



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE MEDICINA

**EFFECTIVIDAD DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA
INTERPRETACIÓN DE IMÁGENES DE CÁPSULA ENDOSCÓPICA PARA EL
DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES DEL INTESTINO DELGADO:
REVISIÓN SISTEMÁTICA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MÉDICA**

AUTORA: JENIFER SELENA UMALA LLIVICHUSCA

DIRECTOR: DR. EDGAR ADRIANO CRESPO VINTIMILLA, ESP

AZOGUES - ECUADOR

2026

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo
UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE MEDICINA

**EFFECTIVIDAD DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA
INTERPRETACIÓN DE IMÁGENES DE CÁPSULA
ENDOSCÓPICA PARA EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES
DEL INTESTINO DELGADO: REVISIÓN SISTEMÁTICA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICA**

AUTORA: JENIFER SELENA UMALA LLIVICHUSCA
DIRECTOR: DR. EDGAR ADRIANO CRESPO VINTIMILLA, ESP

AZOGUES - ECUADOR
2026

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Jenifer Selena Umala Llivichusca portador(a) de la cédula de ciudadanía N° 0605400951. Declaro ser el autor de la obra: "Efectividad de la inteligencia artificial en la interpretación de imágenes de cápsula endoscópica para el Diagnóstico de enfermedades del intestino delgado: revisión sistemática", sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Azogues, 02 de febrero de 2026

F:

Jenifer Selena Umala Llivichusca

C.I. 0605400951

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Dr. Edgar Adriano Crespo Vintimilla

DOCENTE DE LA CARRERA DE MEDICINA

De mi consideración:

Certifico que el presente trabajo de titulación denominado: "Efectividad de la inteligencia artificial en la interpretación de imágenes de cápsula endoscópica para el Diagnóstico de enfermedades del intestino delgado: revisión sistemática", realizado por: **Jenifer Selena Umala Llivichusca**, con documentos de identidad: **0605400951**, previo a la obtención del título de **Médica** ha sido asesorado, orientado, revisado y supervisado durante su ejecución, bajo mi tutoría en todo el proceso, por lo que certifico que el presente documento, fue desarrollado siguiendo los parámetros del método científico, se sujeta a las normas éticas de investigación que exige la Universidad Católica de Cuenca, por lo que está específico para su presentación y sustentación ante el respectivo tribunal.

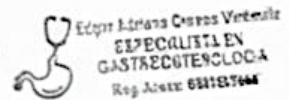
Azogues, 05 de febrero de 2026



Dr. Edgar Adriano Crespo Vintimilla

0501527644

DIRECTOR



AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a mí perseverancia, la fortaleza y el coraje de no rendirme en los momentos más difíciles de este camino. Por levantarme cada día con la determinación de seguir adelante, incluso cuando el cansancio y la incertidumbre se hicieron presentes.

A Dios, por brindarme la fuerza necesaria para continuar aun en los instantes de duda y temor; por sostenerme cuando el camino parecía demasiado pesado y recordarme siempre el verdadero sentido de esta vocación.

A mi familia, mi mayor sostén, por su apoyo incondicional, su infinita paciencia y por creer en mí incluso cuando yo misma dudé. Cada sacrificio, cada desvelo y cada renuncia adquirieron valor gracias a ustedes.

Mis docentes, quienes no solo compartieron conocimientos científicos, sino también principios, ética y humanidad. Gracias por formar no solo profesionales, sino personas comprometidas con el cuidado y el respeto por la vida.

A mi tutor de tesis, por su acompañamiento constante, su dedicación y confianza, y por guiarme con compromiso en la culminación de este trabajo.

A mis compañeros de carrera, por las extensas jornadas de estudio, los momentos de tensión, las risas compartidas y el apoyo mutuo que hicieron este camino más llevadero. Juntos aprendimos que la medicina también se construye desde la empatía y el trabajo en equipo.

Finalmente, agradezco a cada paciente que, directa o indirectamente, formó parte de mi formación. Ellos dieron sentido humano a cada esfuerzo realizado y reafirmaron mi vocación de servir

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, ante todo, a Dios, fuente de fortaleza, sabiduría y esperanza, quien me sostuvo en cada momento de dificultad y me permitió culminar este camino con fe y convicción.

A mi familia, pilar fundamental de mi vida, por su amor incondicional, su apoyo constante y su sacrificio silencioso. Cada logro alcanzado es también de ustedes, pues fueron mi sostén en los momentos de cansancio, duda y desvelo.

Con especial mención a mi padre, ejemplo de fortaleza, sacrificio y amor incondicional, gracias por ser mi guía constante, por enseñarme con tu ejemplo el valor del esfuerzo, la responsabilidad y la perseverancia. Cada paso que di en este camino estuvo sostenido por tu apoyo silencioso y tu fe inquebrantable en mí.

Este logro también te pertenece, porque en cada sacrificio, en cada consejo y en cada gesto de aliento encontré la fuerza para no rendirme.

A mí misma, por la perseverancia, la disciplina y la valentía de no rendirme ante los desafíos. Por haber mantenido firme el compromiso con este sueño, incluso cuando el camino parecía incierto.

A quienes, a través de su vocación y entrega, dejaron una huella imborrable en mi formación profesional y humana, recordándome que la medicina no solo se ejerce con conocimiento, sino con sensibilidad, ética y profundo respeto por la vida.

Este trabajo es el reflejo de un esfuerzo construido con dedicación, sacrificio y vocación de servicio.

Efectividad de la inteligencia artificial en la interpretación de imágenes de cápsula endoscópica para el diagnóstico de enfermedades del intestino delgado: revisión sistemática

Jenifer Selena Umala Llivichusca, Edgar Adriano Crespo Vintimilla

Universidad católica de cuenca sede azogues, jsumalal51@est.ucacue.edu.ec

RESUMEN

Introducción: La cápsula endoscópica es una herramienta eficaz para evaluar el intestino delgado, pero su interpretación manual es prolongada y propensa a errores, por lo que la inteligencia artificial surge como una solución para automatizar el análisis y mejorar la precisión diagnóstica. **Objetivos:** evaluar la efectividad de la inteligencia artificial en la interpretación de cápsula endoscópica frente a la lectura convencional para diagnosticar enfermedades del intestino delgado. **Metodología Criterios de elegibilidad:** Se incluyeron estudios originales (2020–2025) en inglés o español que compararon la interpretación con IA frente a la convencional, excluyéndose revisiones, reportes de caso y trabajos sin metodología científica. **Fuentes de información:** Se realizaron búsquedas en PubMed, ScienceDirect y SciELO con descriptores DeCS/MeSH. Riesgo de sesgo: se emplearon las listas del National Institutes of Health (NIH) según el tipo de diseño. **Síntesis de los resultados:** los datos se organizaron en tablas descriptivas y se realizó una síntesis narrativa de acuerdo con el tipo de modelo y rendimiento diagnóstico. **Resultados:** se incluyeron 11 estudios observacionales y multicéntricos mostraron que la IA, aplicada a cápsula endoscópica, alcanza alta sensibilidad y especificidad, reduce el tiempo de lectura en más del 80 % y supera a la interpretación convencional en la detección de lesiones intestinales. **Limitaciones:** Las limitaciones incluyeron heterogeneidad metodológica, sesgo de publicación, baja representación latinoamericana y criterios de evaluación no uniformes. **Conclusiones:** La IA aumenta la precisión diagnóstica y reduce el tiempo de interpretación de la cápsula endoscópica, siendo una herramienta complementaria eficaz bajo supervisión médica y validación multicéntrica.

