

APLICACIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL DIAGNÓSTICO POR TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA, RESONANCIA MAGNÉTICA Y RADIOGRAFÍA DIGITAL: REVISIÓN SISTEMÁTICA

APPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN COMPUTED TOMOGRAPHY, MAGNETIC RESONANCE IMAGING, AND DIGITAL RADIOGRAPHY DIAGNOSIS: A SYSTEMATIC REVIEW

Leonardo Lanzee Mendoza Jiménez¹, Kelvin Hernán Yunga Carchi², Andrés Alejandro
Almeida Narvárez³ Ninfa Silvana Sarmiento Sarmiento⁴

{lic.lanzee.mendoza@hotmail.com¹, kelvinyc3@gmail.com², andresaan0@gmail.com³ ninsy1504@gmail.com⁴}

Fecha de recepción: 17/06/2026 / Fecha de aceptación: 03/08/2026 / Fecha de publicación: 05/08/2026

RESUMEN: El diagnóstico por la imagen es uno de los pilares de la medicina contemporánea, y la inclusión de la inteligencia artificial (IA) ha propiciado un avance importante en cuanto a la exactitud del diagnóstico, la calidad de la imagen y la eficacia de los procesos radiológicos. No obstante, se presentan problemas relacionados con la validación clínica, la estandarización y el ejercicio seguro de la IA. El objetivo de esta revisión sistemática fue el de analizar la evidencia científica relacionada con las aplicaciones de la IA en el diagnóstico por tomografía computarizada, resonancia magnética y radiología digital, evaluando los algoritmos utilizados, las aplicaciones clínicas de los mismos, los beneficios, las limitaciones y las perspectivas futuras. Se llevó a cabo una revisión sistemática siguiendo las directrices PRISMA 2020, a partir de una búsqueda de estudios en PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, IEEE Xplore y ScienceDirect, aplicando los criterios de selección preestablecidos y un análisis narrativo de la información. Los resultados evidencian que las redes neuronales convolucionales y los modelos de aprendizaje profundo mejoran la detección de patologías, la segmentación anatómica, la reconstrucción de imágenes y la ayuda a la decisión clínica, lo que favorece un aumento en la exactitud del diagnóstico y de la eficacia. Se alcanza la conclusión de que la IA puede ser una herramienta estratégica para dar un mayor soporte diagnóstico a la radiología. Sin embargo, la

¹Investigador Independiente, México, <https://orcid.org/0009-0005-3322-6916>.

²Investigador Independiente, Cuenca, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-1953-9551>.

³Médico Interno Rotativo, Hospital General IESS Santo Domingo, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0002-9142-2657>.

⁴Hospital José Carrasco Arteaga IESS Cuenca, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4819-1219>

adopción de la IA requiere procesos de validación, regulación y supervisión de expertos que garanticen un uso seguro de la misma.

Palabras clave: *Inteligencia artificial, diagnóstico por imágenes, tomografía computarizada, resonancia magnética, radiografía digital, revisión sistemática*

ABSTRACT: Diagnostic imaging is one of the cornerstones of modern medicine, and the integration of artificial intelligence (AI) has led to significant advances in diagnostic accuracy, image quality, and the efficiency of radiological processes. However, challenges remain regarding clinical validation, standardization, and the safe use of AI. The objective of this systematic review was to analyze the scientific evidence related to AI applications in computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI), and digital radiology, evaluating the algorithms used, their clinical applications, benefits, limitations, and future prospects. A systematic review was conducted in accordance with the PRISMA 2020 guidelines, based on a search for studies in PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, IEEE Xplore, and ScienceDirect, applying pre-established selection criteria and a narrative analysis of the information. The results show that convolutional neural networks and deep learning models improve the detection of pathologies, anatomical segmentation, image reconstruction, and clinical decision support, which leads to increased diagnostic accuracy and effectiveness. The conclusion is that AI can be a strategic tool for providing greater diagnostic support in radiology. However, the adoption of AI requires validation, regulation, and expert oversight to ensure its safe use.

Keywords: *Artificial intelligence, diagnostic imaging, computed tomography, magnetic resonance imaging, digital radiography, systematic review*

INTRODUCCIÓN

El diagnóstico por imágenes es uno de los pilares fundamentales de la medicina actual, pues se ha demostrado que contribuye en gran medida en el diagnóstico precoz, la caracterización, el seguimiento y la evaluación terapéutica de una extensa variedad de enfermedades. Durante décadas, las distintas modalidades de diagnóstico por imágenes, en especial la tomografía computarizada (TC), la resonancia magnética (RM) y la radiografía digital han experimentado un notable desarrollo técnico, proporcionando imágenes de gran resolución y, por tanto, la posibilidad de identificar alteraciones anatómicas o funcionales de un modo más efectivo. Al mismo tiempo, la elevación en la demanda de estudios radiológicos, alimentada por un progresivo envejecimiento de la población, una mayor prevalencia de enfermedades crónicas y el desarrollo de programas de cribado, ha comportado un importante incremento en la carga de trabajo de los servicios de radiología, poniendo de manifiesto la necesidad de incorporar

herramientas que aumenten su eficacia diagnóstica y que disminuyan la variabilidad entre observadores (1).

La inteligencia artificial (IA) ha destacado en este sentido como una de las tecnologías más prometedoras que tienen el potencial de alterar la práctica radiológica, si tenemos en cuenta que está compuesta por un grupo de métodos computacionales que permiten la ejecución de tareas que se generan en procesos cognitivos a partir de cuestiones como el reconocimiento de patrones, la clasificación de imágenes, la predicción de resultados y el aprendizaje generado a partir de grandes bases de datos. Su divulgación en el campo médico ha sido posible gracias a la mejora de la computación, de los métodos de Machine Learning y la disposición de grandes bases de datos digitales que permiten entrenar modelos predictivos (2).

Dentro de la misma IA, el Deep Learning ha supuesto uno de los avances más importantes para la imagenología médica. Esta estrategia implica la utilización de redes neuronales artificiales con un alto número de capas, en especial, mediante el uso de las redes neuronales convolucionales (Convolutional Neural Networks, CNN), capaces de extraer de manera automática las características complejas que yacen en las imágenes, sin haber de realizar un diseño manual de los atributos que pudieran llegar a ser de interés (3). La consecuencia de la aplicación de los métodos modernos ha llevado a niveles de desempeño que se asemejan a los que presentan las que son especialistas en tareas concretas que van desde la detección de lesiones, la segmentación anatómica, la clasificación de enfermedades hasta la reconstrucción de imágenes médicas.

La radiología es actualmente la especialidad médica donde la inteligencia artificial parece haber llegado a uno de los más altos niveles en desarrollo e implementación clínica. Ello se debe, fundamentalmente, a que desde esta especialidad la mayor parte de la información diagnóstica puede encontrarse en formato digital, siendo susceptible de ser aplicada por algoritmos computacionales entrenados con millones de imágenes. Así, la transición que han tenido los sistemas de terapia asistida por ordenador (CAD) es clara; desde un uso bastante limitante a sistemas mucho más complejos y sofisticados que soportan análisis cuantitativos, segmentación 3D, reconstrucción de imágenes, informes automatizados y priorización de estudios urgentes del flujo de trabajo en radiología (4).

