación automática de corriente que pueden reducir la dosis de radiación hasta en 91.4% el CTDIvol en protocolos pediátricos resultando con menor dosis que cuatro radiografías de cráneo estándar, no obstante, muchas de ellas aún están en fases de investigación, y algunas otras requieren de sistemas tecnológicos avanzados y presupuestos económicos altos.

**Palabras clave:** Tomografía computarizada, reducción de dosis, técnicas de reducción de dosis, optimización de dosis, aprendizaje profundo, IA.

## ABSTRACT

**Introduction:** Computed tomography (CT) is an imaging technique that, along with advances in technology and computing, has revolutionized diagnostic decision-making with its advanced applications and significant clinical impact. However, the increased exposure to ionizing radiation experienced by patients during CT scans is a constant concern. **Objective:** To describe the most relevant current strategies, techniques, and technologies for reducing radiation dose in computed tomography. **Methodology:** The study was based on a review of articles available in the PubMed database. The search period for the articles ranged from 2015 to 2025. Twenty-five articles directly address the objectives of this research. **Conclusions:** Current strategies, techniques, and technologies can reduce radiation dose in tomographic studies by up to 50% compared to international reference levels, depending on the type of procedure, the anatomical region being studied, and the age group. Technologies such as spectral tomography and automatic current modulation have been identified that can reduce radiation dose by up to 91.4% of CTDI<sub>vol</sub> in pediatric protocols, resulting in a lower dose than four standard skull radiographs. However, many of these technologies are still in the research phase, and some require advanced technological systems and significant budgets.

**Keywords:** Computed tomography, dose reduction, dose reduction techniques, dose optimization, deep learning, AI.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Desde su invención en la década de 1970, la tomografía computarizada (TC) ha transformado la medicina diagnóstica experimentado un auge en su uso desde entonces. En 2007, se estimó que en Estados Unidos se realizaban alrededor de 62 millones de exploraciones por TC al año, en comparación con los aproximadamente 3 millones anuales de 1980 (1).

Una de las principales preocupaciones asociadas a la amplia adopción de la TC es el aumento de la exposición a la radiación que reciben los pacientes. Un estudio realizado en Estados Unidos en 2009 reveló que la TC es responsable del 75,4 % de la dosis de radiación efectiva administrada en todos los procedimientos de imagen (2).

Si bien no podemos conocer con certeza el potencial oncogénico exacto de la radiación ionizante, la comunidad médica tiene la responsabilidad inherente de mantener las dosis de radiación tan bajas como sea razonablemente posible (ALARA). Cada procedimiento de imagen debe justificarse y optimizarse, la dosis mínima de radiación necesaria para obtener una TC diagnóstica debe seguir siendo el objetivo en cada situación clínica. Gracias a la mejora de la tecnología, se han logrado avances significativos en la reducción de la dosis de radiación (3).

Esta revisión narrativa describe las estrategias, técnicas y tecnologías actuales más relevantes para la reducción de dosis de radiación en TC con un enfoque específico en su impacto en poblaciones pediátricas y adultas, su importancia radica en la necesidad imperante de consolidar el conocimiento actual y facilitar su implementación efectiva en la práctica clínica (4).

## **II. OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Describir las estrategias y técnicas actuales más relevantes para la reducción de la dosis de radiación en tomografía computarizada

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir las recientes tecnologías para la reducción de la dosis de radiación en tomografía computarizada
- Describir las ventajas y limitaciones de las técnicas y tecnologías más relevantes de reducción de dosis en tomografía computarizada

### **III. CUERPO**

#### **CAPÍTULO I: ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA**

##### **Bases de datos utilizadas**

La búsqueda de artículos para esta revisión narrativa se realizó en idioma inglés, en el buscador de base de datos PubMed.

##### **Términos utilizados**

**Población:** ("adult") and ("pediatric")

**Concepto:** ("dose reduction" or "techniques")

**Contexto:** ("dose reduction" and "techniques") and ("tomography")

##### **Pregunta de investigación**

Población, Concepto, Contexto (PCC) pueden verse en el **ANEXO 1**.

##### **Fórmula de búsqueda**

Todas las fórmulas de búsqueda pueden verse en el **ANEXO 2**.