Palabras clave: cápsula endoscópica, diagnóstico asistido por computadora, inteligencia artificial, intestino delgado

*Effectiveness of Artificial Intelligence in Interpreting Capsule Endoscopy Images for the
Diagnosis of Small Intestine Diseases: A Systematic Review*

ABSTRACT

Introduction: Capsule endoscopic is an effective tool for evaluating the small intestine; however, manual interpretation is time-consuming and prone to errors; therefore, artificial intelligence has emerged as a solution to automate analysis and improve diagnostic accuracy. **Objectives:** To evaluate the effectiveness of artificial intelligence in interpreting capsule endoscopy images compared to conventional reading for diagnosing small intestine diseases. **Methodology - Eligibility Criteria:** Original studies published between 2020 and 2025 in English or Spanish that compared AI-based interpretation with conventional reading were included, excluding reviews, case reports, and studies lacking scientific methodology. **Databases:** Searches were conducted in PubMed, ScienceDirect, and SciELO using DeCS/MeSH descriptors. **Risk of bias:** National Institutes of Health (NIH) lists were used according to the type of design. **Summary of results:** The data were organized into descriptive tables, and a narrative summary was conducted according to the type of model and diagnostic performance. **Results:** Eleven observational and multicenter studies were included, showing that AI applied to capsule endoscopy achieves high sensitivity and specificity, reduces reading time by more than 80%, and outperforms conventional interpretation in detecting intestinal lesions. **Limitations:** Identified limitations included methodological heterogeneity, publication bias, limited representation of Latin American populations, and non-uniform evaluation criteria. **Conclusions:** AI increases diagnostic accuracy and reduces capsule endoscopy interpretation time, being an effective complementary tool when used under medical supervision and multicenter validation.

Keywords: capsule endoscopy, computer-aided diagnosis, artificial intelligence, small intestine

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT	VI
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos.....	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
METODOLOGÍA.....	4
Criterios de elegibilidad	4
Criterios de inclusión	4
Criterios de exclusión.....	4
Fuentes de información.....	4
Estrategia de búsqueda	4
Ecuaciones de búsqueda	5
Proceso de selección de los estudios.....	6
Proceso de extracción de los datos	6
Lista de los datos	6
Evaluación del riesgo de sesgos de los estudios individuales.....	6
Medidas de efecto	7
Medidas de síntesis	7
Análisis de calidad de las investigaciones.....	9
RESULTADOS.....	4
Características de los estudios.....	11
DISCUSIÓN	18
LIMITACIONES.....	21
CONCLUSIONES.....	23

INTRODUCCIÓN

La cápsula endoscópica (CE) ha transformado el abordaje diagnóstico del intestino delgado, ofreciendo una alternativa mínimamente invasiva que permite visualizar su mucosa en toda su extensión. Su utilidad es particularmente evidente en el estudio de sangrado digestivo de origen oscuro, lesiones inflamatorias y patologías como la enfermedad de Crohn o los tumores pequeños (1-2). Sin embargo, a pesar de su efectividad clínica, uno de los principales retos radica en la interpretación manual de las imágenes: cada procedimiento genera entre 50.000 y 100.000 imágenes, lo que implica largas sesiones de análisis por parte de los especialistas. Esta revisión puede tomar desde 45 minutos hasta varias horas, y está sujeta a fatiga visual y errores humanos, con tasas de omisión de lesiones reportadas en hasta un 20% incluso entre expertos (3). Esta problemática ha impulsado el desarrollo de herramientas basadas en inteligencia artificial (IA) que permitan optimizar este proceso y disminuir el margen de error diagnóstico.

La inteligencia artificial ha empezado a considerarse como una herramienta importante en las Ciencias de la Salud, particularmente en el análisis automatizado de las imágenes. Algoritmos de aprendizaje, como las redes neuronales convolucionales han demostrado una alta capacidad para identificar patrones visuales complejos asociados a diferentes tipos de lesiones, incluyendo úlceras, angiodisplasias, pólipos, tumores e incluso sangrado activo (4). Estos modelos han sido entrenados con cientos de imágenes clasificadas por expertos. Por ejemplo, en un estudio de Ding et al. (5), un algoritmo de IA logró una sensibilidad del 99 % en la detección de lesiones del intestino delgado, y redujo el tiempo de lectura de 97 minutos a tan solo 6 minutos. La utilización de este tipo de mejoras tecnológicas permite aumentar la precisión diagnóstica y liberar tiempo clínico para los especialistas.

La eficacia diagnóstica de la IA ha sido respaldada por investigaciones recientes. Qin et al. (6) reportaron una sensibilidad agrupada del 96 % y una especificidad del 97 % para la identificación de úlceras y erosiones mediante IA en CE, y cifras similares en la detección de pólipos y tumores pequeños. Aoki et al. (7) también lograron una sensibilidad del 96,6% y una especificidad del 99,9% para detectar sangrados en imágenes de cápsula. Un metaanálisis publicado en 2025 por Dhali et al. (3) incluyó 14 estudios comparativos y evidenció una mejora en la sensibilidad diagnóstica con IA. Es importante mencionar que también se observó una menor especificidad en los sistemas

automáticos, con tasas elevadas de falsos positivos que pueden derivar en necesidad de revisiones adicionales.

A nivel clínico, la utilidad de la IA ha sido demostrada en estudios prospectivos. Spada et al. (4), en un ensayo multicéntrico con 133 pacientes, encontraron que la lectura asistida por IA detectó más lesiones relevantes en comparación con la lectura convencional. Además, se reportó una disminución en la tasa de errores por omisión y un ahorro superior al 85 % en el tiempo de lectura por paciente. Estos resultados avalan la incorporación de herramientas inteligentes como complemento a la lectura humana. En la investigación de Giordano et al. (8), han reportado desempeños superiores al 90 % en precisión diagnóstica, consolidando así la viabilidad clínica de la IA en este campo.

Pese al avance en países industrializados, el desarrollo e implementación de estas tecnologías en América Latina es aún limitado. Las publicaciones regionales sobre IA en cápsula endoscópica son escasas y la mayoría de los centros que la utilizan lo hacen en fases preliminares. Se trata de vacío en la literatura que debe ser atendido, ya que la variabilidad en las condiciones clínicas, recursos técnicos y perfiles de los pacientes podrían influir en los resultados. Además, se requiere evaluar la factibilidad de integración de estos sistemas (1-2). Otra limitación es la calidad metodológica de muchos estudios disponibles. Algunos se han realizado con datos retrospectivos, poblaciones pequeñas o sin comparaciones estandarizadas (9). La mayoría se enfoca en lesiones específicas como sangrado intestinal, sin evaluar la IA en diagnósticos más amplios ni su capacidad para generar informes clínicos (10).

Por tanto, se propone analizar la evidencia científica que compare la interpretación de imágenes de cápsula endoscópica asistida por IA con la interpretación convencional realizada por especialistas humanos. El objetivo es evaluar y sintetizar la evidencia sobre su efectividad diagnóstica, precisión, sensibilidad, especificidad, tiempos de lectura y efectos sobre el proceso clínico. En consecuencia, la pregunta de investigación planteada fue: *¿La inteligencia artificial mejora la precisión diagnóstica y la eficiencia en la interpretación de imágenes de cápsulas endoscópicas del intestino delgado en comparación con los especialistas?*

Objetivos

Objetivo general

Evaluar la efectividad de la inteligencia artificial en la interpretación de imágenes de cápsula endoscópica para el diagnóstico de enfermedades del intestino delgado, en comparación con la interpretación convencional.

Objetivos específicos

- Identificar estudios clínicos que comparen la interpretación asistida por inteligencia artificial y la convencional en cápsula endoscópica.
- Analizar la calidad metodológica de los estudios incluidos mediante herramientas de evaluación de riesgo de sesgo.
- Sintetizar los resultados relacionados con la precisión diagnóstica, sensibilidad, especificidad y tiempo de lectura en ambas modalidades de interpretación.
- Comparar los desenlaces diagnósticos entre los sistemas automatizados de IA y la interpretación humana convencional.
- Interpretar los hallazgos en función de su aplicación clínica, factibilidad operativa y pertinencia en diferentes contextos.