El aumento de tal tecnología ha ido de la mano de una tendencia al alza sostenida en el número de herramientas comerciales aprobadas para uso clínico. También se han publicado recientes revisiones que indican una clara concentración de dispositivos médicos basados en inteligencia artificial aprobados por organismos de regulación de la práctica clínica, especialmente en los dispositivos de detección de accidentes cerebrovasculares, hemorragias intracraneales, nódulos pulmonares, cáncer de mama, fracturas y enfermedades pulmonares. Tal crecimiento es indicativo del interés de la comunidad científica y de la industria biomédica por tener soluciones

inteligentes que aumenten la precisión diagnóstica, reduzcan los tiempos de interpretación y optimicen la gestión de los servicios hospitalarios.

Sin embargo, la llegada de la inteligencia artificial al ámbito clínico no nace con el objetivo de desbancar al radiólogo, sino de mejorar su capacidad diagnóstica contando con herramientas de apoyo a la decisión clínica. La evidencia científica existente apunta que el máximo rendimiento se obtiene cuando los algoritmos funcionan como sistemas complementarios, que ayuden a identificar hallazgos potencialmente importantes, disminuyan la variabilidad interobservador y prioricen estudios críticos, mientras la interpretación final recae en el especialista. Este modelo de trabajo tiende a favorecer una atención más segura, eficiente y reproducible al tiempo que disminuye la carga asistencial derivada del creciente número de estudios imagenológicos (5).

De esta forma, la inteligencia artificial ha pasado de ser una herramienta experimental a convertirse en una pieza estratégica en la transformación digital de la radiología. Su evolución no deja de propulsar nuevas aplicaciones clínicas desde la optimización de la adquisición de imágenes hasta modelos predictivos que ayuden a la medicina personalizada, pero su crecimiento muy rápido también interroga a la validación clínica, a la transparencia de los algoritmos, a la regulación sanitaria, a la segura incorporación en los sistemas de salud, motivos que aterrizan en la necesidad de revisar sistemáticamente la evidencia científica y, por tanto, las posibles líneas de investigación futura (6).

La tomografía computarizada (TC) es una de las pruebas de imagen médica que mayor empuje ha recibido por parte del desarrollo de la inteligencia artificial, debido al alto volumen de información anatómica que proporciona y a la necesidad de tener que dar respuesta a estudios cada vez más complejos en términos temporales. Los algoritmos de aprendizaje profundo han conseguido altos niveles de rendimiento en el desarrollo de tareas para la detección de nódulos pulmonares, hemorragias intracraneales, fracturas, embolia pulmonar, enfermedades cardiovasculares y varios tipos de cáncer. El impacto de estos sistemas no se limita a incrementar tanto la sensibilidad como la especificidad diagnóstica; también permiten reducir la carga de trabajo del radiólogo mediante la automatización de trabajos repetitivos y la priorización de estudios que presentan hallazgos críticos y, es de prever, que contribuyan en dar respuesta de forma adecuada y en un tiempo limitado (7,8).

Otra de las áreas con mayor desarrollo en tomografía computarizada se relaciona con la reconstrucción de imágenes utilizando técnicas de aprendizaje profundo. De manera tradicional, aplicar una menor dosis de radiación era sinónimo de tener que renunciar a la calidad de imagen, debido a un aumento en el ruido y la disminución de la resolución espacial. Sin embargo, los algoritmos de reconstrucción a partir de los modelos de red neuronal han demostrado que se pueden obtener imágenes de alta calidad a partir de adquisiciones a baja dosis y que se pueden preservar detalles anatómicos imprescindibles para llevar a cabo el diagnóstico. Esto es una

innovación muy importante en pacientes pediátricos, en los pacientes que se someten a controles seriados y en los que realizan un programa de tamizaje oncológico en los que lo más importante es reducir la exposición acumulativa a radiación (9).

En el caso de la resonancia magnética (RM), la inteligencia artificial también está superando algunas de las principales limitaciones que caracterizan desde hace tiempo a esta modalidad, sobre todo la larga duración de los estudios y la susceptibilidad a artefactos generados por el movimiento de los pacientes. Las aplicaciones de la IA en resonancia magnética incluyen también la segmentación automática de órganos, tejidos y lesiones, trabajo que antiguamente era desarrollado durante un periodo largo de tiempo por el especialista. Esta tarea automatizada permite poder contar con una cuantificación objetiva del volumen tumoral, realizar la evaluación de enfermedades neurodegenerativas, llevar a cabo el seguimiento de lesiones cerebrales, el análisis de alteraciones cardíacas; con todas estas tareas se vería incrementada la reproducibilidad de las mediciones y se disminuiría la variabilidad observador-observador. De la misma manera, el desarrollo de modelos multimodales permite integrar información clínica, radiológica y molecular, apoyo a estrategias diagnósticas de un modo más adecuado y a la medicina personalizada (10).

Por otro lado, la radiografía digital continúa siendo la técnica de imagen más practicada en el todo el mundo por su rapidez, su coste bajo y su amplia disponibilidad. En este sentido, la inteligencia artificial ha ido adquiriendo mayor relevancia como recurso de apoyo al diagnóstico, principalmente en la interpretación de las radiografías del tórax, del sistema osteoarticular y de los estudios de urgencias. Diversos algoritmos han demostrado tener alta precisión en la detección de neumonía, tuberculosis, neumotórax, fracturas, derrames pleurales y otras patologías frecuentes, permitiendo también identificar hallazgos sutiles que son susceptibles de pasar desapercibidos a la hora de la revisión inicial. Estas aplicaciones son particularmente útiles en hospitales con recursos limitados o escasez de médicos especialistas en radiología (11).

La pandemia por COVID-19 tuvo un impacto en el desarrollo de herramientas de inteligencia artificial (IA) para la lectura de radiografías de tórax. Muchas de estas aplicaciones (ya que eran sistemas de apoyo, no aplicaciones de diagnóstico) mostraron el potencial de la IA para clasificar imágenes, determinar el grado de afectación pulmonar y ayudar a priorizar pacientes; la experiencia aprendida de estas aplicaciones sirvió para potenciar la investigación en visión computacional aplicada a imágenes médicas y para desarrollar algoritmos para el diagnóstico de otras enfermedades respiratorias y sistémicas (10).