##### **Elección de artículos**

En el proceso de búsqueda se realizó una revisión basada en artículos científicos obtenidos de la base de datos PubMed entre 2015 y 2025. Los artículos se seleccionaron en idioma inglés y se utilizó el gestor de referencias bibliográficas Zotero para su revisión por títulos y resúmenes. La búsqueda se centró en estudios que abordan la reducción de dosis de radiación en tomografía computarizada, con un enfoque en adultos y pediátricos. Se incluyeron artículos que describen ensayos clínicos, revisiones sistemáticas y metaanálisis, excluyendo aquellos con criterios de calidad metodológica limitados.

## **Criterios de Elegibilidad**

### **Criterios de inclusión**

- Artículos en idioma inglés.
- Artículos donde los estudios y procedimientos utilizan tomografía computarizada multicorte con tecnología de tercera generación, de doble fuente, doble energía, conteo de fotones, filtros y algoritmos con inteligencia artificial.
- Pacientes adultos y pediátricos.
- Estudios que utilizan maniquís y tejido biológico con relevancia en aplicaciones de reducción de dosis de radiación.
- Artículos comprendidos entre los años 2015 a 2025.

### **Criterios de exclusión**

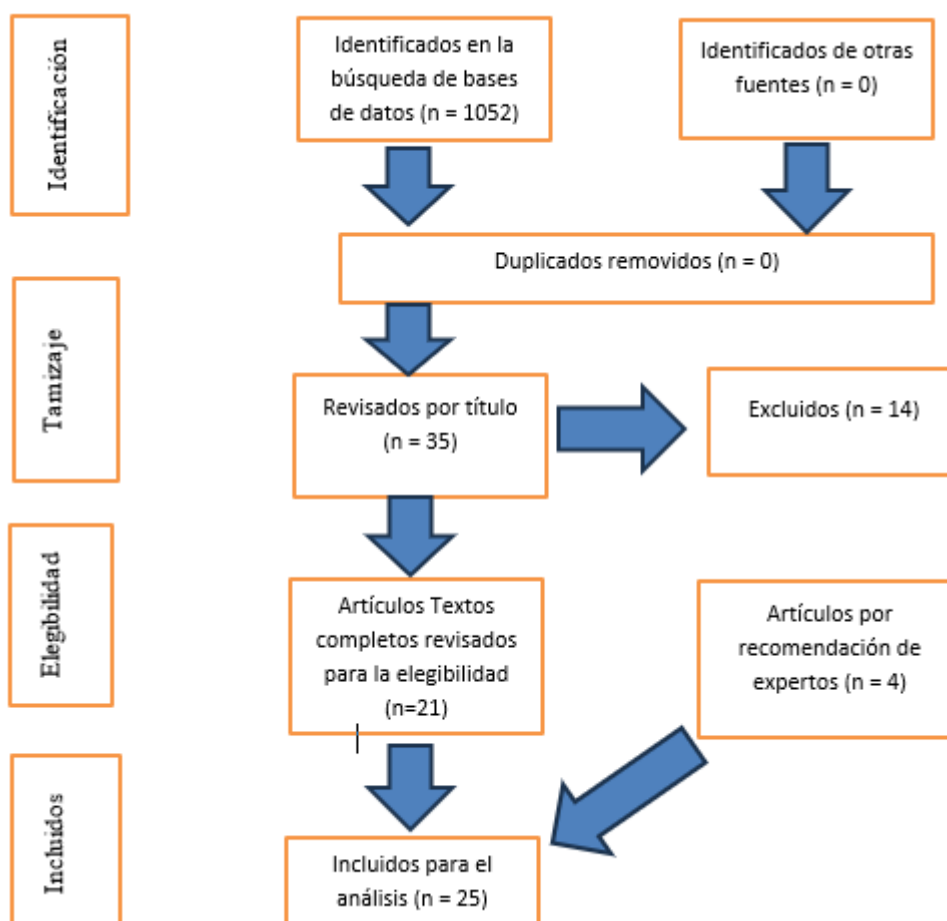
- Artículos con restricción por autoría o aquellos que solicitan usuarios prescritos.
- Artículos incompletos.
- Tesis.

## CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE LOS HALLAZGOS

En la búsqueda se encontraron 1052 estudios en inglés. De los cuales, 35 fueron elegidos para su revisión por título, posteriormente tras una revisión rigurosa se excluyeron 14 artículos por no tener criterios de inclusión quedando 21. Se añadió 4 artículos por recomendación de expertos. Quedando finalmente 25 artículos para la extracción de resultados.