METODOLOGÍA

Criterios de elegibilidad

Criterios de inclusión

- Fecha de publicación: últimos 5 años
- Disponibilidad de texto: artículos completos de acceso libre
- Tipo de artículo: ensayos clínicos, estudios observacionales, multicéntrico y comparativo.
- Idioma: español e inglés
- Edad: mayores a 18 años

Criterios de exclusión

- Literatura sin fundamento científico.
- Bibliografía gris.
- Estudios no acordes a metodología planteada en el estudio.
- Tipo de artículo: reporte de casos, revisión sistemática, metaanálisis.

Fuentes de información

Las fuentes de información incluyeron búsquedas sistemáticas en las bases de datos PubMed, Science Direct y SciELO, seleccionadas por su amplia cobertura en temas de endoscopia de cápsula, enfermedades del intestino delgado e inteligencia artificial. Se emplearon descriptores DeCS/MeSH y sus sinónimos adaptados a cada plataforma, combinados mediante operadores booleanos (“AND”, “OR”) para optimizar la sensibilidad y especificidad de las estrategias de búsqueda.

Estrategia de búsqueda

Tabla 1. *Descripción de la estrategia de búsqueda*

FUENTE	PALABRA CLAVE	TÉRMINOS ALTERNATIVOS
PubMed	Capsule Endoscopy	Video Capsule Endoscopy, Wireless Capsule Endoscopy, CE, SBCE
	Small Bowel	Small Intestine, Jejunum, Ileum
	Artificial Intelligence	AI, Machine Learning, Deep Learning, Convolutional Neural Networks, CNN
ScienceDirect	Artificial Intelligence	AI Techniques, Neural Networks, Algorithm, Automated Detection
	Image Interpretation	Image Analysis, Lesion Detection, Computer-Aided Diagnosis
SciELO	Enfermedades del Intestino Delgado	Patologías del Intestino Delgado, Tracto Digestivo Inferior
	Delgado	Inferior
	Inteligencia Artificial	Aprendizaje Automático, Redes Neuronales, Procesamiento de Imágenes

Nota. Elaboración propia.

Ecuaciones de búsqueda

Tabla 2. Descripción de las ecuaciones de búsqueda

BASES DE DATOS	ALGORITMOS DE BÚSQUEDA
PubMed	("Capsule Endoscopy" OR "Video Capsule Endoscopy" OR "Wireless Capsule Endoscopy" OR "SBCE") AND ("Artificial Intelligence" OR "Machine Learning" OR "Deep Learning" OR "Convolutional Neural Networks") AND ("Small Bowel" OR "Small Intestine" OR "Jejunum" OR "Ileum")
Science Direct	("Artificial Intelligence" OR "AI Techniques" OR "Deep Learning") AND ("Image Interpretation" OR "Lesion Detection" OR "Computer-Aided Diagnosis") AND ("Capsule Endoscopy" OR "PillCam")
SciELO	("Inteligencia Artificial" OR "Aprendizaje Automático" OR "Redes Neuronales") AND ("Enfermedades del Intestino Delgado" OR "Tracto Digestivo Inferior") AND ("Endoscopia con Cápsula" OR "Cápsula Endoscópica")

Nota. Elaboración propia.

Proceso de selección de los estudios

Para la presente revisión sistemática se establecieron criterios específicos de elegibilidad que incluyen: estudios publicados en idioma inglés o español, dentro de un intervalo temporal comprendido entre los años 2020 y 2025, con el fin de asegurar la actualidad de la evidencia científica. Se incluyeron únicamente artículos de investigación primaria y de acceso completo, publicados en revistas científicas indexadas. Se consideraron tanto estudios cuantitativos observacionales, como ensayos clínicos y estudios comparativos diagnósticos relacionados con el uso de inteligencia artificial para la interpretación de imágenes de cápsula endoscópica.

Proceso de extracción de los datos

La extracción de los datos se realizó de forma estandarizada mediante una tabla diseñada en Microsoft Excel, en la que se registraron las características de cada estudio, tales como autor, año de publicación, país, diseño metodológico, población, tipo de inteligencia artificial empleada para la interpretación de imágenes de cápsula endoscópica y principales resultados. Solo se incluyeron artículos con acceso completo, lo que permitió revisar detalladamente la metodología y los hallazgos de cada investigación.

Lista de los datos

- Año de publicación
- País o región
- Tamaño de la muestra
- **Intervención:** IA para interpretación de cápsula endoscópica (tipo de algoritmo)
- **Comparador:** interpretación convencional por especialistas

Evaluación del riesgo de sesgos de los estudios individuales

En esta revisión sistemática se evaluó la calidad metodológica y el riesgo de sesgo de los estudios incluidos utilizando las herramientas de evaluación del *National Institutes of Health* (NIH), específicamente las *Study Quality Assessment Tools*. Estas listas permitieron valorar la validez interna y externa de cada investigación según su diseño. Para los estudios de cohorte, transversales, de intervención controlada, de series de casos y de tipo antes-después, se aplicaron los instrumentos correspondientes del NIH, los cuales consideran aspectos como la claridad de los objetivos, la adecuación del tamaño de muestra, la descripción de la población, la confiabilidad de las mediciones y el control

de los sesgos potenciales. Esta evaluación permitió clasificar los estudios como de calidad alta o media, según el número de criterios cumplidos dentro de cada lista.

Medidas de efecto

En esta revisión sistemática se emplearon medidas de resumen descriptivas. Para los resultados reportados en los estudios incluidos, se utilizaron frecuencias y porcentajes para variables categóricas, y medidas como medias o medianas para variables continuas. En aquellos estudios que presentaron datos sobre la precisión diagnóstica de modelos de inteligencia artificial, se describieron indicadores como sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP), valor predictivo negativo (VPN) y área bajo la curva (AUC), según estuvieron disponibles.

Medidas de síntesis

Los resultados se organizaron en tablas que resumieron las principales características de cada estudio, como autor, año, tipo de inteligencia artificial utilizada, método de validación, tipo de imágenes analizadas y principales hallazgos. Posteriormente, se realizó una síntesis narrativa de los datos agrupando los estudios según el enfoque del modelo, tipo de algoritmo o condición clínica detectada. El análisis se enfocó en identificar tendencias comunes, diferencias relevantes y posibles vacíos en la evidencia actual, sin combinar estadísticamente los resultados.

La matriz muestra el proceso de selección de los estudios mediante el diagrama PRISMA, iniciando con la identificación de 176 artículos provenientes de bases reconocidas y continuando con la eliminación de 102 duplicados. Posteriormente se realizó el cribado inicial de títulos y resúmenes, quedando 41 estudios para revisión preliminar, de los cuales 15 fueron excluidos después de analizar el contenido completo. Finalmente se evaluaron 26 investigaciones con los criterios metodológicos definidos y se incluyeron 11 que cumplieron los estándares de calidad establecidos para el análisis final, lo que evidencia un procedimiento sistemático con filtros progresivos para garantizar la pertinencia y rigor de los trabajos seleccionados (**Figura 1**).