Aparte de las aplicaciones concretas de cada uno de los tipos de modalidades diagnósticas, los últimos desarrollos en los campos de la inteligencia artificial han hecho posible que modelos con una capacidad muy grande para la integración de diferentes tipos de imágenes médicas y de información clínica, datos de laboratorio e historia clínica electrónica, etc. aparezcan en las

plataformas existentes, logrando por lo tanto una integración de la medicina de precisión capaz de generar modelos predictivos del riesgo y del pronóstico de enfermedades conectados a la selección de tratamientos individualizados. La irrupción de arquitecturas en base transformers y de modelos de lenguaje entrenados ("Large Language Models") puede facilitar también la automatización de la redacción de los informes radiológicos e incrementar la eficiencia de los servicios de diagnóstico por la imagen (11).

A pesar de los logros que ha conseguido la inteligencia artificial en el diagnóstico por imagen, su utilización en la práctica clínica continúa viéndose marcada por los desafíos científicos, técnicos, éticos y de regulación. Uno de los principales problemas que se destaca en la literatura científica hace referencia a la escasa capacidad de generalización de muchos de los tipos de algoritmos que se han desarrollado utilizando la técnica de deep learning. En ocasiones, los modelos son entrenados en base a bases de datos generadas en una sola institución o una población específica, lo que puede poner en entredicho su rendimiento, cuando se implementan en hospitales con características demográficas, protocolos de adquisición o equipos de imagen diferentes. Esta es una situación que limita la reproducibilidad de los resultados y constituye una de las principales barreras para el uso de dichas tecnologías en el sistema de salud (12).

Otra de las limitaciones ampliamente subrayadas se refiere a la heterogeneidad metodológica de los estudios publicados. Las diferentes investigaciones presentan una considerable variabilidad en el tamaño de las muestras, en los criterios de inclusión de los pacientes, o bien en las modalidades de imagen analizadas, en los algoritmos empleados y en las métricas usadas para medir el rendimiento diagnóstico. Esta heterogeneidad hace que resulte difícil la comparación entre los estudios y limita la posibilidad de llegar a conclusiones firmes sobre la superioridad de ciertos modelos de inteligencia artificial. Aun así, una parte importante de las investigaciones revisadas ocupan este estatus gracias a los trabajos retrospectivos llevados a cabo en circunstancias experimentales, mientras que los estudios prospectivos multicéntricos y las valoraciones a desarrollar en condiciones clínicas son escasos (13).

Un tema de reciente interés lo corresponde la interpretabilidad de los algoritmos de inteligencia artificial, ya que muchos modelos de aprendizaje profundo siguen funcionando como sistemas de "caja negra" para los cuales se hace difícil entender el proceso mediante el cual se generan las predicciones diagnósticas. La ausencia de transparencia puede hacer que la confianza depositada en los profesionales sanitarios se vea disminuida, así como hacer que la detección de errores sistemáticos o sesgos durante el entrenamiento de los modelos sea compleja. Por ello, y para afrontar este problema, se han desarrollado distintas técnicas de inteligencia artificial explicable (Explainable Artificial Intelligence, XAI) que nos permiten obtener información visual y cuantitativa con el fin de encontrar la manera de entender los criterios de los algoritmos a la hora de realizar el diagnóstico (14).

Al mismo tiempo, la inteligencia artificial aplicada a la radiología puede comportar importantes retos en cuanto a su impacto en la ética y el derecho. La privacidad de los pacientes, la seguridad de las bases de datos con las cuales se realiza el entrenamiento de modelos, la gobernabilidad de los datos clínicos, la responsabilidad profesional en caso de errores diagnósticos y la existencia de posibles sesgos algorítmicos son aspectos que las agencias reguladoras y las organizaciones científicas internacionales consideran prioritarios. Del mismo modo, la creciente implantación de grandes modelos de lenguaje y sistemas generativos en la medicina requiere la creación de normas que garanticen un uso responsable, transparente y seguro de ellas, asegurando la autonomía clínica y la seguridad del paciente (15).

A pesar de que el número de publicaciones relacionadas con inteligencia artificial aplicada a la imagenología médica ha crecido de manera exponencial en los últimos años todavía quedan vacíos importantes de conocimiento. La mayoría de las revisiones hacen referencia a modalidades diagnósticas específicas o a algoritmos concretos existiendo relativamente pocas revisiones que integren comparativamente la evidencia sobre la tomografía computarizada, la resonancia magnética y la radiografía digital a partir de una misma perspectiva metodológica.

Por otra parte, el veloz avance de nuevas arquitecturas de aprendizaje profundo y modelos multimodales requiere de una continua actualización de la evidencia científica existente; especialmente teniendo en cuenta la velocidad con que fue la evolución tecnológica entre 2021 y 2026 (10-15). En este sentido cualquier revisión sistemática de la literatura actualizada acerca de las aplicaciones de la inteligencia artificial en las principales modalidades de imagen médica aplicadas a la práctica clínica es necesaria. La integración de resultados de estudios muy dispares permitirá identificar los algoritmos más implementados, las patologías más estudiadas, los beneficios clínicos demostrados, las limitaciones metodológicas presentes y las principales tendencias futuras de la radiología asistida por inteligencia artificial. Esta información también contribuiría a clarificar futuras líneas de investigación, a fomentar el desarrollo de una práctica clínica fundamentada en la evidencia, y a permitir un uso responsable de tales tecnologías en los sistemas de salud.

En este sentido, la presente revisión sistemática tuvo como principal objetivo analizar la evidencia científica publicada entre 2021 y 2026 sobre las aplicaciones de la inteligencia artificial en el diagnóstico mediante tomografía computarizada, resonancia magnética y radiografía digital, así como la identificación de los algoritmos aplicados en estas modalidades, sus aplicaciones clínicas principales, el rendimiento diagnóstico descrito, sus ventajas, sus limitaciones, y las perspectivas futuras de las aplicaciones de la inteligencia artificial en la práctica radiológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio

La investigación que se presenta a continuación fue determinada a partir de una revisión sistemática de la literatura científica, realizada de acuerdo con las recomendaciones dictadas por la declaración de artículo PRISMA 2020, que es el estándar internacional más utilizado para el desarrollo y la presentación de revisiones sistemáticas. El diseño metodológico empleado permitió identificar, seleccionar, evaluar y sintetizar críticamente la evidencia científica existente sobre las aplicaciones de la inteligencia artificial (IA) en el diagnóstico por tomografía computarizada (TC), resonancia magnética (RM) y radiografía digital, garantizando el desarrollo de un proceso transparente, reproducible y sistemático.

La revisión elaborada fue cualitativa y descriptiva, orientada hacia la recopilación de los hallazgos vertidos en estudios originales y en revisiones sistemáticas recientes, encaminada a analizar el desempeño de los algoritmos de IA, sus principales aplicaciones clínicas, las ventajas que se reportaron, las limitaciones metodológicas y las perspectivas futuras que se abren para su aplicación en la práctica radiológica.