Presentación de flujograma de estrategias de búsqueda

A continuación, se presenta flujograma de búsqueda:



Elaboración propia

## **1. Fundamentos de la dosis de radiación en tomografía computarizada**

### **1.1 Magnitudes dosimétricas en TC (CTDIvol, DLP, Dosis Efectiva).**

Los principales descriptores involucrados en la dosimetría en TC son: El Índice de Dosis de Tomografía Computarizada Volumétrica (CTDIvol por sus siglas en inglés), combina la dosis de radiación absorbida por el paciente y el volumen de la región escaneada, evaluando la dosis promedio en el volumen examinado, es decir, en las tres dimensiones (x, y, z). El CTDIvol permite comparar la salida de radiación de diferentes escáneres de TC, aunque no es una medida directa de la dosis absorbida real en un paciente. Se expresa en miliGray (mGy). Mientras que el Producto Dosis – Longitud (DLP, por sus siglas en inglés) es la carga de radiación total del paciente durante toda la exploración por TC, se calcula multiplicando el CTDIvol por la longitud total de la exploración y se mide en miliGray por centímetro (mGy.cm). La mayoría de los escáneres muestran directamente los valores de CTDIvol y DLP. El producto del DLP y un factor de conversión específico para la edad y el área del cuerpo se puede utilizar para estimar la dosis efectiva (DE) expresada en miliSievert (mSv) (5).

### **1.2 Principio ALARA (“As Low As Reasonably Achievable”)**

Este principio sugiere que la dosis de radiación debe mantenerse tan baja como sea razonablemente posible, sin comprometer la calidad de la imagen. La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP, por sus siglas en inglés) enfatiza que la implementación del principio ALARA es esencial para la protección del paciente, exigiendo una gestión adecuada de los parámetros dosimétricos y la capacitación continua del personal médico en la correcta utilización de la TC (5).

## **2. Estrategias de reducción de dosis en tomografía computarizada**

### **2.1 Optimización y ajuste de parámetros de adquisición**

#### **2.1.1 Ajuste del potencial del tubo según morfología del paciente.**

En un estudio utilizaron la selección automática del potencial del tubo de rayos X para reducir la dosis de radiación manteniendo al mismo tiempo la calidad diagnóstica para las angiotomografías (ATC) y las TC abdominopélvicas con contraste en pacientes adultos (rango, 19-64 años). Obtuvieron como resultados: Para la ATC, se seleccionaron 80 o 100 kV para el 73% de los escaneos, con una reducción de dosis media del 36%. Para los exámenes de TC abdominopélvica, se utilizaron 80 o 100 kV para el 55% de los escaneos, con una reducción de dosis media del 25%. Los dos casos en relación con el protocolo de referencia de 120 kV (6).

#### **2.1.2 Modulación automática de la corriente del tubo (AEC)**

La corriente del tubo se puede ajustar en el plano xy (modo angular), en el eje z o mediante una combinación de ambos. Se ha informado que la reducción de la dosis de radiación en TC lograda mediante la modulación de la corriente del tubo alcanza entre el **26% y el 50%** en niños y adultos con respecto a niveles de referencia internacionales (7).

Debe posicionarse al paciente o a la estructura anatómica en el isocentro de la apertura del gantry para optimizar una modulación correcta de la corriente del tubo (8).

### **2.1.3 Adaptados al tamaño corporal**

Se debe determinar una calidad de imagen objetivo definida por el usuario, considerando el tamaño del paciente, índice de masa corporal IMC y la tarea diagnóstica, para cada región anatómica. El protocolo de escaneo adaptado al IMC propuesto no solo logra un ruido de imagen similar para pacientes de todos los tamaños, sino que también reduce la dosis de radiación en pacientes con un IMC bajo. Varios enfoques en un estudio se han centrado en reducir la dosis de radiación efectiva de los exámenes de angiotomografías coronarias en pacientes adultos, modulando los ajustes de voltaje, la corriente del tubo y el IMC resultando en un ruido de imagen constante y reduciendo la dosis de radiación hasta en un 26,3 %. La dosis de radiación efectiva media en el presente estudio ( $2,1 \pm 0,7$  mSv) fue mucho menor que en informes anteriores sin un protocolo de exploración adaptado al IMC (9,4–21,4 mSv) (9).