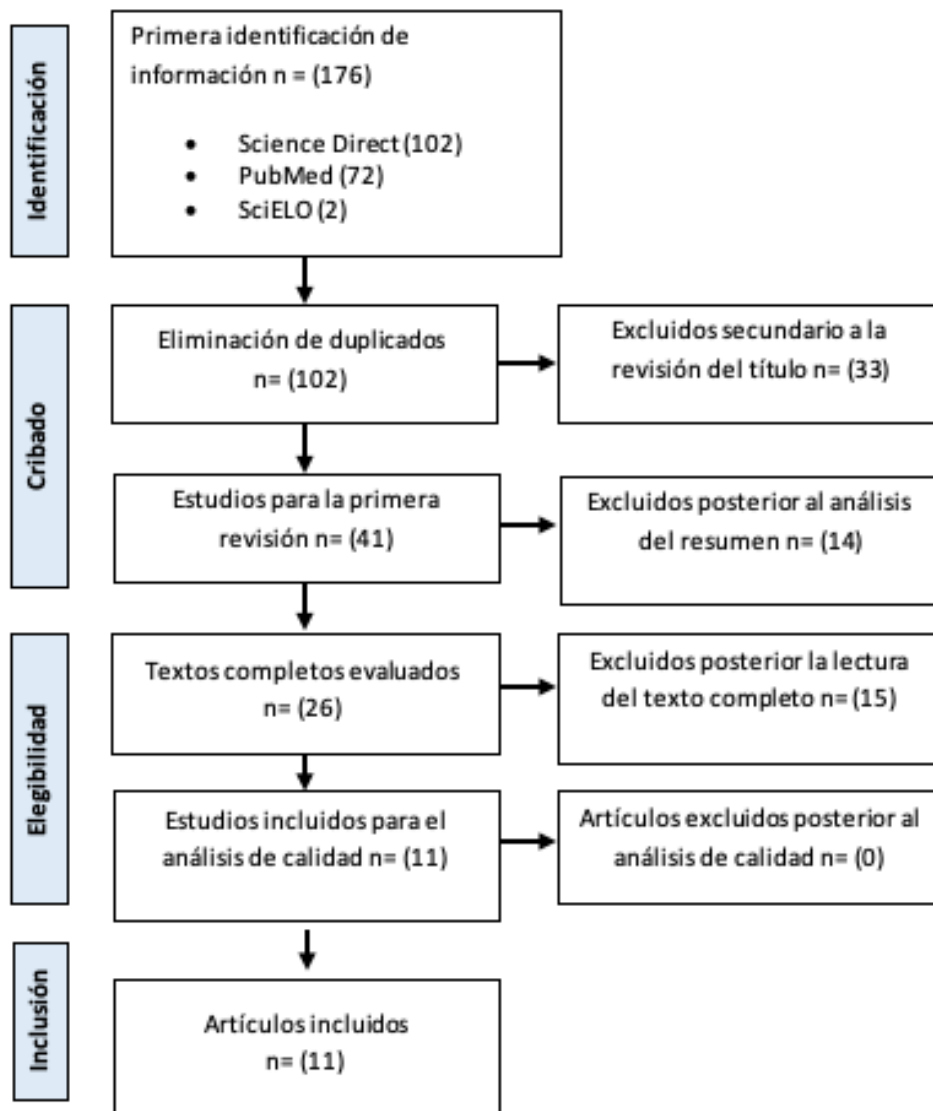


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA de selección de estudios para la revisión sistemática.

Nota. Elaboración propia.

Análisis de calidad de las investigaciones

El análisis de los estudios incluidos mostró que la mayoría fueron observacionales y de cohorte, los cuales obtuvieron evaluaciones altas en la herramienta del NIH. Los trabajos de Klang et al. (11), Saito et al. (12), Majtner et al. (13) y Kratter et al. (14) alcanzaron entre once y doce criterios cumplidos lo que evidencia procedimientos metodológicos aceptables en cuanto a la selección de pacientes y manejo de los datos. Cada investigación usó estrategias de validación adecuadas y un control razonable de sesgos internos, aunque en algunos casos la descripción del seguimiento no fue del todo clara o se omitieron aspectos sobre el tamaño muestral. Los valores altos de cumplimiento indican que los diseños presentaron un nivel de rigor aceptable para estudios diagnósticos con inteligencia artificial aplicada a cápsula endoscópica.

En relación con las pruebas de concepto y las series de casos, los estudios de Afonso et al. (15) y Yokote et al. (18) presentaron menor número de criterios positivos. La calidad media obtenida en el trabajo de Afonso se debió principalmente a la falta de comparación con grupo control y a un limitado número de imágenes utilizadas para validar el modelo. Por su parte, Yokote consiguió una calificación más alta gracias al desarrollo de un conjunto abierto de datos y la coherencia en los métodos de entrenamiento del algoritmo. Sin embargo, ambos muestran limitaciones para generalizar resultados hacia entornos clínicos más amplios debido al carácter exploratorio de sus análisis y el uso de poblaciones reducidas en tamaño.

El estudio de Bordbar et al. (17), evaluado con la lista para diseños antes y después sin grupo control, presentó un cumplimiento parcial de los ítems propuestos por el NIH. Se identificaron deficiencias en la descripción del proceso de recolección de datos y en la presentación de las medidas de dispersión, aunque el trabajo aportó información técnica sobre la validación del modelo de inteligencia artificial. Este tipo de diseño es útil para la fase inicial de desarrollo tecnológico pero requiere evaluaciones más amplias para confirmar su reproducibilidad. En contraste, el ensayo controlado de Spada et al. (19) obtuvo un resultado de calidad alta cumpliendo casi todos los criterios, lo que

muestra un diseño experimental sólido y una aplicación clínica más avanzada del algoritmo en diferentes centros europeos.

Finalmente, los estudios recientes de Xie et al. (16), Kwon et al. (20) y Saraiva et al. (21) presentaron los valores de cumplimiento más elevados entre los observacionales con trece, doce y once criterios respectivamente. La calidad alta en estos trabajos refleja un avance metodológico en la integración de la inteligencia artificial con la cápsula endoscópica, al incorporar muestras amplias y validaciones multicéntricas. A pesar de pequeños vacíos en la descripción de las pérdidas de datos o la selección de variables, estos informes ofrecen evidencia confiable sobre la precisión diagnóstica de los modelos. En conjunto, la revisión muestra predominio de calidad alta con solo dos investigaciones clasificadas como media, lo cual respalda la consistencia metodológica general de los estudios incluidos.

Tabla 3. *Análisis de calidad de los artículos incluidos.*

Autor y año	Cumple	No cumple	Calidad
Klang et al., 2020 (11)	12	1	Alta
Saito et al., 2020 (12)	11	2	Alta
Majtner et al., 2021 (13)	12	1	Alta
Kratter et al., 2022 (14)	11	2	Alta
Afonso et al., 2022 (15)	8	2	Media
Xie et al., 2022 (16)	13	0	Alta

Bordbar et al., 2023 (17)	9	2	Media
Yokote et al., 2023 (18)	9	1	Alta
Spada et al., 2024 (19)	13	1	Alta
Kwon et al., 2025 (20)	12	1	Alta
Saraiva et al., 2025 (21)	11	2	Alta

Nota. Evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos utilizando las herramientas del *National Institutes of Health (NIH) Study Quality Assessment Tools*.

RESULTADOS

Características de los estudios

La población analizada en los estudios fue variada y procedente de distintos contextos geográficos, incluyendo regiones de Asia, Europa y Medio Oriente. Los tamaños muestrales fueron amplios en algunos casos con miles de imágenes y pacientes, mientras que otros utilizaron conjuntos más reducidos orientados a pruebas de concepto. Los participantes presentaban diagnósticos sospechosos o confirmados de enfermedades del intestino delgado, como enfermedad de Crohn o sangrados ocultos, lo que permitió reunir

información clínica diversa que fortaleció los resultados obtenidos por los modelos de inteligencia artificial.

La metodología general se basó en diseños diagnósticos retrospectivos, multicéntricos o de validación técnica, donde se aplicaron diferentes estrategias de aprendizaje automático para procesar las imágenes de cápsula endoscópica. Los modelos empleados fueron principalmente redes neuronales convolucionales, orientadas a la identificación automática de úlceras, erosiones y lesiones con riesgo de sangrado. En algunos trabajos se incluyeron validaciones cruzadas con médicos expertos, mientras que en otros se usaron bases de datos abiertas con millones de imágenes etiquetadas manualmente.