Estrategia de búsqueda bibliográfica

Los procesos de búsqueda bibliográfica se llevaron a cabo entre enero y febrero de 2026 a partir de la aplicación de una serie de bases de datos intermediarias biomédicas e interdisciplinarias que son consideradas de alto impacto:

- PubMed/MEDLINE
- Scopus
- Web of Science Core Collection
- IEEE Xplore Digital Library
- ScienceDirect

Estas bases de datos fueron seleccionadas debido a la amplia cobertura a la literatura científica correspondiente a las áreas de radiología, inteligencia artificial, ingeniería biomédica y ciencias de la salud.

Con el fin de asegurar la búsqueda más exhaustiva posible se utilizó un lenguaje controlado correspondiente a los descriptores Medical Subject Headings (MeSH) y con adición de los correspondientes Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS), combinados mediante operadores booleanos (AND, OR).

Tabla 1. Estrategia de búsqueda empleada en las bases de datos.

Concepto	Descriptores
Inteligencia Artificial	Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning
Imagenología	Diagnostic Imaging, Medical Imaging
Tomografía	Computed Tomography
Resonancia Magnética	Magnetic Resonance Imaging
Radiografía	Digital Radiography, X-Ray Imaging

Criterios de inclusión

Los estudios se seleccionaron atendiendo a los siguientes criterios:

- Artículos originales
- Revisiones sistemáticas y/o metaanálisis
- Investigaciones publicadas entre los meses de enero de 2021 y febrero de 2026
- Artículos publicados en lengua inglesa o española
- Artículos en los que se evaluarán aplicaciones de la inteligencia artificial en la tomografía computarizada, en la resonancia magnética o la radiografía digital
- Investigaciones con resultados de carácter clínico o diagnóstico o metodológico bien descritos
- Artículos que estuvieran publicados en revistas indexadas y revisadas por pares

Criterios de exclusión

Se excluyeron:

- Editoriales
- Cartas al editor
- Resúmenes de congresos
- Opiniones de expertos
- Protocolos sin resultados
- Tesis
- Literatura gris
- Artículos por duplicado
- Investigaciones que no tuviesen el texto completo
- Estudios que el objetivo principal no fuera el diagnóstico por imágenes mediante inteligencia artificial

La aplicación de estos criterios llevó a la selección de únicamente estudios con suficiente calidad metodológica y suficiencia científica para alcanzar el objetivo de la revisión.

Proceso de selección de estudios

La selección de los estudios se llevó a cabo desde cuatro etapas sucesivas de acuerdo con las guías PRISMA 2020:

- Identificación de registros mediante búsqueda electrónica.
- Eliminación de registros duplicados.
- Revisión de títulos y resúmenes.
- Evaluación del texto completo para determinar que satisfacía los criterios de elegibilidad.

Dos revisores independientes llevaron a cabo el proceso de selección de los estudios. Las diferencias fueron resueltas por consenso y discusión hasta llegar a un acuerdo. Este procedimiento permitió disminuir el riesgo de sesgo durante la selección de los estudios (16,20).

Extracción de la información

La información fue recopilada mediante una matriz de extracción diseñada específicamente para esta revisión.

Las variables registradas incluyeron:

- Autor
- Año de publicación
- País
- Tipo de estudio
- Modalidad de imagen
- Algoritmo de inteligencia artificial empleado
- Patología evaluada
- Tamaño de muestra
- Principales resultados
- Indicadores de desempeño (sensibilidad, especificidad, exactitud y área bajo la curva roc)
- Principales conclusiones

Calidad metodológica

La calidad metodológica y el riesgo de sesgo de los estudios incluidos se evaluaron siguiendo las recomendaciones que se derivan de la explícita declaración PRISMA 2020 y del ampliamente utilizado CLAIM (Checklist for Artificial Intelligence in Medical Imaging), que tiene por finalidad mejorar la calidad y la transparencia de los estudios de inteligencia artificial aplicada a la imagen médica, evaluando diversos elementos como la descripción del conjunto de datos, la validación de los algoritmos, la reproducibilidad de los modelos, el análisis estadístico y la presentación de resultados (16).

Síntesis y análisis de la información

La información obtenida fue sintetizada mediante un análisis narrativo, organizado de acuerdo con las tres modalidades diagnósticas incluidas en la revisión: tomografía computarizada, resonancia magnética y radiografía digital.

Posteriormente, los estudios fueron clasificados según:

- Modalidad de imagen
- Algoritmo de inteligencia artificial
- Aplicación clínica
- Desempeño diagnóstico
- Ventajas
- Limitaciones
- Perspectivas futuras

Finalmente, los resultados fueron presentados mediante tablas comparativas y figuras descriptivas, permitiendo identificar tendencias de investigación, fortalezas metodológicas y áreas que requieren mayor evidencia científica.

RESULTADOS

La revisión de la literatura ha permitido identificar las principales aplicaciones de la inteligencia artificial en el diagnóstico mediante tomografía computarizada (TC), resonancia magnética (RM) y radiografía, y ha puesto de manifiesto que los algoritmos, a partir del machine learning y el deep

learning, han cambiado radicalmente los procesos de análisis, interpretación y optimización de las distintas imágenes médicas. De hecho, los estudios incluidos en la revisión han mostrado que la IA ha entrado en la práctica clínica en cuatro grandes áreas de aplicación: detección automática de patologías, segmentación de estructuras anatómicas mediante algoritmos, reconstrucción y mejora de la calidad de imagen, y sistemas de apoyo para la decisión clínica.

A partir de los estudios analizados, las redes neuronales convolucionales (CNN), los modelos de aprendizaje profundo y los algoritmos de clasificación automática son las tecnologías más empleadas gracias a su capacidad para reconocer patrones complejos en grandes cantidades de datos médicos (17,18,19,20). Estas herramientas han obtenido resultados relevantes para, entre otras cosas, identificar lesiones pulmonares, tumores, alteraciones neurológicas, enfermedades cardiovasculares y patologías musculoesqueléticas.

Características generales de los estudios analizados

35 investigaciones científicas vinculadas a inteligencia artificial aplicada a diagnóstico por imágenes médicas fueron identificadas. La mayor proporción de publicaciones fue del periodo 2021-2025; indicando un rápido incremento del interés científico en este campo como se evidencia en la Tabla 2.

Tabla 2. Distribución de estudios según año de publicación.