### **2.1.4 Modulación automática de la corriente del tubo (AEC) rotacional**

En esta implementación, la corriente del tubo de rayos X se modula a medida que gira alrededor del paciente. En ángulos donde la atenuación es mayor debido al mayor grosor del paciente, la corriente aumenta. Un estudio con maniqués pulmonares utilizó algoritmos de reconstrucción Veo reduciendo el ruido de imagen de forma muy eficaz en comparación con las reconstrucciones FBP convencionales mediante la tomografía computarizada de dosis ultrabaja reduciendo a la vez la dosis hasta en una décima parte (10).

### **2.1.5 Protocolos pediátricos.**

Un estudio con filtración espectral para la TC cerebral de dosis ultrabaja en pacientes pediátricos para el diagnóstico de craneosinostosis en maniqués demostraron una reducción de dosis de al menos el 89,2 % en el CTDIvol con el filtro Tin y del 91,4 % con el filtro SilverBeam, resultaron en dosis más bajas que una radiografía de cráneo estándar de cuatro vistas (0,09 mSv) (11).

## **3. Técnicas de reconstrucción y procesamiento de imagen que permiten la reducción de dosis en tomografía computarizada**

### **3.1 Reducción de dosis mediante reconstrucción iterativa (RI) de imágenes**

Gracias al desarrollo computacional de los últimos años, muchos fabricantes han incorporado algoritmos de reconstrucción iterativa basada en modelos (MBIR) (12). Un estudio de perfusión hepática por tomografía en pacientes adultos (25 fases, rango de 22.4cm) y 120Kv utilizo MBIR determinando una dosis efectiva de 17,5 mSv (1168 mGycm), que es comparable con una tomografía computarizada de cuatro fases estandar tambien con 120 kV (13). Un estudio en adultos comparativo de MBIR con 90Kv frente a otro estudio con retroproyección filtrada utilizando 120Kv en tomografías de cuello tuvo una estimación de dosis efectiva de  $13,59 \pm 1,23$  mSv, lo que corresponde a una reducción de dosis de aproximadamente 35,4 % en comparación con las dosis efectivas utilizando 120 kV estándar (14).

### **3.2 Reconstrucción basada en inteligencia artificial**

La inteligencia artificial IA puede mejorar la calidad de las imágenes de baja dosis y ayudar a minimizar la exposición a la radiación. Modelos de IA desarrollados para eliminar el ruido de las imágenes de TC de baja dosis pueden ser desarrollados en base a los datos obtenidos (15). La TC pediátrica y que abarca otras modalidades de imágenes muestra que la mayoría de los modelos de IA pudieron reducir la dosis de radiación en un 36-70%. No obstante, tres estudios incluidos en una revisión sistemática demostraron que el uso de IA podría lograr una mayor reducción de la dosis de radiación hasta un 95% (16)

#### **3.2.1 Técnicas de reconstrucción mediante aprendizaje profundo (DLR)**

Métodos de RI mejorados con aprendizaje profundo, han mostrado mejoras significativas al optimizar la supresión de ruido y preservar los detalles anatómicos finos. Diversos estudios han demostrado que la RI asistida por IA mejora la relación contraste-ruido (CNR) en aproximadamente un 30 % en comparación con los métodos de RI convencionales (17). La reconstrucción de imágenes mediante DLR, que utiliza redes neuronales convolucionales, es una alternativa prometedora. La combinación de la reducción de la corriente del tubo con un novedoso algoritmo DLR en tiempo real permitió que la TC abdominal de ultra baja dosis (CTDIvol  $3,1 \pm 2,0$  mGy) lograra una reducción del 73,3% en la dosis de radiación en comparación a un grupo de (CTDIvol  $11,6 \pm 5,8$  mGy) manteniendo al mismo tiempo la calidad de la imagen y el rendimiento diagnóstico para la detección de lesiones hepáticas mayores de 0,5 cm (18).

#### **3.2.2 Método de reconstrucción de TC de baja dosis utilizando difusión anisotrópica y de subpíxeles.**

Tecnología de subpíxeles con la difusión anisotrópica mediante técnicas de interpolación lineal, ponderaciones y procesos de difusión redujeron el ruido en los datos de proyección de TC de baja dosis. La imagen de TC de alta calidad se reconstruyó finalmente mediante el algoritmo clásico de retroproyección filtrada (FBP, por sus siglas en inglés) a partir de los datos estimados. Los resultados experimentales demuestran que el método de difusión anisotrópica y de subpíxeles mejora eficazmente la calidad de imagen de la TC de baja dosis. (19).