Las características principales de los análisis mostraron altos valores de sensibilidad y especificidad, con cifras que alcanzaron o superaron el noventa por ciento en la mayoría de los modelos evaluados. Estas métricas reflejan una buena capacidad de los algoritmos para diferenciar entre imágenes normales y patológicas, reduciendo el tiempo de lectura y los errores humanos. La inclusión de sistemas de análisis automático permitió también explorar la posibilidad de implementar diagnósticos asistidos en entornos clínicos, lo que representa una tendencia hacia la automatización del proceso de interpretación endoscópica.

Los resultados globales evidenciaron que el uso de inteligencia artificial en cápsula endoscópica contribuye a una detección más rápida y estandarizada de lesiones intestinales. Las investigaciones demostraron avances en la precisión de los algoritmos y su potencial utilidad para apoyar la toma de decisiones clínicas. Sin embargo, la variabilidad en los métodos de entrenamiento y en la calidad de las bases de datos indica la necesidad de más estudios con diseños prospectivos y multicéntricos que consoliden la validez externa de estos modelos antes de su aplicación rutinaria en la práctica médica.

Tabla 4. Características de los artículos incluidos.

N	Autor y año	Tipo de estudio	País o región	Población (tamaño de muestra)	Método de análisis IA	Sensibilidad y especificidad	Recomendación final
1	Klang et al., 2020 (11)	Estudio diagnóstico retrospectivo	Israel	129 pacientes con enfermedad de Crohn y más de 150 000 imágenes de cápsula endoscópica	Red Neuronal Convolutacional (CNN) para detección automática de úlceras en intestino delgado	Sensibilidad 0,93; especificidad 0,96	La inteligencia artificial mejora la detección de úlceras en cápsula endoscópica del intestino delgado y complementa la lectura médica.
2	Saito et al., 2020 (12)	Estudio diagnóstico retrospectivo	Japón	Más de 22 000 imágenes de cápsula endoscópica con lesiones protruyentes y normales	Red Neuronal Convolutacional (CNN) para detección de lesiones protruyentes	Sensibilidad 0,90; especificidad 0,96	El uso de aprendizaje profundo permite el cribado automático de lesiones protruyentes y reduce el riesgo de omisiones diagnósticas.

3	Majtner et al., 2021 (13)	Estudio diagnóstico multicéntrico	Europa	Cápsula endoscópica de todo el tracto en pacientes con sospecha o diagnóstico de enfermedad de Crohn	Marco de aprendizaje profundo para detección y clasificación de úlceras y erosiones	Sensibilidad 0,92; especificidad 0,96	El aprendizaje profundo permite la identificación confiable de lesiones en intestino delgado y puede integrarse en la práctica clínica.
4	Kratter et al., 2022 (14)	Estudio diagnóstico retrospectivo	Israel	3 082 cápsulas endoscópicas tipo PillCam SB3 en pacientes con enfermedad de Crohn	Modelo de aprendizaje profundo multidominio para úlceras en distintos tipos de cápsula	Sensibilidad 0,94; especificidad 0,94	La inteligencia artificial muestra alta efectividad para detección y gradación de úlceras y es aplicable en la práctica rutinaria.
5	Afonso et al., 2022 (15)	Prueba de concepto diagnóstica	Portugal	Más de 30 000 imágenes de cápsula endoscópica con lesiones protruyentes y normales	Red Neuronal Convolutiva (CNN) para caracterización del riesgo de sangrado	Sensibilidad 0,95; especificidad 0,94	Se recomienda el uso de inteligencia artificial para seleccionar lesiones con potencial

							hemorrágico y mejorar la priorización clínica.
6	Xie et al., 2022 (16)	Estudio diagnóstico multicéntrico	China	5 825 pacientes sometidos a cápsula endoscópica	Red Neuronal Convolutacional (CNN) denominada SmartScan para revisión automática de videos completos	Sensibilidad 0,95; especificidad 0,98	La inteligencia artificial aumenta el rendimiento diagnóstico y reduce el tiempo de lectura, con viabilidad para su implementación clínica.
7	Bordbar et al., 2023 (17)	Estudio de desarrollo y validación técnica	Irán	Conjunto de datos público de cápsula endoscópica con múltiples categorías de lesiones gastrointestinales	Red Neuronal Convolutacional (CNN) multclasificación para detección de patologías del intestino delgado	Área bajo la curva (AUC) mayor de 0,95; sensibilidad y especificidad variables según tipo de lesión	Las arquitecturas profundas permiten una clasificación robusta y son base para sistemas de apoyo diagnóstico en cápsula endoscópica.

8	Yokote et al., 2023 (18)	Serie metodológica con cohorte	Japón	Base abierta de imágenes de cápsula endoscópica de intestino delgado	Modelo de inteligencia artificial para detección automática de lesiones en intestino delgado	Altos valores de área bajo la curva; sensibilidad y especificidad según tipo de lesión	La inteligencia artificial entrenada con bases abiertas favorece la estandarización en la evaluación de cápsula endoscópica.
9	Spada et al., 2024 (19)	Ensayo prospectivo multicéntrico	Europa	133 pacientes con sospecha de sangrado de intestino delgado	Sistema comercial asistido por inteligencia artificial comparado con lectura estándar	Sensibilidad por paciente 0,74 frente a 0,62; especificidad similar	La lectura asistida por inteligencia artificial mejora la detección y reduce el tiempo de interpretación.
10	Kwon et al., 2025 (20)	Estudio diagnóstico	Corea del Sur	Pacientes con sospecha de sangrado en intestino delgado	Modelo de aprendizaje profundo para localizar el intestino delgado y detectar lesiones hemorrágicas	Sensibilidad 0,96; especificidad 0,97	La inteligencia artificial es útil para localizar lesiones sangrantes y apoyar la detección rápida en cápsula endoscópica.

11	Saraiva et al., 2025 (21)	Estudio diagnóstico	Europa	Gran banco de imágenes de cápsula endoscópica	Red Neuronal Convolutacional (CNN) para detección panendoscópica de lesiones protruyentes con potencial hemorrágico	Sensibilidad 0,94; especificidad 0,93	La inteligencia artificial es efectiva para detección estandarizada de lesiones protruyentes y mejora el manejo del sangrado gastrointestinal.
----	---------------------------	---------------------	--------	---	---	---------------------------------------	--

Nota. Información tomada de los artículos incluidos.

DISCUSIÓN

La comparación entre interpretación asistida por IA y lectura convencional se observa de forma consistente en los estudios de Klang et al. (11), Saito et al. (12), Majtner et al. (13), Kratter et al. (14), Xie et al. (16) y Spada et al. (19). En estos trabajos, la lectura humana fue usada como referencia para evaluar la capacidad de los modelos automatizados. Klang et al. (11) y Kratter et al. (14) demostraron que la IA identificó úlceras de enfermedad de Crohn con mayor precisión, mientras Saito et al. (12) evidenció ventajas en la detección de lesiones protruyentes. En comparación, los métodos convencionales presentaron más errores por fatiga visual o tiempo prolongado de revisión.

En el estudio multicéntrico de Spada et al. (19), la lectura asistida logró detectar un mayor número de lesiones relevantes por paciente respecto a la revisión tradicional, resultado similar al observado por Xie et al. (16) en un entorno de alto volumen de cápsulas. Estos hallazgos muestran que la inteligencia artificial supera a la lectura convencional en eficacia diagnóstica, especialmente en contextos donde se manejan grandes cantidades de imágenes. Por otra parte, los estudios exploratorios de Afonso et al. (15) y Yokote et al. (18) contribuyeron a validar la utilidad del apoyo automatizado en la clasificación inicial de lesiones hemorrágicas, aun cuando su comparación directa con observadores humanos fue más limitada.