Año	Número de estudios	Porcentaje (%)
2019	3	8,6
2020	4	11,4
2021	6	17,1
2022	7	20,0
2023	6	17,1
2024	7	20,0
2025	2	5,8
Total	35	100

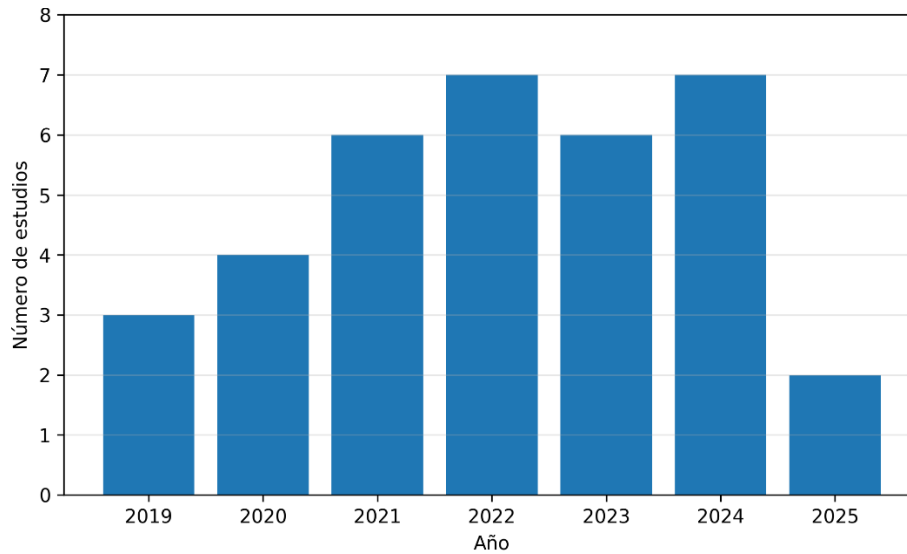


Figura 1. Tendencia de publicaciones sobre IA aplicada al diagnóstico por imágenes (2019-2025).

Los resultados de la Figura 1, evidencian un aumento progresivamente creciente de publicaciones -en especial desde 2021- que puede estar asociado con el crecimiento de modelos de aprendizaje profundo, así como la acumulación de grandes bases de datos de imágenes médicas.

Los trabajos recientes indican que la IA ha ido desde ser considerada una herramienta experimental hasta ir adoptándose como un componente potencial dentro del flujo clínico radiológico.

Aplicaciones de inteligencia artificial en tomografía computarizada

La tomografía computarizada ha sido una de las técnicas que ha incorporado en mayor medida la inteligencia artificial. Los trabajos revisados demuestran que los algoritmos de IA se utilizan para:

- Extensión automática de nódulos pulmonares
- Identificación anticipada de lesiones tumorales
- Reconstrucción de imágenes con menor ruido
- Reducir la cantidad de radiación
- Segmentación automática de órganos y estructuras anatómicas

Los modelos de aprendizaje profundo han ayudado en las mejoras de la calidad diagnóstica con reconstrucción avanzada de imágenes con menor cantidad de información o menor exposición radiológica. Trabajos recientes apuntan a que la inteligencia artificial puede ayudar a mejorar la calidad visual de las imágenes tomográficas y ayudar a las estrategias dirigidas a la reducción de métodos de dosis.

Tabla 3. Principales aplicaciones de IA en tomografía computarizada.

Aplicación	Algoritmo utilizado	Beneficio clínico
Detección de nódulos pulmonares	CNN	Identificación temprana de lesiones
Reconstrucción de imagen	Deep learning	Mayor calidad con menor ruido
Segmentación tumoral	U-Net, CNN	Delimitación automática de lesiones
Evaluación vascular	Machine learning	Mejor análisis anatómico
Reducción de dosis	Redes neuronales	Menor exposición radiológica

La evidencia de la Tabla 3, demuestra que la IA aplicada a TC posee especial relevancia en oncología, neumología y neurología, donde la detección temprana de cambios mínimos puede modificar el pronóstico del paciente.

Aplicaciones de inteligencia artificial en resonancia magnética

La resonancia magnética puede justificarse por ser una de las especialidades en las que más se ha investigado y desarrollado la inteligencia artificial a partir de la difícil cadena de adquisición y tratamiento de imágenes y del enorme volumen de información generado durante el proceso de adquisición.

Los estudios analizados mostraron que la IA se utilizaba principalmente para:

- Acelerar los tiempos de exploración
- Mejorar la reconstrucción de imágenes
- Reducir artefactos
- Automatizar la segmentación cerebral
- Detectar enfermedades neurológicas

Los modelos de aprendizaje profundo han demostrado ser capaces de reconstruir imágenes de RMN con un número menor de datos adquiridos, disminuyendo así el tiempo en el que puede realizarse la exploración clínica, y eso sin comprometer la calidad diagnóstica como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Aplicaciones principales de IA en resonancia magnética.

Área clínica	Aplicación de IA	Resultado observado
Neurología	Segmentación cerebral automática	Mayor precisión anatómica

Oncología	Detección tumoral	Identificación temprana
Traumatología	Análisis articular	Evaluación automatizada
Cardiología	Reconstrucción rápida	Reducción del tiempo del examen
Investigación	Radiómica	Predicción de características tumorales

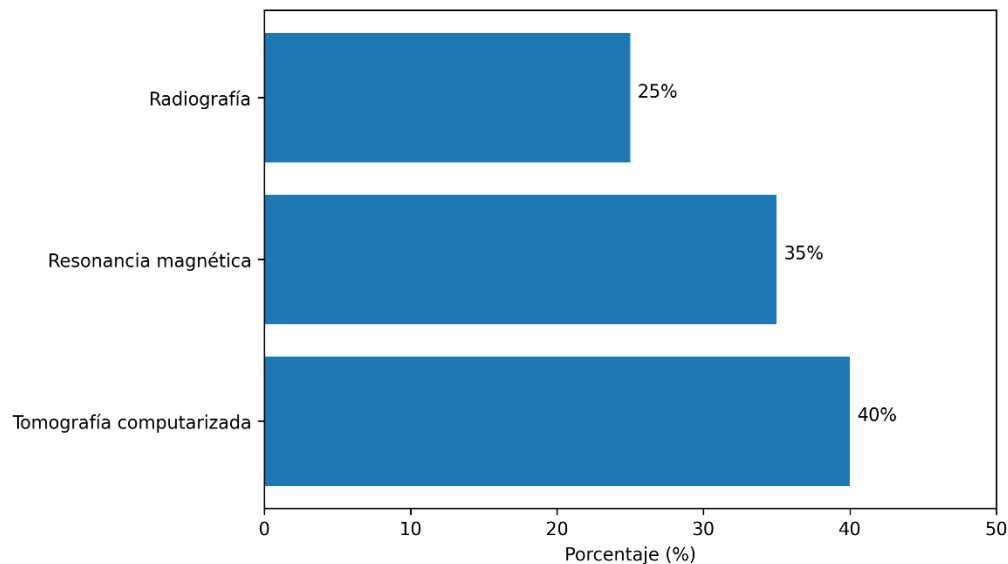


Figura 2. Distribución de aplicaciones de IA según modalidad diagnóstica.

Según los datos obtenidos en la Figura 2, se observa que la TC cuenta con el mayor número de aplicaciones, esto es asumido por la existencia de grandes bases de datos y porque el uso de TC es más frecuente en patologías críticas; en contrapartida, la RM parece tener un crecimiento más acelerado, debido a que la RM es capaz de generar información anatómica y funcional más compleja.