#### **4. Tecnologías avanzadas para reducción de dosis en tomografía computarizada**

##### **4.1 Tomografía espectral o de doble energía (TCDE)**

Utilizando dos fuentes de radiación, conmutando muy rápidamente el valor del voltaje en el tubo de rayos X durante el escaneo, y utilizando detectores de dos capas con sensibilidad máxima ajustada a fotones de diferente energía. La TCDE también se ha empleado con éxito en otras regiones anatómicas. Si bien la perfusión pulmonar es una de las técnicas más estudiadas, su evaluación se ha extendido a campos de aplicación específicos, como el musculoesquelético, cabeza y cuello, vascular y cardíaco. Estudios renales y hepáticos en pacientes adultos arrojaron disminución en el CTDI<sub>vol</sub> y DLP reducciones de dosis en un 33% y 34% respectivamente en comparación a la TC convencional (16).

##### **4.2 Tomografía computarizada por conteo de fotones (TC-PCD).**

Los detectores de TC-PCD cuentan el número de fotones incidentes y miden su energía. Esto se traduce en una mayor relación contraste-ruido, una resolución espacial mejorada y una imagen espectral optimizada. La TC-PCD permite reducir la exposición a la radiación, reconstruir imágenes con mayor resolución, corregir los artefactos de endurecimiento del haz, optimizar el uso de agentes de contraste y

ofrecer nuevas oportunidades para la obtención de imágenes cuantitativas en comparación con la tecnología de TC actual (20).

Un metaanálisis con alta confiabilidad y bajo sesgo demostró una exposición significativamente menor de CTDIvol y DLP de la tomografía por conteo de fotones en relación a la tomografía de técnica convencional en estudios de arterias coronarias (21).

Algunos autores en estudios clínicos abdominales en adultos observaron que el CTDIvol y la dosis efectiva fueron sustancialmente menores en el grupo TC-PCD en comparación con el grupo de TC convencional con reducciones de dosis entre el 18,5% y el 44% (22). Estudios en adultos de abdomen y tórax con contraste de conteo de fotones frente a tomografía dual determinaron una reducción de dosis con valores medios de CTDI vol ( $4,17 \pm 1,29$  mGy) y DLP ( $151,01 \pm 48,56$  mGy\*cm) para el grupo TC -PCD, y CTDI vol ( $7,21 \pm 0,49$  mGy) y DLP ( $288,64 \pm 31,17$  mGy\*cm) para el grupo TC convencional respectivamente. La dosis efectiva media se redujo hasta un 43 % (23,24).

### **4.3 La prefiltración de estaño (Sn)**

Es una de las últimas innovaciones introducidas en los tomógrafos. El prefiltro de estaño, de menos de 1 mm de espesor, se coloca directamente después del tubo de rayos X, absorbiendo los rayos X de baja energía y, en consecuencia, generando un espectro de rayos X de mayor energía antes de que atraviese el cuerpo del paciente. Idóneas para exploraciones, como las de senos paranasales, estudios pulmonares, detección de cálculos renales y la puntuación de calcio en tomografías computarizadas cardíacas con dosis reducidas de radiación. Un estudio investigó si existe una respuesta biológica molecular alterada en las células sanguíneas

mediante la técnica de prefiltración con estaño. La energía fotónica media de un protocolo de 150 kV es de 72,1 KeV mientras que con prefiltración de estaño es de 98,6 keV con una reducción de dosis de 5mGy (25).

## **5. Ventajas y Limitaciones de las técnicas y tecnologías de la reducción de dosis de radiación**

A pesar de los avances tecnológicos y las recomendaciones internacionales, la variabilidad en las dosis de radiación entre diferentes centros y protocolos continúa siendo un problema (4).