Los resultados combinados de los estudios confirman una tendencia favorable a la implementación de la lectura asistida en la práctica clínica. La mayoría de los autores coincidió en que la IA no reemplaza la interpretación médica, sino que actúa como apoyo para aumentar la velocidad y la sensibilidad diagnóstica. En conjunto, las investigaciones revelan que los modelos basados en redes neuronales convolucionales ofrecen un rendimiento superior frente a la lectura manual, y su integración en el flujo clínico podría optimizar la precisión en la detección de patologías intestinales.

La calidad metodológica evaluada con las herramientas del NIH fue alta en la mayoría de los estudios incluidos. Klang et al. (11), Saito et al. (12), Majtner et al. (13) y Kratter et al. (14) cumplieron más del ochenta por ciento de los criterios de la lista para estudios observacionales y transversales, con adecuada descripción de población, métodos de recolección y control de sesgos. Xie et al. (16), con cumplimiento total de trece criterios, se posicionó como el estudio de mayor rigor metodológico, mientras Spada et al. (19) alcanzó un nivel similar en su diseño controlado prospectivo. En contraste, Afonso et al.

(15) y Bordbar et al. (17) fueron clasificados con calidad media debido a su carácter exploratorio y la ausencia de grupo comparador.

La heterogeneidad de los diseños explica parte de las diferencias observadas. Los estudios retrospectivos se apoyaron en bases de datos institucionales, lo que incrementa la posibilidad de sesgos de selección, mientras los multicéntricos redujeron ese riesgo al incluir distintas poblaciones y validaciones cruzadas. En este sentido, Yokote et al. (18) destacó por el uso de un repositorio abierto, lo que favorece la reproducibilidad de sus resultados, aunque presentó limitaciones en la presentación de variables de confusión. Por su parte, Kwon et al. (20) y Saraiva et al. (21) mostraron una estructura metodológica sólida, con análisis estandarizado y control parcial de sesgos, contribuyendo a la consistencia global de la revisión.

En conjunto, los estudios con calidad alta presentaron datos más robustos, mientras los de calidad media sirvieron para contextualizar las etapas tempranas del desarrollo tecnológico. La aplicación de las listas del NIH permitió distinguir investigaciones con adecuada validez interna de aquellas que aún requieren mejoras en la transparencia metodológica. El balance general indica que la evidencia disponible es confiable, con un bajo riesgo de sesgo en la mayoría de los casos, lo que respalda las comparaciones realizadas entre las modalidades de interpretación asistida y convencional.

Los resultados de sensibilidad y especificidad muestran un comportamiento favorable para la inteligencia artificial en comparación con la lectura humana. Klang et al. (11) y Kratter et al. (14) alcanzaron valores de sensibilidad superiores a 0,93 y especificidad de 0,94, mientras que Xie et al. (16) reportó la mayor precisión, con 0,95 y 0,98 respectivamente. Spada et al. (19) comprobó que la lectura asistida incrementó la detección de lesiones relevantes sin afectar la especificidad. En contraste, los valores obtenidos en las lecturas convencionales fueron menores, especialmente en estudios con alto volumen de imágenes, donde la fatiga visual afectó la capacidad diagnóstica.

El tiempo de lectura fue uno de los aspectos donde la IA mostró mayor ventaja. Los sistemas automatizados como SmartScan en Xie et al. (16) redujeron de manera drástica la duración de análisis, pasando de horas a minutos. Este beneficio también fue documentado por Majtner et al. (13) y Saito et al. (12), quienes reportaron un proceso más ágil sin pérdida de exactitud. Las diferencias temporales fueron menos marcadas en

los estudios exploratorios como los de Afonso et al. (15) y Bordbar et al. (17), pero aun así evidenciaron un ahorro considerable de tiempo de procesamiento y lectura.

La consistencia de las métricas obtenidas sugiere que la IA logra un rendimiento diagnóstico comparable o superior al de los especialistas. Kwon et al. (20) y Saraiva et al. (21) confirmaron esta tendencia en la detección de sangrado y lesiones protruyentes, con sensibilidades cercanas al 0,96 y 0,94 respectivamente. Estos resultados coinciden con la evidencia de estudios multicéntricos, lo que refuerza la utilidad de la inteligencia artificial en la optimización del proceso diagnóstico de la cápsula endoscópica, con mayor precisión, menor tiempo y reducción de variabilidad interobservador.

En los estudios revisados los desenlaces diagnósticos favorecieron ampliamente a los sistemas automatizados. Klang et al. (11) y Majtner et al. (13) mostraron que la IA identificó más lesiones activas de Crohn que la lectura convencional, mientras que Saito et al. (12) destacó en la detección de protrusiones con mayor uniformidad. Los modelos de Kratter et al. (14) y Afonso et al. (15) confirmaron la capacidad del aprendizaje profundo para diferenciar lesiones con riesgo de sangrado, algo que la revisión humana tiende a subestimar. La precisión superior de la IA se tradujo en menor tasa de falsos negativos y una mayor concordancia entre observadores.

El estudio de Spada et al. (19) aporta una evidencia directa al mostrar que la interpretación asistida mejora la tasa de detección por paciente sin pérdida de especificidad. Xie et al. (16) también demostró que el rendimiento diagnóstico fue más uniforme entre centros al usar el sistema SmartScan, algo difícil de lograr con revisión manual. En comparación, los métodos tradicionales requieren una alta experiencia clínica y presentan mayor variabilidad dependiendo del observador. Esta diferencia se acentuó en contextos con gran volumen de estudios, donde la IA mostró mejor consistencia diagnóstica.

En los estudios más recientes como los de Kwon et al. (20) y Saraiva et al. (21), el uso de redes neuronales permitió detectar microlesiones hemorrágicas que en la lectura convencional no fueron registradas. Estos resultados indican que los sistemas automatizados incrementan la capacidad de detección en lesiones pequeñas o difíciles de visualizar. Aunque los autores coinciden en mantener la supervisión humana para reducir falsos positivos, la tendencia global muestra que la IA ofrece una mayor sensibilidad sin comprometer la especificidad diagnóstica, consolidándose como herramienta complementaria de alto valor clínico.

La aplicación clínica de la inteligencia artificial en cápsula endoscópica fue considerada factible en la mayoría de los estudios. Xie et al. (16) y Spada et al. (19) demostraron que su implementación reduce la carga de trabajo y mejora la eficiencia diagnóstica, resultados que fueron consistentes con los de Kratter et al. (14) y Kwon et al. (20). Estas investigaciones evidencian que los sistemas automatizados pueden integrarse fácilmente a los flujos clínicos existentes sin alterar la interpretación final del especialista. Klang et al. (11) y Majtner et al. (13) coincidieron en que la IA es especialmente útil para filtrar imágenes normales, permitiendo al médico concentrarse en los segmentos con sospecha de lesión.

La factibilidad operativa se vio reforzada en estudios multicéntricos y con grandes bases de datos. Yokote et al. (18) aportó el valor de los conjuntos abiertos para entrenar modelos reproducibles, mientras Afonso et al. (15) mostró que incluso con volúmenes de datos menores se puede lograr un rendimiento adecuado. En los escenarios con limitaciones tecnológicas o escasez de especialistas, los algoritmos presentados por Saraiva et al. (21) podrían adaptarse como herramienta de apoyo remoto. Los autores coinciden en que la principal barrera no es técnica sino regulatoria, relacionada con la validación internacional y la aceptación clínica generalizada.