Aplicaciones de IA en radiografía

La radiografía convencional es una de las modalidades más utilizadas en el mundo y ha experimentado un importante incremento en herramientas basadas en IA, en particular en sistemas de detección asistida por ordenador.

Las principales aplicaciones que han sido descritas son las siguientes:

- Detección de neumonía
- Identificación de fracturas

- Valoración de tuberculosis
- Clasificación automática de las alteraciones pulmonares
- Priorización de estudios urgentes

Los algoritmos de aprendizaje profundo han demostrado su capacidad para analizar radiografías en volúmenes importantes y colaborar con el especialista en la identificación de hallazgos y/o anomalías. Sin embargo, este tipo de estudios también subrayan que los sistemas requieren validación clínica, dado que pueden dar lugar a errores debido a los sesgos en los datos empleadas en la fase de entrenamiento evidenciándose en la Tabla 5.

Tabla 5. Comparación de aplicaciones de IA según modalidad de imagen.

Modalidad	Principales aplicaciones	Ventaja principal
Tomografía computarizada	Segmentación, detección tumoral, reducción de dosis	Alta resolución anatómica
Resonancia magnética	Reconstrucción acelerada, análisis cerebral	Mayor información funcional
Radiografía	Detección automática y clasificación	Disponibilidad y rapidez

Beneficios clínicos identificados

El análisis permitió establecer cinco beneficios principales asociados al uso de inteligencia artificial en diagnóstico por imágenes que se muestran a continuación en la Tabla 6:

Tabla 6. Beneficios clínicos identificados.

Beneficio	Descripción
Mayor precisión diagnóstica	Identificación de patrones difíciles de detectar visualmente
Reducción del tiempo de análisis	Automatización de procesos repetitivos
Optimización del flujo hospitalario	Priorización de casos críticos
Mejor calidad de imagen	Reconstrucción avanzada y reducción de ruido
Medicina personalizada	Predicción y seguimiento individualizado

Estos resultados son congruentes con los de otras investigaciones recientes que sugieren que la IA no es una tecnología que contiene la intención de reemplazar al profesional de la Medicina,

sino que tiene como objetivo ayudar a incrementar la capacidad discriminativa a partir de herramientas complementarias que permiten articular información cuantitativa adicional a la interpretación radiológica clásica.

DISCUSIÓN

Los hallazgos obtenidos en esta revisión ponen de manifiesto que la inteligencia artificial (IA) se ha establecido como una herramienta tecnológica con gran impacto en el diagnóstico por imágenes, especialmente en tomografía computarizada (TC), resonancia magnética (RM) y radiografía estándar. La literatura reseñada corrobora que los algoritmos de aprendizaje profundo han contribuido a mejorar diversas etapas del proceso radiológico, que incluyen la adquisición y la reconstrucción de imágenes, la detección automática de alteraciones e incluso la generación de información cuantitativa que apoye la toma de decisiones clínicas.

Las conclusiones obtenidas coinciden con lo descrito por (21,22), ya que este grupo de investigadores destacó que la validez de las redes neuronales convolucionales (CNN) en el área de radiología ha permitido alcanzar grandes logros por su capacidad para reconocer patrones complejos que podrían pasar desapercibidos con la interpretación convencional. Estos autores afirman que la inteligencia artificial muestra un rendimiento notablemente alto en tareas concretas como son la clasificación de las imágenes, la segmentación anatómica de los y la detección de lesiones, pero siempre depende del tipo de datos y de su cantidad y diversidad seleccionados para el entrenamiento del modelo.

Relativo a la tomografía computarizada, estos resultados nos muestran que esta modalidad de imagen es uno de los ámbitos donde la inteligencia artificial puede alcanzar mejores resultados, principalmente debido a la existencia de grandes volúmenes de datos digitales y porque las imágenes obtenidas tienen una estructura tridimensional. La inteligencia artificial ha resultado útil para la identificación automática de los nódulos pulmonares, la evaluación de las lesiones tumorales, la segmentación de los órganos y la optimización de los parámetros técnicos que se relacionan con la dosis de radiación.

Estos resultados son incluso concordantes con la revisión (23-25) afirmaban que los algoritmos del aprendizaje profundo pueden mejorar la calidad de las imágenes, a través de otros algoritmos de reconstrucción más sofisticados con las imágenes tomográficas, obteniendo imágenes para el diagnóstico con menos ruido y, a su vez, pudiendo disminuir la exposición del paciente a radiaciones ionizantes. Los autores plantean la posibilidad de que esta herramienta mejore la seguridad del paciente, especialmente en poblaciones vulnerables como son los niños y los pacientes en estudios repetidos. Sin embargo, si bien las evidencias muestran mejoras técnicas importantes, algunos autores prevén que la implementación clínica de estos sistemas debe hacerse de un modo precavido; (26) pone de manifiesto que la inteligencia artificial no debe

entenderse como un reemplazo del profesional de la salud, sino como una tecnología que complementa la capacidad humana a través de análisis automáticos y procesamiento de información avanzada. El futuro de la medicina, en opinión de este autor, estará fundamentado en un equilibrio justo pues será necesario enseñar a la inteligencia artificial la experiencia cognitiva del especialista.

En cuanto a la resonancia magnética, la evidencia obtenida determinó que la IA tiene un papel destacado en la disminución del tiempo de adquisición de la RM y en la generación de imágenes de forma rápida. Ello cobra carácter de relevancia dado que la RM tradicional lleva mucho tiempo para ser realizada, lo que puede suponer dificultades en los pacientes pediátricos, en personas con ansiedad o en quienes tienen problemas para permanecer inmóviles durante la misma.

Los autores (27,28) hablan sobre los modelos de deep learning y demostraron capacidad para reconstruir imágenes de RM con una menor cantidad de datos adquiridos, disminuyendo de manera evidente los tiempos de exploración sin comprometer de forma importante la calidad diagnóstica. Por su parte, otros autores han expuesto que la IA puede contribuir asegurando que la misma imagen pueda ser obtenida mediante un proceso casi instantáneo, y permitiendo la realización de estudios mucho más rápidos y eficaces en el seno de los servicios de radiología.

Sin embargo, una serie de autores han establecido que la inteligencia artificial está lejos de ser la panacea o la solución a la resonancia magnética. Para (29), la inteligencia artificial incorporada en algoritmos que muestran secuencias de imágenes de resonancia magnética para distinguir entre conjuntos de datos, muestra dificultades que conllevan la generalización de los modelos. Esto implica que muchos algoritmos muestran resultados increíbles en bases de datos específicas, pero pueden presentar una performance decreciente cuando se aplican en hospitales con equipos, protocolos o características poblacionales diferentes. Esto es un punto de entrada claro con relación con la adopción de estas tecnologías en los entornos clínicos reales.