Los algoritmos de reconstrucción iterativa (RI) pueden reducir el ruido; sin embargo, también pueden alterar la textura de la imagen y limitar la detección de lesiones (18). Diversos estudios han demostrado que, con la misma dosis, algoritmos de reconstrucción iterativa basada en modelos (MBIR) logran niveles de ruido en la imagen inferiores a los de los algoritmos RI híbridos y una mejor compensación de los artefactos, entre otras ventajas. Sin embargo, no se ha demostrado que estos algoritmos MBIR permitan preservar la detectabilidad de bajo contraste con dosis de radiación significativamente menores que las de los algoritmos RI híbridos de los mismos fabricantes (12). Es necesario seguir explorando el valor de la IA para la optimización de dosis en radiología pediátrica debido al reducido tamaño de las muestras y el alcance limitado de los estudios existentes (16). Para aprovechar plenamente el potencial de la IA y el aprendizaje profundo DRL en imagen médica, es necesario intensificar la investigación y el desarrollo. En particular, se debe garantizar el control de calidad de los modelos de IA, y los datos de entrenamiento y prueba deben ser

independientes y de calidad comprobada. Con la validación científica suficiente y una gestión de calidad rigurosa, la IA podría contribuir al uso seguro de técnicas de baja dosis en imagen médica (15).

La tomografía computarizada de doble energía permite la identificación y cuantificación de la composición elemental de diferentes materiales, proporcionando imágenes específicas para yodo, calcio y agua o crear imágenes monoenergéticas virtuales. Desafortunadamente, estos algoritmos aumentan aún más el ruido de la imagen de tomografía computarizada y ciertos artefactos. Se han desarrollado y se siguen desarrollando múltiples métodos nuevos de reducción de ruido para abordar las reconstrucciones monoenergéticas (12). El potencial de información que ofrece la tecnología de doble energía es amplio y aún no se ha explorado por completo. Por lo tanto, su rendimiento sigue despertando un interés creciente entre radiólogos y clínicos (18).

### **Limitaciones y fortalezas en la revisión narrativa**

La limitante más relevante es la falta de artículos a nivel del Perú y Sudamérica.

Existe poca información comparativa con niveles actuales de referencia de dosis internacionales.

Algunos artículos tienen dificultad para sintetizar datos cuantitativos limitando la síntesis numérica y métrica de los hallazgos.

La principal fortaleza de la revisión es una metodología replicable. Así como conocer las estrategias y técnicas para poder adaptarlas y mejorarlas en un futuro muy cercano.

#### IV. CONCLUSIONES

- En la revisión realizada, se identificaron varias estrategias eficaces para la reducción de dosis de radiación TC. La modulación adaptativa de la dosis con la modulación de la corriente de tubo permite ajustar la radiación según las características del paciente y la zona a estudiar, logrando una reducción entre el 26% y 50% en relación a los niveles actuales de referencia de dosis internacionales sin comprometer la calidad de la imagen.
- Las técnicas más recientes, como la TC de dosis baja con reconstrucciones iterativas basadas en modelos han mostrado un gran potencial en la reducción de la exposición a la radiación. De acuerdo con estudios recientes, la TC de dosis baja ha permitido una disminución de hasta un 50% en la dosis de radiación en comparación con las técnicas tradicionales (13).
- La filtración espectral ( filtros de estaño y plata ) de dosis ultrabaja reduce hasta en 91.4% la exposición a la radiación en comparación con las radiografías de cráneo de cuatro proyecciones, lo que resulta prometedor para el diagnóstico de la craneosinostosis, siendo clave en aplicaciones pediátricas (11).
- La tomografía por conteo de fotones determino en estudios abdominales en fases arteriales, así como estudios de tórax de seguimientos oncológicos una reducción de dosis hasta en el 43% (22,24).
- La filtración de estaño es una tecnología prometedora con resultados de disminución de ruido hasta en 90% teniendo un efecto relevante en la reducción de dosis de radiación.