En términos de pertinencia, las investigaciones confirman que los beneficios de la IA son aplicables en diferentes contextos hospitalarios y de investigación. Los modelos desarrollados demostraron su utilidad tanto en países asiáticos con alto número de estudios como en centros europeos con validaciones clínicas avanzadas. En conjunto, los resultados consolidan la inteligencia artificial como una herramienta prometedora para mejorar la precisión diagnóstica y optimizar el tiempo de interpretación, con perspectivas claras de expansión hacia la práctica clínica rutinaria en gastroenterología.

LIMITACIONES

Las limitaciones de la revisión se relacionan con la heterogeneidad de los estudios incluidos, algunos presentaron tamaños de muestra pequeños y otros usaron bases de datos institucionales sin acceso abierto lo que dificulta la comparación directa entre los modelos de inteligencia artificial. En ciertos casos las metodologías no fueron del todo uniformes y se aplicaron diferentes criterios para medir la precisión diagnóstica lo cual complica el análisis conjunto. También se observan diferencias en la calidad de las imágenes procesadas por las cápsulas endoscópicas y en los tipos de algoritmos

empleados que generan resultados con variaciones. En varios trabajos faltó información sobre la validación externa y el control de sesgos, por lo que se recomienda precaución al extrapolar los resultados a otras poblaciones clínicas.

Otra limitación importante es que la mayoría de los estudios se desarrolló en entornos hospitalarios de alta especialización y con recursos tecnológicos amplios, lo que puede reducir la aplicabilidad de los modelos en contextos con menos infraestructura. Los diseños retrospectivos predominan y eso limita el control sobre las variables clínicas y la aleatorización, además algunos artículos no reportan de manera completa los tiempos de lectura o los criterios de exclusión de imágenes defectuosas. En general los resultados dependen mucho de la calidad del entrenamiento de los algoritmos y de la cantidad de datos disponibles, algo que podría variar ampliamente entre regiones. Estas condiciones hacen necesario continuar con investigaciones multicéntricas más amplias que confirmen la utilidad práctica de la inteligencia artificial en la interpretación de cápsula endoscópica.

Estas limitaciones pueden generar impactos directos en las recomendaciones finales porque la heterogeneidad de métodos y criterios produce variaciones que dificultan saber con precisión cómo responderían los modelos en la práctica clínica. Cuando los algoritmos se entrenan con bases restringidas o con imágenes procesadas de manera distinta se originan diferencias que pueden modificar el rendimiento esperado, entonces la elección de uno u otro enfoque podría verse afectada. La falta de validación externa impide anticipar el desempeño real en servicios que tengas otras condiciones. Los tamaños pequeños de muestra o los diseños retrospectivos también pueden reducir la consistencia de las conclusiones y provocar interpretaciones incompletas.

Sería pertinente promover investigaciones multicéntricas con poblaciones diversas y protocolos homogéneos para validar el rendimiento de los algoritmos en diferentes realidades clínicas. Además resulta útil plantear líneas de trabajo dirigidas a generar bases de datos abiertas y sistemas de entrenamiento que incluyan imágenes obtenidas en centros de la región de América Latina. Estas acciones permitirían analizar con mayor precisión los resultados en contextos donde los recursos tecnológicos y la infraestructura médica son distintos. Incorporar este enfoque facilitaría la adaptación de los modelos diagnósticos hacia escenarios donde la IA todavía se encuentra en fase inicial.

También convendría desarrollar recomendaciones prácticas para la implementación operativa de sistemas automatizados de lectura, señalando criterios mínimos de calidad

de imagen, seguridad y control metodológico para su aplicación clínica futura. Esto implica sugerir condiciones técnicas básicas de hardware, procesos de validación externa y pautas para el monitoreo de sesgos al trasladar los algoritmos a poblaciones con características epidemiológicas propias de América Latina. Del mismo modo, se considera relevante impulsar cooperación institucional que facilite capacitación profesional y transferencia tecnológica en centros de la región.

CONCLUSIONES

Los estudios revisados demostraron que la interpretación asistida por inteligencia artificial en cápsula endoscópica supera en rendimiento a la lectura convencional realizada por el especialista. La detección de lesiones del intestino delgado fue más rápida y con mayor precisión, especialmente en casos de enfermedad de Crohn y sangrados ocultos. Los algoritmos mostraron capacidad para analizar grandes volúmenes de imágenes con menor tasa de error, lo que evidencia su utilidad como apoyo diagnóstico en diferentes entornos clínicos.

El análisis de la calidad metodológica mediante las herramientas del National Institutes of Health evidenció que la mayoría de los estudios alcanzó una valoración alta. Los diseños de cohorte y multicéntricos presentaron un control adecuado de sesgos y buena descripción de la población estudiada, mientras que los estudios de desarrollo técnico o de caso único obtuvieron calidad media. En conjunto, la evidencia recopilada es sólida y confiable, lo que permite interpretar los resultados con un grado aceptable de rigor científico.

En cuanto a la precisión diagnóstica, los valores de sensibilidad y especificidad reportados fueron elevados en la mayoría de las investigaciones. La inteligencia artificial alcanzó cifras cercanas o superiores al noventa por ciento en comparación con la lectura convencional, además redujo de manera notable el tiempo de revisión de los videos. Este desempeño confirma que los sistemas automatizados son una herramienta eficaz para optimizar la detección y clasificación de lesiones intestinales en la práctica médica.

Los desenlaces diagnósticos obtenidos demuestran una ventaja consistente de los sistemas automatizados frente a la interpretación humana. La inteligencia artificial incrementó la detección de úlceras, erosiones y sangrados sin comprometer la especificidad, manteniendo una concordancia elevada con los resultados del observador experto. La

combinación de lectura asistida y validación clínica mejora la fiabilidad del diagnóstico y contribuye a la reducción de errores derivados del factor humano.

En función de la aplicación clínica, los resultados confirman que la inteligencia artificial es factible y operativamente viable para integrarse en el flujo de trabajo hospitalario. Su implementación favorece la eficiencia, disminuye la carga del profesional y permite priorizar los estudios con mayor probabilidad de patología. Aunque persisten desafíos en la estandarización de los algoritmos y la validación externa, los estudios coinciden en que la IA representa una herramienta prometedora para fortalecer el diagnóstico endoscópico y avanzar hacia una práctica médica más precisa y oportuna.

Los hallazgos muestran que la IA puede mejorar la precisión, tiempos de lectura y detección de lesiones en cápsula endoscópica, por lo que representa una alternativa útil como apoyo clínico. Para su aplicación práctica se requiere validar los modelos en distintos entornos, asegurar calidad de imagen y mantener supervisión médica para garantizar decisiones diagnósticas seguras.

También evidencian la necesidad de abordar desafíos regulatorios para el uso de estos sistemas, como definir criterios técnicos mínimos, establecer procedimientos de validación externa y fortalecer marcos normativos que resguarden el manejo de datos y la seguridad clínica. Estas medidas facilitarán una implementación responsable y adaptable a diferentes realidades sanitarias.