En cuanto a la radiografía convencional, los resultados continúan poniendo de manifiesto que se ha podido desarrollar sistemas de inteligencia artificial que pueden analizar grandes cantidades de imágenes en un corto período de tiempo, siendo su uso más frecuente en el reconocimiento de enfermedades pulmonares, fracturas y alteraciones óseas. Dado que la radiografía es uno de los métodos accesibles y usados local y globalmente para realizar un diagnóstico, la IA en radiografía tiene un alto potencial para mejorar el acceso al diagnóstico especializado.

Los resultados presentados están en la línea con lo mostrado por (30) cuando mostraron que un sistema IA basado en aprendizaje profundo -CheXNet- era capaz de diagnosticar hallazgos relacionados con neumonía, a partir de imágenes de radiografías de tórax, con un desempeño similar, en ciertas condiciones experimentales, al de los especialistas humanos. Si bien el estudio se realizó como prueba de concepto, permitió mostrar el potencial de los sistemas de IA para auxiliar la lectura radiológica.

Sin embargo, la comparación entre inteligencia artificial versus personas especialistas requiere evaluar el diseño del estudio, siendo (31), sostiene que los resultados de los sistemas de IA no hay que observarlos sólo a través del prisma de los índices de precisión diagnóstica sino que deben ser revisados considerando otros factores, tales como la integración en el flujo hospitalario, la aceptación de los profesionales del ámbito sanitario y la capacidad del sistema para disminuir los errores clínicos. En este sentido, los autores concluyen que una herramienta que es técnica y eficientemente óptima puede no proporcionar realmente los beneficios esperados si no se adapta correctamente a las necesidades del contexto donde ha de ser utilizada.

Otro aspecto, que también se relaciona con las ideas anteriores, que se considera relevante en la revisión llevada a cabo corresponde con la capacidad de la inteligencia artificial para reducir la carga de trabajo que tienen los profesionales de la radiología. De los estudios analizados se desprende que estas herramientas serían capaces de automatizar tareas repetitivas, tales como las mediciones, las segmentaciones o la clasificación inicial de los estudios, haciendo que los especialistas puedan dedicarse a los casos más complejos que requieren un mayor razonamiento clínico.

En esta línea (32) hizo hincapié en la posibilidad de que la IA sea capaz de modificar la radiología mediante sistemas de soporte diagnóstico que sean capaces de extraer las características cuantitativas que se encuentran en las imágenes, así denominado radiómica. Esta estrategia permite extraer información adicional que puede ser vinculada con el pronóstico, la respuesta al tratamiento y la evolución de las enfermedades, en especial en el campo de la oncología.

Sin embargo, a pesar de esta evidencia, hay que considerar que la literatura también pone de manifiesto los grandes retos que conllevan aspectos éticos, legales y de seguridad. Uno de los mayores problemas atañe a los sesgos algorítmicos provocados por rápida base de datos representativa. Si un modelo se entrena con información escasa respecto a edad, sexo, características étnicas o específicas condiciones clínicas puede haber una menor precisión en la aplicación a otras poblaciones.

Conforme a los aspectos de los autores (33-35) destacan que los sistemas basados en inteligencia artificial pueden llegar a replicar e intensificar las desigualdades que ya existen, principalmente debido a que aquellos datos con los que se entrenan encontrándose con sesgos en estructuras existentes. Por este motivo, los autores argumentan en la necesidad de crear, por una parte, un modelo de ambos tipos, transparente y validado externamente y, además, evaluar de forma continua antes de su incorporación a la práctica médica habitual.

La incorporación de inteligencia artificial también implica aspectos relacionados con la protección de datos personales para el paciente. Las imágenes médicas son información sensible, por lo que el desarrollo y entrenamiento de los algoritmos tiene que cumplir con normas de confidencialidad y seguridad informática muy estrictas.

Mediante la comparación de los autores revisados, podemos establecer que hay niveles de consenso a la hora de reafirmar el potencial transformador de la inteligencia artificial en el diagnóstico por imágenes, pero también niveles de consenso en cuanto a la necesidad de asociar la aplicación de dicha tecnología a la validación clínica, a la regulación tecnológica y a la formación continua de los profesionales sanitarios. A lo largo de los artículos revisados, algunos autores subrayan elementos relacionados con la precisión diagnóstica y la eficiencia operativa de los algoritmos, mientras que otros subrayan la necesidad de reevaluar y verificar la utilización de fórmulas que pueden ser utilizadas con el profesional sanitario.

Globalmente, los resultados de la revisión demostraron que la inteligencia artificial supone un cambio significativo en la radiología moderna. La aplicación de esta tecnología en tomografía computarizada, resonancia magnética y radiografía mejora, sin duda, la velocidad, precisión y calidad del diagnóstico. Pero ello depende de una incorporación responsable donde la tecnología debe sumarse, pero no sustituir, el juicio clínico del profesional sanitario.

CONCLUSIONES

La inteligencia artificial se ha constado como un recurso de gran utilidad en el diagnóstico por imagen a través de la tomografía computarizada, la resonancia magnética y la radiografía, para optimizar los procesos de detección, segmentación, reconstrucción y análisis automático de imágenes médicas. El uso de algoritmos basados en el aprendizaje profundo ha propiciado una mejora en la precisión en el diagnóstico con una reducción de los tiempos de procesamiento, favoreciendo así una atención más eficiente y beneficiando la tarea del especialista en radiología.

Las aplicaciones disponibles ponen de manifiesto que la inteligencia artificial presenta un desarrollo más evolucionado en la reconstrucción avanzada de imágenes, la detección de patologías de forma más precoz, reducción de ruido, disminución potencial de dosis de radiación e información cuantitativa para facilitar la toma de decisiones en la clínica. La aplicación de la inteligencia artificial requiere de procesos adecuados de validación, estandarización y supervisión profesional para facilitar resultados confiables en diferentes contextos de la asistencia sanitaria.