- Las ventajas de las tecnologías actuales de reducción de dosis son claras: mayor seguridad para los pacientes y una mejora en la calidad diagnóstica a dosis más bajas. Sin embargo, existen limitaciones, especialmente en la implementación generalizada de tecnologías avanzadas debido a los costos y la infraestructura limitada en muchos centros de salud. Así como algunas tecnologías están aún en procesos de investigación sin poder implementarlas en el campo clínico general. A pesar de estos desafíos, la continua evolución de las tecnologías y la capacitación adecuada del personal médico y de salud están ayudando a superar estas barreras, destacándose la necesidad de estandarizar estos métodos a nivel global para maximizar su efectividad.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Power SP, Moloney F, Twomey M, James K, O'Connor OJ, Maher MM. Computed tomography and patient risk: Facts, perceptions and uncertainties. *World J Radiol.* 2016 Dec 16;8(12):902-15. DOI: 10.4329/wjr.v8.i12.902.
2. Fazel R, Krumholz HM, Wang Y, Ross JS, Chen J, Ting HH, et al. Exposure to low-dose ionizing radiation from medical imaging procedures. *N Engl J Med.* 2009 Aug ;361(9):849-57. DOI: 10.1056/NEJMoa0901249.
3. McCollough CH. CT dose: how to measure, how to reduce. *Health Phys.* 2008 Nov ;95(5):508-17. DOI: 10.1097/01.HP.0000326343.35884.03.
4. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards [Internet]. IAEA; 2016 [citado 1 de octubre de 2025]. Disponible en: <http://www.iaea.org/publications/8930/radiation-protection-and-safety-of-radiation-sources-international-basic-safety-standards>. DOI.org/10.61092/iaea.u2pu-60vm
5. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103. *Ann ICRP.* 2007;37(2-4):1-332. DOI: 10.1016/j.icrp.2007.10.003
6. Yu L, Fletcher JG, Grant KL, Carter RE, Hough DM, Barlow JM, et al. Automatic selection of tube potential for radiation dose reduction in vascular and contrast-enhanced abdominopelvic CT. *AJR Am J Roentgenol.* agosto de 2013;201(2):W297-306. DOI: 10.1148/rg.313105079.
7. Irie T, Inoue H. Individual modulation of the tube current-seconds to achieve similar levels of image noise in contrast-enhanced abdominal CT. *AJR Am J Roentgenol.* 2005 May ;184(5):1514-8. DOI: 10.2214/ajr.184.5.01841514

8. Lee CH, Goo JM, Ye HJ, Ye SJ, Park CM, Chun EJ, et al. Radiation dose modulation techniques in the multidetector CT era: from basics to practice. *Radiographics*. 2008;28(5):1451-9. DOI: 10.1148/rg.285075075.
9. Tatsugami F, Husmann L, Herzog BA, Burkhard N, Valenta I, Gaemperli O, et al. Evaluation of a body mass index-adapted protocol for low-dose 64-MDCT coronary angiography with prospective ECG triggering. *AJR Am J Roentgenol*. 2009 Mar;192(3):635-8. DOI: 10.2214/AJR.08.1390.
10. Xu Y, He W, Chen H, Hu Z, Li J, Zhang T. Impact of the adaptive statistical iterative reconstruction technique on image quality in ultra-low-dose CT. *Clin Radiol*. 2013 Sep;68(9):902-8. DOI: 10.1016/j.crad.2013.03.024
11. Braniff C, Ditchfield M, Gubser M, Kuganesan A, Badawy MK. Utilization of spectral filtration for ultra-low dose brain CT in pediatric patients for diagnosis of craniosynostosis: A phantom study. *J Appl Clin Med Phys*. 2025 Jul ;26(7):e70176. DOI: 10.1002/acm2.70176
12. Mohammadinejad P, Mileto A, Yu L, Leng S, Guimaraes LS, Missert AD, et al. CT Noise-Reduction Methods for Lower-Dose Scanning: Strengths and Weaknesses of Iterative Reconstruction Algorithms and New Techniques. *Radiographics*. 2021;41(5):1493-508. DOI: 10.1148/rg.2021200196
13. Woisetschläger M, Henriksson L, Bartholomae W, Gasslander T, Björnsson B, Sandström P. Iterative reconstruction algorithm improves the image quality without affecting quantitative measurements of computed tomography perfusion in the upper abdomen. *Eur J Radiol Open*. 2020;7:100243. DOI: 10.1016/j.ejro.2020.100243