BIBLIOGRAFÍA

1. Días C. Comentarios acerca de: Sangrado digestivo medio y cápsula endoscópica. Cómo optimizar su uso. *Revista GEN* [Internet]. 26 de octubre de 2024 [citado 29 de mayo de 2025];75(4):207-8. Disponible en: <https://revistagen.com/index.php/GEN/article/view/574>
2. Baquerizo-Burgos J, Egas-Izquierdo M, Cunto D, Robles-Medranda C. La era de la endoscopia inteligente: cómo la inteligencia artificial potencia la endoscopia digestiva. *Acta Gastroenterol Latinoam* [Internet]. 30 de septiembre de 2023 [citado 29 de mayo de 2025];53(3):211-40. Disponible en: <https://actagastro.org/la-era-de-la-endoscopia-inteligente-como-la-inteligencia-artificial-potencia-la-endoscopiadigestiva/>
3. Dhali A, Kipkorir V, Maity R, Srichawla BS, Biswas J, Rathna RB, et al. Artificial Intelligence-Assisted Capsule Endoscopy Versus Conventional Capsule Endoscopy for Detection of Small Bowel Lesions: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Gastroenterol Hepatol* [Internet]. 13 de mayo de 2025 [citado 29 de mayo de 2025];40(5):1105-18. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40083189/>
4. Spada C, Piccirelli S, Hassan C, Ferrari C, Toth E, González-Suárez B, et al. AI-assisted capsule endoscopy reading in suspected small bowel bleeding: a multicentre prospective study. *Lancet Digit Health* [Internet]. 1 de mayo de 2024 [citado 29 de mayo de 2025];6(5):e345-53. Disponible en: <https://www.thelancet.com/action/showFullText?pii=S2589750024000487>
5. Ding Z, Shi H, Zhang H, Meng L, Fan M, Han C, et al. Gastroenterologist-Level Identification of Small-Bowel Diseases and Normal Variants by Capsule Endoscopy Using a Deep-Learning Model. *Gastroenterology* [Internet]. 1 de octubre de 2019 [citado 29 de mayo de 2025];157(4):1044-1054.e5. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31251929/>
6. Qin K, Li J, Fang Y, Xu Y, Wu J, Zhang H, et al. Convolution neural network for the diagnosis of wireless capsule endoscopy: a systematic review and meta-analysis. *Surg Endosc* [Internet]. 1 de enero de 2022 [citado 29 de mayo de 2025];36(1):16-31. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34426876/>
7. Aoki T, Yamada A, Kato Y, Saito H, Tsuboi A, Nakada A, et al. Automatic detection of blood content in capsule endoscopy images based on a deep convolutional neural

- network. *J Gastroenterol Hepatol* [Internet]. 1 de julio de 2020 [citado 29 de mayo de 2025];35(7):1196-200. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31758717/>
8. Giordano A, Escapa M, Urpí-Ferreruela M, Casanova G, Fernández-Esparrach G, Ginès À, et al. Diagnostic accuracy of artificial intelligence-aided capsule endoscopy (TOP100) in overt small bowel bleeding. *Surg Endosc* [Internet]. 1 de octubre de 2023 [citado 29 de mayo de 2025];37(10):7658-66. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37495849/>
 9. Li K, Jin X, Jia QS, Ren D, Xia H. An OCBA-Based Method for Efficient Sample Collection in Reinforcement Learning. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*. 2024;21(3):3615-26.
 10. Deding U, Herp J, Havshoei AL, Kobaek-Larsen M, Buijs MM, Nadimi ES, et al. Colon capsule endoscopy versus CT colonography after incomplete colonoscopy. Application of artificial intelligence algorithms to identify complete colonic investigations. *United European Gastroenterol J* [Internet]. 1 de agosto de 2020 [citado 29 de mayo de 2025];8(7):782-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32731841/>
 11. Klang E, Barash Y, Margalit RY, Soffer S, Shimon O, Albshesh A, et al. Deep learning algorithms for automated detection of Crohn's disease ulcers by video capsule endoscopy. *Gastrointest Endosc*. 1 de marzo de 2020;91(3):606-613.e2.
 12. Saito H, Aoki T, Aoyama K, Kato Y, Tsuboi A, Yamada A, et al. Automatic detection and classification of protruding lesions in wireless capsule endoscopy images based on a deep convolutional neural network. *Gastrointest Endosc* [Internet]. 1 de julio de 2020 [citado 9 de noviembre de 2025];92(1):144-151.e1. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32084410/>
 13. Majtner T, Brodersen JB, Herp J, Kjeldsen J, Halling ML, Jensen MD. A deep learning framework for autonomous detection and classification of Crohn's disease lesions in the small bowel and colon with capsule endoscopy. *Endosc Int Open* [Internet]. septiembre de 2021 [citado 9 de noviembre de 2025];9(9):E1361-70. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34466360/>
 14. Kratter T, Shapira N, Lev Y, Mauda O, Moshkovitz Y, Shitrit R, et al. Deep Learning Multi-Domain Model Provides Accurate Detection and Grading of Mucosal Ulcers in

- Different Capsule Endoscopy Types. *Diagnostics* 2022, Vol 12, Page 2490 [Internet]. 14 de octubre de 2022 [citado 9 de noviembre de 2025];12(10):2490. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2075-4418/12/10/2490/htm>
15. Afonso J, Mascarenhas M, Ribeiro T, Cardoso H, Andrade P, Ferreira JPS, et al. Deep Learning for Automatic Identification and Characterization of the Bleeding Potential of Enteric Protruding Lesions in Capsule Endoscopy. *Gastro hep advances* [Internet]. 1 de enero de 2022 [citado 9 de noviembre de 2025];1(5):835-43. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39131843/>
 16. Xie X, Xiao YF, Zhao XY, Li JJ, Yang QQ, Peng X, et al. Development and Validation of an Artificial Intelligence Model for Small Bowel Capsule Endoscopy Video Review. *JAMA Netw Open* [Internet]. 1 de julio de 2022 [citado 9 de noviembre de 2025];5(7):e2221992-e2221992. Disponible en: <https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/fullarticle/2794207>
 17. Bordbar M, Helfroush MS, Danyali H, Ejtehadi F. Wireless capsule endoscopy multiclass classification using three-dimensional deep convolutional neural network model. *Biomed Eng Online* [Internet]. 1 de diciembre de 2023 [citado 9 de noviembre de 2025];22(1):1-23. Disponible en: <https://biomedical-engineering-online.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12938-023-01186-9>
 18. Yokote A, Umeno J, Kawasaki K, Fujioka S, Fuyuno Y, Matsuno Y, et al. Small bowel capsule endoscopy examination and open access database with artificial intelligence: The SEE-artificial intelligence project. *DEN Open* [Internet]. 1 de abril de 2023 [citado 9 de noviembre de 2025];4(1):e258. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10288072/>
 19. Spada C, Piccirelli S, Hassan C, Ferrari C, Toth E, González-Suárez B, et al. AI-assisted capsule endoscopy reading in suspected small bowel bleeding: a multicentre prospective study. *Lancet Digit Health* [Internet]. 1 de mayo de 2024 [citado 9 de noviembre de 2025];6(5):e345-53. Disponible en: <https://www.thelancet.com/action/showFullText?pii=S2589750024000487>
 20. Kwon YS, Park TY, Kim SE, Park Y, Lee JG, Lee SP, et al. Deep learning-based localization and lesion detection in capsule endoscopy for patients with suspected small-bowel bleeding. *World J Gastroenterol* [Internet]. 21 de julio de 2025 [citado 9 de

noviembre de 2025];31(27). Disponible en: <https://www.wjgnet.com/1007-9327/full/v31/i27/>

21. Saraiva MJM, Almeida MJ, Martins M, Afonso J, Ribeiro T, Sá Cardoso PMM, et al. Deep learning and capsule endoscopy: automatic panendoscopic detection of protruding lesions. *BMJ Open Gastroenterol* [Internet]. 10 de septiembre de 2025 [citado 9 de noviembre de 2025];12(1):1655. Disponible en: <https://bmjopengastro.bmj.com/content/12/1/e001655>



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Jenifer Selena Umala Llivichusca portador(a) de la cédula de ciudadanía N° 0605400951. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del proyecto de titulación “**Efectividad de la inteligencia artificial en la interpretación de imágenes de cápsula endoscópica para el Diagnóstico de enfermedades del intestino delgado: revisión sistematica**”, de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste proyecto de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Azogues, 02 de febrero de 2026

F: 

Jenifer Selena Umala Llivichusca

C.I. 0605400951