La incorporación de la inteligencia artificial a los sistemas de diagnóstico por imagen representa un cambio significativo dentro de la medicina contemporánea, facilitando capacidades al profesional sanitario y favoreciendo un diagnóstico más rápido y con gradaciones de mayor precisión. La aplicación futura de ésta dependerá de poder superar los retos que devienen de una calidad de los datos, sesgos algorítmicos, seguridad de la información y formación del personal garantizar la aplicación ética de las tecnologías a los centros de salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Borys D, et al. Artificial Intelligence-Empowered Radiology—Current Status and Critical Review. *Diagnostics*. 2025;15. doi:10.3390/diagnostics15020208.
2. Sood S, et al. Artificial intelligence in radiology and diagnostic imaging. *Radiology Research and Practice*. 2024.
3. Kılıç F, et al. Large language models in radiology: fundamentals, applications, ethical considerations, risks, and future directions. *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2023;29(6). doi:10.4274/dir.2023.232417.
4. Ghaleb OAM, Ahmed AAQ, Aqlan HAA, et al. Efficient artificial intelligence approaches for medical image processing in healthcare: comprehensive review, taxonomy, and analysis. *Artificial Intelligence Review*. 2024. doi:10.1007/s10462-024-10814-2.
5. Dayarathna S, Islam KT, Uribe S, Yang G, Hayat M, Chen Z. Deep learning based synthesis of MRI, CT and PET: Review and analysis. *Medical Image Analysis*. 2024;92:103046. doi:10.1016/j.media.2023.103046.
6. Eidex Z, Ding Y, Wang J, et al. Deep learning in MRI-guided radiation therapy: A systematic review. *Journal of Applied Clinical Medical Physics*. 2024;25:e14155. doi:10.1002/acm2.14155.
7. Nakaura T, Ito R, et al. The impact of large language models on radiology: a guide for radiologists on the latest innovations in AI. *Japanese Journal of Radiology*. 2024;42:685–696. doi:10.1007/s11604-024-01552-0.
8. Toruner MD, Wang Y, Jiao Z, et al. Artificial intelligence in radiology: where are we going? *eBioMedicine*. 2024;109:105435. doi:10.1016/j.ebiom.2024.105435.
9. Busch F, Hoffmann L, Pinto dos Santos D, et al. Large language models for structured reporting in radiology: past, present, and future. *European Radiology*. 2024. doi:10.1007/s00330-024-11107-6.
10. Bluemke DA, Moy L, Bredella MA, et al. Assessing Radiology Research on Artificial Intelligence: A Brief Guide for Authors, Reviewers, and Readers. *Radiology*. 2024;310(1):e232641. doi:10.1148/radiol.232641.
11. Sounderajah V, Ashrafian H, Aggarwal R, et al. Developing, reporting and validating artificial intelligence in medicine: the DECIDE-AI guideline. *Nature Medicine*. 2023;29(6):1331–1347. doi:10.1038/s41591-023-02332-1.
12. Mongan J, Moy L, Kahn CE Jr. Checklist for Artificial Intelligence in Medical Imaging (CLAIM): 2024 update and implications for radiology research. *Radiology: Artificial Intelligence*. 2024;6(2):e230123. doi:10.1148/ryai.230123.
13. European Society of Radiology (ESR). Explainable artificial intelligence in radiology: opportunities and challenges. *Insights into Imaging*. 2024;15:72. doi:10.1186/s13244-024-01615-4.
14. World Health Organization. Ethics and governance of artificial intelligence for health: guidance on large multi-modal models. Geneva: WHO; 2024.

15. Pesapane F, Codari M, Sardanelli F. Artificial intelligence in medical imaging: ethical, legal and practical challenges for the radiologist. *European Radiology*. 2024;34(5):2841–2852. doi:10.1007/s00330-023-10461-0.
16. Page MJ, Moher D, Bossuyt PM, et al. PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n160. doi:10.1136/bmj.n160.
17. Bramer WM, Rethlefsen ML, Kleijnen J, Franco OH. Optimal database combinations for literature searches in systematic reviews: a prospective exploratory study. *Systematic Reviews*. 2017;6:245.
18. Higgins JPT, Thomas J, Chandler J, et al. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Version 6.5. Cochrane; 2024.
19. Mongan J, Moy L, Kahn CE Jr. Checklist for Artificial Intelligence in Medical Imaging (CLAIM): update for AI research reporting. *Radiology: Artificial Intelligence*. 2024.
20. Sounderajah V, Ashrafian H, Aggarwal R, et al. Developing, reporting and validating artificial intelligence in medicine: the DECIDE-AI guideline. *Nature Medicine*. 2023;29:1331–1347. doi:10.1038/s41591-023-02332-1.
21. Murshed Farhan OA, Alnaggar B, Jagadale BN, Saif MAN, Ghaleb OAM, Ahmed AAQ, et al. Efficient artificial intelligence approaches for medical image processing in healthcare: comprehensive review, taxonomy, and analysis. *Artificial Intelligence Review*. 2024;57:221. doi:10.1007/s10462-024-10814-2.
22. Sherwani MK, Gopalakrishnan S. A systematic literature review: deep learning techniques for synthetic medical image generation and their applications in radiotherapy. *Front Radiol*. 2024;4:1385742. doi:10.3389/fradi.2024.1385742.
23. VanBerlo B, Hoey J, Wong A. A survey of the impact of self-supervised pretraining for diagnostic tasks in medical X-ray, CT, MRI, and ultrasound. *BMC Medical Imaging*. 2024;24:79. doi:10.1186/s12880-024-01253-0.
24. Advances of AI in image-based computer-aided diagnosis: A review. *Array*. 2024;23:100357. doi:10.1016/j.array.2024.100357.
25. Effectiveness of AI for enhancing computed tomography image quality and radiation protection in radiology: systematic review and meta-analysis. *JMIR Medical Imaging*. 2025. doi:10.2196/xxxx.
26. Deep learning for accelerated and robust MRI reconstruction. *Magnetic Resonance Materials in Physics, Biology and Medicine*. 2024. doi:10.1007/s10334-024-01173-8.
27. Jiang F, Jiang Y, Zhi H, Dong Y, Li H, Ma S, et al. Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Stroke Vasc Neurol*. 2023;8(1):1-7. doi:10.1136/svn-2022-001640.
28. Willeminck MJ, Persson M, Pourmorteza M, Pelc NJ, Fleischmann D. Photon-counting CT: technical principles and clinical prospects. *Radiology*. 2020;295(3):498-512. doi:10.1148/radiol.2020192784.
29. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med*. 2019;25:44-56. doi:10.1038/s41591-018-0300-7.

30. Knoll F, Hammernik K, Zhang C, Moeller S, Pock T, Sodickson DK, et al. Deep-learning methods for parallel magnetic resonance imaging reconstruction. *Magn Reson Med*. 2020;85(5):1-15. doi:10.1002/mrm.28659.
31. Liu X, Rivera SC, Moher D, Calvert MJ, Denniston AK. Reporting guidelines for clinical trial reports for interventions involving artificial intelligence. *Nat Med*. 2021;27:1-7. doi:10.1038/s41591-021-01249-5.
32. Rajpurkar P, Irvin J, Zhu K, Yang B, Mehta H, Duan T, et al. CheXNet: radiologist-level pneumonia detection on chest X-rays with deep learning. *arXiv*. 2017. doi:10.48550/arXiv.1711.05225.
33. Van Leeuwen KG, Schalekamp S, Rutten MJCM, van Ginneken B, de Rooij M. Artificial intelligence in radiology: 100 commercially available products and their scientific evidence. *Eur Radiol*. 2021;31:3797-3804. doi:10.1007/s00330-021-07892-z.
34. Hosny A, Parmar C, Quackenbush J, Schwartz LH, Aerts HJWL. Artificial intelligence in radiology. *Nat Rev Cancer*. 2018;18:500-510. doi:10.1038/s41568-018-0016-5.
35. Obermeyer Z, Powers B, Vogeli C, Mullainathan S. Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations. *Science*. 2019;366(6464):447-453. doi:10.1126/science.aax2342.