14. Scholtz JE, Wichmann JL, Hüsters K, Albrecht MH, Beeres M, Bauer RW, et al. Third-generation dual-source CT of the neck using automated tube voltage adaptation in combination with advanced modeled iterative reconstruction: evaluation of image quality and radiation dose. *Eur Radiol*. 2016 Aug ;26(8):2623-31. DOI: 10.1007/s00330-015-4099-z
15. Pashazadeh A, Hoeschen C. [Opportunities for artificial intelligence in radiation protection: Improving safety of diagnostic imaging]. *Radiologie (Heidelb)*. 2023 Jul ;63(7):530-8. DOI: 10.1007/s00117-023-01167-y
16. Ng CKC. Artificial Intelligence for Radiation Dose Optimization in Pediatric Radiology: A Systematic Review. *Children (Basel)*. 2022 Jul 14 ;9(7):1044. DOI: 10.3390/niños9071044
17. Scholtz JE, Kaup M, Hüsters K, Albrecht MH, Bodelle B, Metzger SC, et al. Advanced Modeled Iterative Reconstruction in Low-Tube-Voltage Contrast-Enhanced Neck CT: Evaluation of Objective and Subjective Image Quality. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2016 Jan ;37(1):143-50. DOI: 10.3174/ajnr.A4502
18. Hou P, Feng X, Chen Y, Wang X, Jiang Y, Liu J, et al. Ultra-low-dose hepatic computed tomography with a novel real-time deep learning-based noise reduction algorithm: a prospective cross-sectional analysis of image quality and lesion detection. *Quant Imaging Med Surg*. 2025 Aug 1;15(8):7006-18. DOI: 10.21037/qims-2025-365
19. Tang S, Su R, Li S, Lai Z, Huang J, Niu S. A low-dose CT reconstruction method using sub-pixel anisotropic diffusion. *Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao*. 2025 Jan 20;45(1):162-9. DOI: 10.12122/j.issn.1673-4254.2025.01.19

20. Kiani I, Mohebbi A, Jannatdoust P, Darmiani K, Mohammadzdeh S, Mohammadi A, et al. Comparison of photon-counting CT angiography with energy-integrating CT angiography in coronary artery stenosis: a systematic review and meta-analysis. *BMC Med Imaging*. 2025 Nov 28 ;25(1):496. DOI: 10.1186/s12880-025-02038-9
21. Van der Bie J, van der Laan T, van Straten M, Booij R, Bos D, Dijkshoorn ML, et al. Photon-counting CT: An updated review of clinical results. *Eur J Radiol*. 2025 Sep;190:112189. DOI: 10.1016/j.ejrad.2025.112189
22. Graafen D, Müller L, Halfmann M, Düber C, Hahn F, Yang Y, et al. Photon-counting detector CT improves quality of arterial phase abdominal scans: A head-to-head comparison with energy-integrating CT. *Eur J Radiol*. 2022 Nov;156:110514. DOI: 10.1016/j.ejrad.2022.110514
23. Navin PJ, Kim B, Wells ML, Khandelwal A, Halaweish AF, Moen TR, et al. Reducing radiation dose for multi-phase contrast-enhanced dual energy renal CT: pilot study evaluating prior iterative reconstruction. *Abdom Radiol (NY)*. 2019 Oct; 44(10):3350-8. DOI: 10.1007/s00261-019-02150-9
24. Hagen F, Walder L, Fritz J, Gutjahr R, Schmidt B, Faby S, et al. Image Quality and Radiation Dose of Contrast-Enhanced Chest-CT Acquired on a Clinical Photon-Counting Detector CT vs. Second-Generation Dual-Source CT in an Oncologic Cohort: Preliminary Results. *Tomography*. Jun 3 ;8(3):1466-76. DOI: 10.3390/tomografia8030119
25. Schüle S, Hackenbroch C, Beer M, Ostheim P, Hermann C, Muhtadi R, et al. Tin prefiltration in computed tomography does not significantly alter radiation-

induced gene expression and DNA double-strand break formation. PLoS One.

2024 Dec 20 ;19(12):e0315808. DOI: 10.1371/journal.pone.0315808

## ANEXOS

### Anexo 1. Términos utilizados

POBLACIÓN	CONCEPTO	CONTEXTO
Pacientes adultos y pediátricos sometidos a una Tomografía Computarizada	Estrategias, técnicas y tecnologías actuales de reducción de dosis	Estudios recientes que describen reducción de dosis en tomografía computarizada

¿Cuáles son las estrategias, técnicas y tecnologías de reducción de la dosis de radiación que han sido descritos en la literatura científica recientemente, en los pacientes sometidos a una TC?

## Anexo 2. Fórmulas de búsqueda utilizadas

Número	Búsqueda Google PubMed	Cantidad
#1	Patients	2449
#2	("patients" or "tomography")	2570
#3	("dose reduction" or "techniques") and ("tomography")	1438
#1 AND #2	("dose reduction") and ("strategies" or "tomography")	1052
#1 AND #2 AND #3	("dose reduction" and "techniques") and ("tomography")	52